

Ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali
1997 yilda asos solingan

Ta'sischi:

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: RAIMJANOV B.R.

Bosh muharrir o'rinbosari: SITENKOV V.N.

Tahririyat kengashi:

ABDULLAYEV U.M., ABDURAXMONOV S.A.,
 BIBIK I.P., BIZEYEV V.K., INOZEMSEV S.B.,
 KLIMENKO A.I., KUSTOV A.M.,
 MALGIN O.N., NASIROV U.F., NOROV YU. J.,
 RAHIMOV V.R., SAIDOV R.T.,
 SANAKULOV K.S., TOLSTOV YE.A.,
 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, 5770225, 5770354,
 5721767, faks 8 (436) 5721015
 e-mail: Bibik_GVU@rambler.ru,
 gornvest@rambler.ru

Kompyuterda sahifalovchi: NARMANOVA L.A.

Muqova bezovchi: BANNOV A.N.

MChJ «TONG» bosmaxonasida nashr qilindi
 703050, Samarqand shahri, Bog'dat ko'chasi 3,
 tel./faks 8(3662) 343512

Nashr etishga 18.04.2005 y. imzolandi

Adadi 850 nusxa

MUNDARIJA / СОДЕРЖАНИЕ

UCHQUDUQ OLTINIGA 10 YIL / 10 ЛЕТ ЗОЛОТУ УЧКУДУКА

Шамин В.Ю. 10 лет золоту Учкудука	3
Крюков Ю.М. «Золотой» марафон ГМЗ-3	6

GEOLOGIYA VA GEOFIZIKA / ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА

Ахмедов Н.А. Парамонов Ю.И. О металлах платиновой группы в золоторудных и золотосеребруродных месторождениях Узбекистана	8
Клименко А.И., Гай А.Ф. Геолого-геофизическая методика детального изучения литологии и физико-механических свойств осадочных отложений Ангренского месторождения	13
Турамурадов И.Б., Цой В.Д., Пирназаров М.М., Королева И.В. Природные типы руд золоторудных месторождений Кокпатацкого рудного района	17

GEOTEKNOLOGIYA / ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

Толстов Е.А., Куканова С.И., Зайнитдинова Л.И., Лильбок Л.А., Колпакова Е.В., Хужакулов А.П. Микробиологическое выщелачивание урана: лабораторные эксперименты	22
Толстов Е.А., Куканова С.И., Эргашев У.А., Митраков О.Е. Лабораторные исследования по биоокислению сульфидных руд месторождения «Кокпатац» перколяционным способом	25
Оруджов У.С., Абдуразаков А.А., Лобанов В.С., Киселенко А.С., Мухитдинов А.Т. Опыт и направления дальнейшего развития применения рациональных и экономичных конструкций крепи горных выработок	27
Хурсанов Х.П., Русских С.Н., Цой А.Л. К вопросу о путях совершенствования технологии бурения и конструкции скважин подземных газогенераторов ОАО «Еростигаз»	31
Раимжанов Б.Р., Назаров З.С., Тухташев А.Б. Экспериментальное определение скорости детонации скважинных зарядов ВВ в промышленных условиях	33
Рубцов С.К., Мальгин О.Н., Бирик И.П. К вопросу оценки относительной работоспособности эмульсионных взрывчатых составов	36
Рубцов С.К., Зубович П.Т., Шеметов П.А. Методология расчета и рекомендации по параметрам безопасного предохранительного целика между дном карьера и подземными выработками шахты	40
Шамин В.Ю., Куканова С.И., Крюков Ю.М., Кормин А.В. Чановое биоокисление золото-сульфидно-мышьякового флюоконцентрата ассоциацией тионовых бактерий в непрерывном режиме	45
Зинько Н.А., Филь В.И., Лашко В.Т. Технологические схемы отсыпки внутреннего отвала в подготовленной зоне карьеров месторождения «Кокпатац»	50
Зинько Н.А., Пронин Н.И., Еремин А.М. Использование косвенных разделительных признаков при рентгено-радиометрической сортировке золотосодержащих руд месторождения «Кокпатац»	51
Шеметов П.А. К вопросу о повышении эффективности использования геоэкономического потенциала месторождений сложного строения на современном этапе развития открытых горных работ	54
Денисов Э.Е. Реализация технических возможностей бурового оборудования на месторождении «Даугызтау»	60
Рубцов С.К., Ершов В.П., Сидоров Е.Ю. Сравнительный анализ применения неэлектрических систем инициирования на горнодобывающих предприятиях	61
Лашко В.Т., Грищенко Г.Г., Кабиров А.Р. Схемы развития транспортных коммуникаций при отработке нижних рабочих зон карьера Мурунтау в границах IV очереди	66

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'zGEOTEXLITI»

При финансовой поддержке:

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

Главный редактор: РАИМЖАНОВ Б.Р.

Зам. главного редактора: СЫТЕНКОВ В.Н.

Редакционный совет:

АБДУЛЛАЕВ У.М., АБДУРАХМОНОВ С.А.,
БИБИК И.П., БЫЗЕЕВ В.К., ИНОЗЕМЦЕВ С.Б.,
КЛИМЕНКО А.И., КУСТОВ А.М.,
МАЛЫГИН О.Н., НАСИРОВ У.Ф., НОРОВ Ю.Д.,
РАХИМОВ В.Р., САИДОВ Р.Т.,
САНАКУЛОВ К.С., ТОЛСТОВ Е.А.,
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 информа-
ции 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, 70225, 70354,
5721767, факс 8(436) 5721015,
e-mail: Bibik_GVU@rambler.ru,
gornvest@rambler.ru

Компьютерная верстка: НАРМАНОВА Л.А.

Дизайн обложки: БАННОВ А.Н.

Оттиснено в типографии ООО «Тонг»
703050, г. Самарканд, ул. Багдат 3,
тел./факс 8(3662) 343512

Подписано в печать 18.04.2005 г.

Тираж 850 экз.

Лашко В.Т., Грищенко Г.Г., Кабиров А.Р. Технологические схемы отгрузки горной массы с буферного склада у дробильного перегрузочного пункта.....	68
Меликулов А.Д., Бызеев А.В., Мухитдинов Ш.Р., Степанян А.Г. Выбор крепления горных выработок для месторождения «Кайрагач»..	71
Некрасов И.Я., Бызеев А.В., Мухитдинов Ш.Р., Кудряшова Л.Н. Осушение прибортового массива разреза «Ангренский»	73

FOYDALI QAZILMALARNI BOYITISH VA METALLURGIYA / ОБОГАЩЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ

Шамин В.Ю., Бендик Д.А., Никитанов В.В., Файдель В.В. Совершенствование рудоподготовки в цикле измельчения и классификации на ГМЗ-3	76
Гуро В.П., Штырлов П.Ю., Ибрагимов А.М., Атакузиев А.А. Разработка ингибитора дендритообразования для катодного рафинирования меди	79
Эргашев У.А., Кривошеев Г.С. Исследование по гравитационному извлечению золотосодержащих сульфидов из смешанных руд месторождений «Кокпаташ» и «Даугызтау».....	82
Черкасов В.Ю., Гуцев И.Н., Клиневски З.Я. Оптимизация управления процессом измельчения и классификации в условиях ГМЗ-2.....	85
Черкасов В.Ю., Базаров У.М. Оптимизация параметров процесса сорбционного выщелачивания в условиях ГМЗ-2	91

ILMIY-LABORATORIYA IZLANISHLARI / НАУЧНО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Музафаров А.М., Саттаров Г.С., Думбрава А.А., Петухов О.Ф., Ослоповский С.А. Исследование изотопного состава урана альфа-спектрометрическим методом	94
Кустова Л.А., Пеклин В.П. Разработка нового количественного метода определения серебра в твердых золотосодержащих пробах ...	98
Атакузиев У.А., Атакузиев Т.А. Разупрочнение остаточной прочности кремнеземистых композиций на связке из жидкого стекла .	100
Бабаев З.К. Анализ минерального-геохимического состава кварцевых песков Янгиарыкского месторождения	104
Ляпин С.Б., Штырлов П.Ю., Хайтмитов А.А., Гуро В.П., Атакузиев А.А. Получение аммония рениевокислого из отходов сплава Fe-Ni-Re.....	105
Камалов З.К. К вопросу обогащения сырья	106

ELEKTR TA'MINOTI / ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Ансимов А.А., Крюкова С.С. Новые направления энергосбережения	108
--	-----

EKOLOGIYA VA TEXNIKA HAVFSIZLIGI / ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Можина Г.А. Первостепенная задача - сохранение природы Кызылкумов	109
--	-----

IQTISOD VA QONUNCHILIK / ЭКОНОМИКА И ЗАКОНОДАТЕЛЬНОСТЬ

Друбецкий Я.Н. Производственные инвестиции и риск инвестиционных проектов.....	110
Турдиев М.Т., Атауллаев А.О., Атауллаев Н.О. Саноат корхоналарида электр энергияни тежашнинг иккинчи босқич тадбирлари	113
Давранбеков А.У. О реализации геологической информации о недрах, полученной за счет государственного финансирования	115

TARIX / ИСТОРИЯ

Гай А.Ф. О везении в геологии	118
--	-----

HABARLAR / ИНФОРМАЦИЯ

Наши юбилеи	120
--------------------------	-----

REKLAMA / РЕКЛАМА

На 3 и 4 стр. обложки: Северное рудоуправление НГМК

ЗАРАФШАНЦЫ УСТРЕМЛЕННЫ В БУДУЩЕЕ!

Зарафшан – «несущий золото»! Так узбекский народ назвал реку, несущую жизнь хлопковым полям, садам, виноградникам. Этим именем назван и город – самый молодой и перспективный на карте независимого Узбекистана, где живут и работают трудящиеся Навоийского горно-металлургического комбината – флагмана золоторудной промышленности Республики Узбекистан.

История города начинается с мая 1964 г., когда было принято правительственное решение об организации новой строительной площадки на базе золоторудного месторождения Мурунтау, а в августе месяце уже была организована первая группа инженерно-технических работников различных специальностей: строителей, горняков, механизаторов, снабженцев, составившая исторически известный «десант первостроителей», прибывших 10 сентября на железнодорожную станцию Кызылкудук, куда начали поступать стройматериалы и оборудование. Грузы перебазировались на 35 км к востоку от станции, в самый центр пустыни Кызылкум, где в октябре месяце был сооружен исторический обелиск – указатель места городской стройплощадки. К январю 1965 г. были построены три барака: котельная, банно-прачечный комбинат, магазин с поэтическим названием «Ландыш». Январь 1965 г. – месяц официального начала строительства города. В марте был заложен первый фундамент 4-х этажного дома. В 1972 г. поселок Зарафшан получил статус города. Параллельно сооружались уникальные предприятия – гидрометаллургический завод, водовод «Амударья-Зарафшан», карьер рудника Мурунтау. Поступь золотодобывающей промышленности Узбекистана становилась все уверенней и стабильней.

За 40 лет своего существования в самом центре пустыни Кызылкум выросло не одно поколение, которое считает Зарафшан своей родиной не по прописке в паспорте, а искренне и глубоко прикипело к этому краю душой и сердцем. И в июне 2005 г., в День города, зарафшанцы, представители десятков национальностей Евразийского региона, будут чествовать первостроителей, вписавших славную летопись в историю Узбекистана, создав действующий золотопромышленный комплекс, известный сегодня всему цивилизованному миру!

Тем, кто пришел в пустыню первым, было очень трудно. В ту пору не было дорог, не хватало воды, негде было укрыться от знойных солнечных лучей в раскаленных песках. Но люди работали самоотверженно, не считаясь с трудностями, которые выпали на их долю. И сегодня потомки первостроителей – труженики Зарафшанского управления строительства и Центрального рудоуправления достойно продолжают традиции первопроходцев, ежегодно увеличивая производительность труда и досрочно выполняя годовые планы переработки руды и получения валютного металла. В знак глубокого уважения к тем, кто открыл подземные богатства, первая улица города была названа улицей Геологов. А на въезде в город, на высокой горе, сооружен, видимый издали, памятник геологам, положившим начало промышленному освоению Зарафшанского региона.

Зарафшан сегодня, благодаря зеленым паркам, многочисленным цветникам, стадиону, бассейну, теннисным кортам, городскому озеру с зоной отдыха, зданиям с современным архитектурным обликом, обустроенным дорогам и тротуарам, – красивый, зеленый город. Он построен на века и прочно стоит в центре пустыни Кызылкум. Его будущее надежно обеспечено не только запасом ума, воли и мужества тружеников НГМК, продолжающих осваивать огромную пустыню, но и кладами в недрах: геологами обнаружены алмазы, платиноиды, руды железа, вольфрама, редкоземельных элементов, металлоносных горючих сланцев, камней – самоцветов, стройматериалов. Горняки и металлурги наращивают потенциал получения конечных промпродуктов из традиционных руд урана, золота, фосфоритов.

Зарафшан! Как много впитал в себя этот город. Сегодня трудно себе представить, что всё это было создано в невероятно короткие сроки, и с каждым годом Зарафшан хорошеет, растёт и развивается, а зарафшанцы показывают всё новые примеры самоотверженного труда. Именно их знания, профессиональное мастерство, высокая ответственность и полная самоотдача вносят достойный вклад в экономическое процветание Республики Узбекистан.

ПРИЗНАНИЕ

посвящается самому
лучшему городу на Земле

На камнях потемневших дочерна,
Где походом ходил Тамерлан,
Кто-то вывел размашистым почерком:
«Я люблю тебя, Зарафшан!»
Может это мальчишка взъерошенный,
Что с уроков с друзьями удрал,
Удивленный, счастливый, восторженный
Любовался тобою со скал.
Может с бала последнего школьного
Дети классом сюда забрели,
Было счастье как небо огромное,
И немного шемило в груди.
Может с новеньким кто-то дипломом,
Возвратившись в родные края,
Признаваясь в любви к своей Родине,
Расписался на древних камнях.
Может это мужчина седеющий
Годы лучшие здесь вспоминал,
И как нежную хрупкую девушку
Гладил камни твои, Зарафшан.
На камнях, потемневших дочерна,
Средь летящих над городом скал,
Кто-то вывел размашистым почерком:
«Я люблю тебя Зарафшан!»

Снитка Н.П.,
гл. инженер рудника Мурунтау

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КОЧБУЛАК АНГРЕНСКОГО РУДОУПРАВЛЕНИЯ ОАО «АЛМАЛЫКСКИЙ ГМК»

Дабижа С.И., технический директор ОАО «Алмалыкский ГМК»; Оруджов У.С., зам. технического директора ОАО «Алмалыкский ГМК»; Ризаев Х.А., директор Ангреновского рудоуправления ОАО «Алмалыкский ГМК», канд. техн. наук; Лобанов В.С., начальник лаборатории ТПР «O'ZGEOTEXLITI»; Киселенко А.С., инженер первой категории лаборатории ТПР «O'ZGEOTEXLITI»

Перед рудниками ОАО «Алмалыкский ГМК» поставлена задача по резкому увеличению объемов производства, которую невозможно осуществить без совершенствования и модернизации систем разработки, традиционно применяемых на подземной добыче руды.

На месторождении жильного типа Кочбулак выделено несколько участков: Центральный, Токберды, Западный (Семгуран), Северо-восточный, Юго-восточный, Нишбаш и Ширак.

В настоящее время для отработки большинства крутопадающих рудных тел Кочбулакского месторождения 14, 25, 25а, 57, 57а, 228, 238 и др. применяется, в основном, система разработки подэтажного обрушения со шпуровой отбойкой и торцевым выпуском руды. Только в единичных случаях, на рудных телах 14 и 64, задействована система с магазинированием руды с рудной и полевой подготовкой, причем последняя является основной.

Для отработки пологопадающих и наклонных рудных тел, с углами падения до 50° (рудные тела 58, 59, 60, 62 и других), используется камерно-столбовая система разработки.

Отбойка руды в блоках осуществляется мелкошпуровым способом.

Установление рациональных параметров подэтажных систем разработки и ряда технологических решений [1-7] позволили кардинально решить проблемы повышения безопасности и улучшения условий труда при добыче руды, вывести или сократить время пребывания человека и механизмов в очистном пространстве, повысить уровень механизации горных работ,

Т а б л и ц а
Удельный вес применяемых систем в общем объеме добычи руды по месторождению Кочбулак

Наименование системы разработки	Удельный вес по годам, %			
	1981 г.	1990 г.	2003 г.	2004 г.
С магазинированием руды	67,5	52,2	7,5	5,4
Камерно-столбовая	30	32,8	39,9	41,3
Система подэтажного обрушения (мелко-шпуровая отбойка)	2,5	3,7	52,6	53,3
Горизонтальные слои с закладкой	-	11,3	-	-
Итого	100	100	100	100

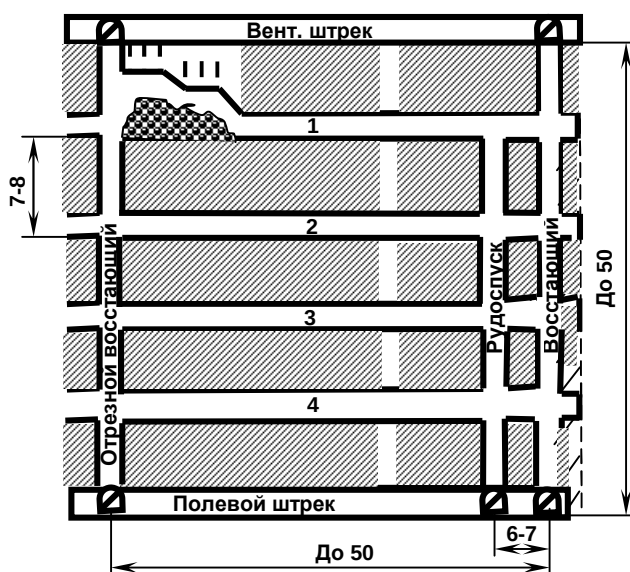


Рис. 1. Система разработки с отбойкой руды из подэтажных штреков мелкошпуровым методом:
1-4 – подэтажные штреки, м

что привело к резкому снижению удельного веса систем разработки с магазинированием (с 67,5 % в 1981 г. до 5,4 % в 2004 г.).

Динамика изменения удельного веса применяемых систем разработки по месторождению Кочбулак с 1981 г. по 2004 г. приведена в табл.

Система разработки с подэтажным обрушением и мелкошпуровой отбойкой, в свое время, была локализована для местных условий месторождения Кочбулак при непосредственном участии авторов и, в настоящее время, является основной системой разработки при добыче крутопадающих и наклонных рудных тел (рис. 1).

Подготовка блока к отработке с применением системы подэтажного обрушения со шпуровой отбойкой и торцевым выпуском руды состоит в проходке ортов-заездов длиной 5-7 м из существующего полевого штрека, пройденного в качестве подходной выработки к рудному телу.

Из ортов-заездов проводятся восстающий и рудоспуск, которые, по мере проходки, сбиваются между собой ходками.

Нарезные работы включают в себя проходку ходков из рудоспуска, подэтажных штреков, ниш под скреперные лебедки (ЛС) и отрезных восстающих.

Подэтажные штреки проходятся из рудоспуска через каждые 8 м по высоте блока. Отрезной восстающий проходится на другом фланге блока с оставлением охранного целика возле восстающего сопредельного блока.

Очистные работы в блоке производятся после проходки подготовительных и нарезных выработок и заключаются в шпуровой отбойке целика между подэтажными штреками в пределах контура блока.

Отбойка производится в отступающем порядке по направлению от отрезного восстающего к рудоспуску, начиная с верхнего этажа.

Дальнейшее совершенствование конструктивных элементов подэтажной выемки руды направлено на создание принципиально новых комбинированных способов отбойки – доставки руды и независимого выполнения основных и вспомогательных процессов добычи, позволяющих образовать необходимый запас отбитой руды, расширить фронт очистных работ, создать условия интенсификации производственных процессов, способствующих переходу на циклично-поточную технологию отработки жильных месторождений.

Сочетание отбойки восходящими и нисходящими скважинами определенного наклона и длины определяет рациональную высоту подэтажа, количественно-качественные показатели отбойки, безопасные и комфортные условия труда рабочих очистного забоя.

Совершенствование взрывных работ при отработке тонких жил сводится к применению скважин в процессах очистных работ, а также при подготовке-нарезке блоков, в том числе и его днища.

Перспективность новых технологий находится ныне в прямой зависимости от уровня механизации основных и вспомогательных процессов. Особенно это касается разработки маломощных жильных месторождений.

В практике горного дела наметились два самостоятельных, конкурирующих направления: использование малогабаритных самоходных машин, способных вписываться в выработки, сечение которых не превышает 6 м², и специализированных комплексов для отработки жил вертикальным забоем.

В первом направлении радикальный шаг вперед сделали зарубежные фирмы «Экипман-Минье» (Франция), «Эймко» (США), «Тамрок» (Финляндия), создавшие высокопроизводительные малогабаритные самоходные погрузочно-транспортные машины (ПТМ) и бурильные установки с высокими эксплуатационными качествами, позволяющие получать удовлетворительные технико-экономические показатели добычи.

Второе направление механизации очистной выемки жил при помощи механизированных комплексов включает в себя применение машин для работы в вертикальных выработках (в том числе передвигающихся по монорельсу) и механизированных очистных комплексов, передвигающихся в призабойном пространстве при помощи гидродомкратов.

К достоинствам такой технологии следует отнести высокую производительность труда, повышение безо-

пасности ведения горных работ, благодаря минимально короткому сроку пребывания рабочих в очистном пространстве.

Краткий анализ свидетельствует, что для рудников разрабатывающих маломощные месторождения, основным путем повышения технико-экономических показателей предприятий следует считать внедрение самоходного оборудования (СО), которое имеет техническое превосходство перед комплексом монорельсовым механизированным (КММ).

К преимуществам самоходных машин следует отнести возможность автономного передвижения по горным выработкам и выполнение основных технологических операций. Независимое расположение бурильных установок в горизонтальной выработке дает возможность двум рабочим обслуживать 2-3 агрегата.

Система разработки подэтажными штреками с использованием самоходных машин более рациональна в отношении скорости бурения при сохранении уже пробуренных скважин. Увеличение сечения горных выработок при использовании СО и относительно высокая стоимость оборудования частично компенсируется высокой производительностью труда проходчиков, достигающей уровня производительности труда на очистных работах.

Новая технология - подэтажная система с нисходящей выемкой жил при ограниченных размерах блока и отбойкой неподсеченной части подэтажа полувеерами скважин, созданная под руководством академика М.И. Агошкова, предусматривает установление рациональных параметров подэтажных систем с нисходящей и комбинированной выемкой жил сплошными забоями по простиранию, использование самоходных малогабаритных машин, двустороннюю отбойку жилы (согласно ее залеганию) встречно-направленными скважинами малого диаметра, применением скважин в процессах очистных работ и при подготовке-нарезке блоков.

Предлагаемая технология (без захода людей и машин в выработанное пространство) создает безопасные и благоприятные условия для интенсификации разработки, позволяет вести целевую выемку тонких жил, эффективно использовать самоходное оборудование и скважинную отбойку на очистных и проходческих работах.

Вариант технологии выемки жил с отбойкой скважинами диаметром 56 мм, пробуренных буровой установкой типа КБУ-80, представлен на рис. 2 [1].

С целью улучшения количественных и качественных показателей отработки в условиях ослабленных рудных тел и вмещающих пород, вывода людей и механизмов из очистного пространства, создания безопасных условий работы, предлагается комбинированный вариант системы разработки, который является модификацией системы подэтажного обрушения, разработанной ИФ и МГП АН Киргизии (рис. 3) [4].

Как видно из рисунка, около 30 % запасов блока перепускается на откаточный горизонт по подэтажным штрекам и рудоспуску, остальная часть – через ортызаезды. Бурильщик и скреперист находятся вне очистного пространства. Выпуск руды производится слоя-

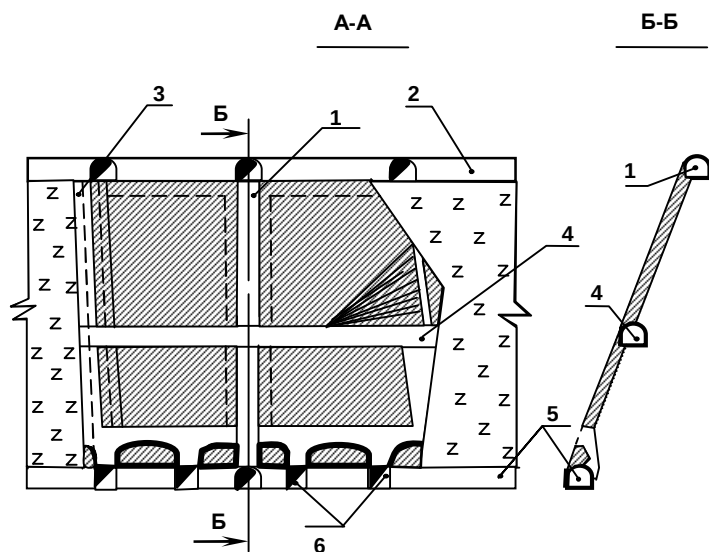


Рис. 2. Подэтажная система с нисходящей выемкой и отбойкой неподсеченной части подэтажа полувеерами скважин:

1 – вентиляционный штрек; 2 – центральный блоковый восстающий; 3 – отрезной восстающий; 4 – подэтажный штрек; 5 – откаточный штрек; 6 – орты-заезды

ми: сначала выпускается руда первого слоя на первый орт-заезд. По мере выпуска замагазинированной руды первого слоя на подэтажах 1-4 бурятся скважины и взрываются на всю высоту подэтажа наклонными слоями шириной 5 м (отбойка осуществляется в два приема по 2,5 м). К моменту полного выпуска первого слоя слой 4 подготовлен (обурен и отбит) для выпуска неразубоженной руды, которая по подэтажам 2 и 3 скреперуется в рудоспуск. После выпуска руды четвертого слоя начинается выпуск замагазинированной руды второго слоя через орт-заезд № 2. Руда, выпущенная без вторичного разубоживания через второй и третий подэтажи, составляет около 30 % общего объема временно замагазинированной руды.

При выпуске временно замагазинированной руды необходимо соблюдать оптимальный режим последовательной отгрузки руды из ортов-заездов с опережением времени развития сил разрушения боковых пород в обнажающейся части камеры.

При этом режиме, начиная с первого и кончая последним выпускным отверстием, необходимо выпустить полностью руду до появления пустых боковых пород.

Наклонная поверхность невыпущенной руды опирается на острый гребень очередной воронки под углом, близким к углу естественного откоса данной руды. По мере выпуска из следующих ортов-заездов наклонная поверхность невыпущенной руды как бы передвигается по простиранию к другому торцу блока. При этом, угол наклона его к горизонту остается постоянным,

около 60-70°. При дальнейшем выпуске отслаивающиеся куски породы либо скатываются на фланг блока, либо остаются на поверхности рудной массы.

По сравнению с обычной системой с магазинированной рудой в этом варианте магазин подвижен: по мере продвижения фронта очистных работ он передвигается путем выпуска руды из крайних ортов-заездов. Такая подвижность не позволяет руде слеживаться и, в тоже время, поддерживает вмещающие породы, что способствует улучшению количественных и качественных показателей выпуска.

Однако, несмотря на высокую трудоемкость назрежных работ, система подэтажных штреков по сравнению с другими системами разработки жил отличается существенными преимуществами, главными из которых являются безопасность и большой фронт очистной выемки, позволяющий развивать высокую скорость продвижения линии очистных забоев и, главное, возможность вести разработку с оставлением не вынутыми неминерализованных участков жил или участков с непромышленным содержанием металла.

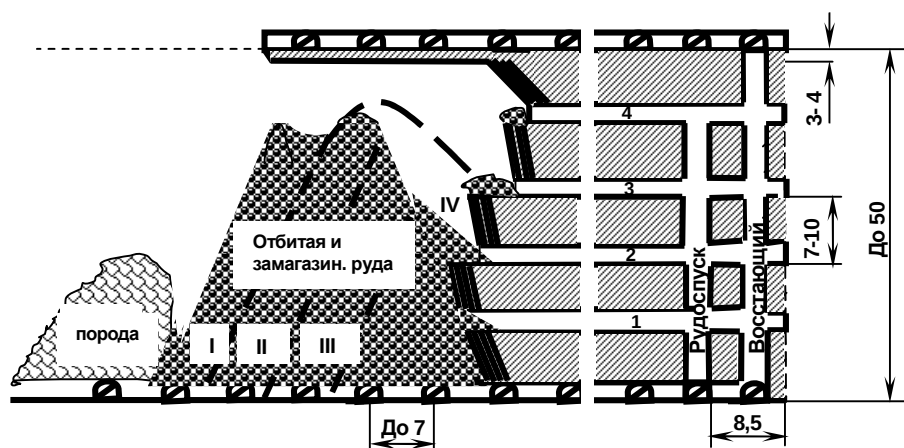


Рис. 3. Комбинированная система разработки с подэтажной отбойкой, частичным магазинированием и выпуском отбитой руды слоями:

I-IV – слои выпускаемой руды, 1-4 – подэтажные штреки, м

Дальнейшее совершенствование технологии добычи руды должно быть направлено:

1. На увеличение высоты подэтажа путем замены мелкошпуровой отбойки на отбойку скважинами малого диаметра 45-56 мм, позволяющую повысить уровень механизации буровых и взрывных работ.

2. Использование малогабаритных комплексов самоходного оборудования (буровых кареток, погрузочно-транспортных машин, буровых станков, комплектов переносного оборудования типа КБУ-50) как с дизельным, так и электрическим приводом, позволяющих проходить подэтажные выработки небольшого сечения (4-6 м²), серийно выпускаемых как западными, так и российскими фирмами.

3. Внедрение прогрессивных систем разработки дает перспективу дальнейшего совершенствования технологии и механизации ведения горных работ, позволяет расширить сырьевую базу подземного рудника и повысить эффективность его работы.

Список литературы:

1. Мамсуров А., Аврамов В.Е., Казьмин М.И., Никуличев Б.А. Эффективная технология разработки жильных месторождений. // Горный журнал. 1986. № 5, с. 25-27.
2. Кахаров А.К., Назарчик А.Ф., Галченко Ю.П., Дружков В.Г., Галченко С.П., Артемьев В.П., Лобанов В.С. Безопасные системы и технология разработки жильных месторождений. // Безопасность труда в промышленности. 1982. № 11, с. 50-51.
3. Казьмин М.И., Никуличев Б.А., Аврамов В.Е. Обзорная информация. Выпуск 1. Эффективная технология разработки жильных месторождений на основе применения высокопроизводительного оборудования и скважинной отбойки. М., 1988, с. 43-46.
4. Средазипроцветмет. Совершенствование добычи руд открытым и подземным способами. Научные труды № 13. Т., 1975, с. 103-109.
5. Агошков М.И., Мамсуров Л.А., Аврамов В.Е. и др. Способ разработки тонких и средней мощности наклонных и крутопадающих жил. А.С. 761706. Заявл. 13.11.78, № 2682302 / 22-03; опубл. 07.09.80. Бюллетень № 33.
6. «Изыскание и исследование систем разработки на месторождениях «Амбулак» и «Центральный Гузаксай» Чадакского рудного поля в условиях ослабленных рудных тел и вмещающих пород»: отчет о НИР (закл.) / «O'zGEOTEXLITI» Руководитель В.С. Лобанов. Инв. № ПТ-65936; контракт № 141 - Н/21 - 93ЮР.
7. «Выбор технологических схем и параметров систем разработки очистных и проходческих работ»: Отчет о НИР (промеж. точн.) / «O'zGEOTEXLITI»; Руководитель В.С. Лобанов. Инв. № ПТ-65934, контракт № 152 - Н/21 - 1179 ЮР.

УДК 622.271

© Клименко А.И., Кяро В.А., Красников С.Я. 2005 г.

БЕССТОЕЧНАЯ КРЕПЬ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

Клименко А.И., генеральный директор ОАО «Узбекуголь», канд. техн. наук; **Кяро В.А.**, главный специалист по локализации производства ОАО «Узбекуголь»; **Красников С.Я.**, заведующий сектором института «O'zGEOTEXLITI», канд. техн. наук

В связи с резким увеличением стоимости крепежных материалов, особенно импортируемых - металлического спецпрофиля и леса, становится актуальным поиск технологических решений, которые позволили бы значительно снизить металлоемкость подготовительных выработок без снижения их надежной работы.

Одним из таких решений является разработанная в институте КНИУИ бесстоечная крепь, использующая прочностные свойства массива [1].

Способы установки большинства применяемых крепей (арочных и трапезиевидных) подготовительных выработок, при всем многообразии их конструкций, мало чем отличаются друг от друга и заключаются, в основном, в установке стоечных элементов на почву выработки и последующем монтаже верхней части конструкции, так называемого верхняка, на эти элементы (рис. 1).

В бесстоечной крепи в качестве боковых опор при ее установке используется часть массива горной выработки - специально подготовленные (спрофилированные) выступы в боковых стенках выработки. Конструкция такой крепи показана на рис. 2.

Способ установки бесстоечной крепи заключается в следующем. Комбайном типа ГПК, 4ПУ в боках подготовительной выработки оформляются уступы, на которые устанавливается крепь (рис. 2). Элементами крепи являются серийно изготавливаемые стойки (металлический профиль) от крепи КМП-АЗ, соединенные с арочным верхняком.

На фото (рис. 3) показана бесстоечная крепь, установленная в штреке.

Главной особенностью этой крепи является ее способность в процессе нагружения при деформации окружающего ее породного массива, передавать верти-

кальные нагрузки от кровли на бока выработки, дополнительно удерживая их и повышая устойчивость выработки в целом.

При этом, в боках выработки (уступы), выполняющих роль основания крепи, под воздействием распорных усилий формируются зоны предельного равновесия.

Геометрические параметры уступов зависят от формы и величины этих зон (от углов внутреннего трения пород массива и от прочности пород на одноосное сжатие). Верно и обратное: на параметры зоны предельного равновесия влияют ширина уступа (площадь опоры

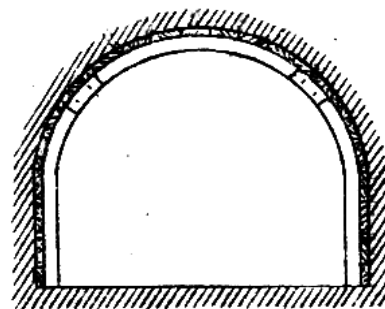


Рис. 1. Классическая конструкция арочной металлической крепи

крепи) и угол наклона уступа относительно почвы выработки.

Проведенные в свое время в институте КНИУИ и в условиях ОАО «Узбекуголь» лабораторные и шахтные исследования [2] показали, что оптимальными параметрами опорных уступов, обеспечивающими их устойчивое состояние, являются: ширина уступа 0,4-0,6 м, угол наклона верхней площадки уступа 30-40°, максимальная высота уступа 1,5 м.

При этих параметрах величина допустимой нагрузки на уступ в 3-4 раза превышает несущую способность крепи (160 кН).

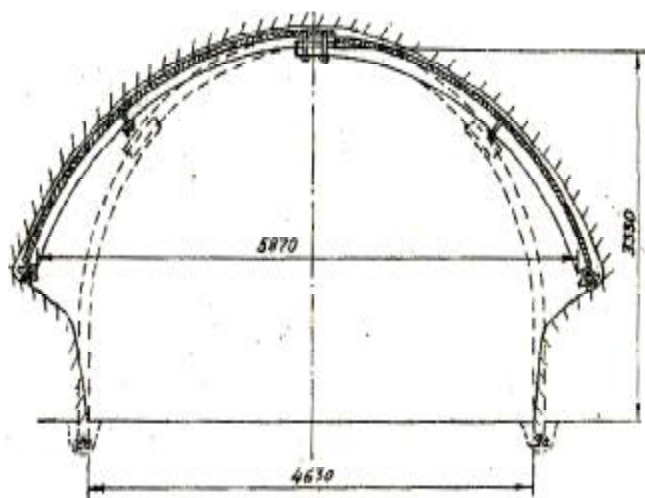


Рис. 2. Конструкция бесстоечной арочной крепи

Увеличение параметров уступа (угла наклона и ширины опорной площадки) приводят к увеличению допустимой нагрузки на уступ. С уменьшением высоты уступа увеличивается его устойчивость.

Вертикальная податливость крепи изменяется до 350 мм, а горизонтальная - до 220 мм.

Проведенные на шахте № 9 опытные работы по испытанию технологии возведения и конструкции бесстоечной крепи показали принципиальную возможность успешного применения бесстоечных крепей в условиях Ангренского бурого угольного месторождения.

С учетом полученного опыта, специалистами ОАО «Узбекуголь» разработана новая конструкция бесстоечной крепи, позволяющая отказаться от использования тяжелого металлического профиля в пользу железобетонных сегментов, что обеспечит значительную

экономии дефицитных материалов. Подана заявка в патентное ведомство республики на получение патента на изобретение.



Рис. 3. Бесстоечная крепь в горной выработке

Применение новых прогрессивных конструкций крепи и приемов ее возведения позволит не только уменьшить объемы использования привозных крепежных материалов в пользу местного сырья, но и повысить технологичность, производительность и качество выполняемых работ.

Список литературы:

1. Кизилев Н.П., Сударинов Е.А., Вечера В.Н. и др. Способ установки бесстоечной крепи и устройство для его осуществления. А.С. 616413. Оpubл. в Б.И., 1978, N 27.
2. Определение возможности применения бесстоечных крепей для условий шахт ПО «Среднеуголь». Отчет, рук. работы, Кизилев Н.П. Ташкент, 1993, 7 с.

УДК 622.270

© Раимжанов Б.Р., Якубов С.И., Мухиддинов Д.Н. 2005 г.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДЗЕМНОГО СЖИГАНИЯ ДЛЯ МОЩНЫХ ПЛАСТОВ БУРОГО УГЛЯ АНГРЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Раимжанов Б.Р., ректор НГГИ, докт. техн. наук, проф.; Якубов С.И., зам. декана ТЭФ ТашГТУ, канд. техн. наук; Мухиддинов Д.Н., проф. ТашГТУ, докт. техн. наук

В энергетике большое внимание уделяют топливным ресурсам, современным технологиям использования и преобразования энергоносителей [1]. Как показывает опыт промышленной разработки топливных ресурсов, ежегодно около 12 % энергоносителей (в основном уголь) остаётся в недрах [2]. Эти потери связаны с оставлением целиков; невозможностью ведения работ с по-

вышенной газомобильностью, пожароопасностью, горным давлением; переоценкой и списанием запасов и другими непредвиденными обстоятельствами.

Анализ разработки мощных угольных пластов на шахтах ОАО «Узбекуголь» Республики Узбекистан, показывает, что неизвлеченные запасы составляют значительное количество угля [3].

В данной работе приводится совершенно новая технология извлечения оставшихся запасов. Данная технология основывается на полном сжигании угля в недрах в их непосредственном залегании с последующим извлечением тепловой энергии из продуктов полного сгорания [4].

Преимуществом данной технологии является:

- *безлюдный способ извлечения угля;*
- *незначительная потребность эксплуатационных расходных материалов;*
- *практическое отсутствие зольной и балластной части угля;*
- *полное отсутствие вредных окислов азота;*
- *отсутствие подземных и наземных грузотранспортных потоков;*
- *отсутствие постоянно действующих вентиляционных сооружений;*
- *отсутствие сложной и дорогостоящей электрокабельной сети и подстанции;*
- *достаточная тепловая мощность;*
- *вовлечение близлежащих горючих компонентов в процесс горения;*
- *использование пространства угольного пласта в качестве энерготехнологического подземного котла-агрегата;*
- *экологическая чистота;*
- *высокий коэффициент извлечения полезного ископаемого.*

К недостаткам данной технологии можно отнести:

- *наличие либо эксплуатационных потерь, либо технологических целиков, либо забалансовых или непромышленных запасов;*
- *практическая невозможность контроля процесса горения непосредственно в угольном пласте;*
- *относительно низкий энергетический потенциал продуктов сгорания;*
- *неравномерность скорости сгорания угля в пласте;*
- *значительное колебание суточной температуры атмосферного воздуха;*
- *неопределенность местонахождения огневого фронта во времени и пространстве;*
- *невозможность качественного управления процессом подземного сжигания;*
- *обязательное принятие всех мер безопасности и предотвращения проникновения огневого фронта в рабочие зоны шахты.*

Те или иные преимущества и недостатки необходимо экспериментально исследовать, принять соответствующие меры, улучшающие технико-экономические и экологические показатели процесса подземного сжигания.

На рис. приведена технологическая схема процесса подземного сжигания угольного целика для мощных пластов Ангренского месторождения. Согласно технологическим условиям, оставленные угольные целики предварительно подготавливаются, т.е. про-

кладываются технологические штреки для подачи воздуха и отвода продуктов сгорания, пробуриваются воздухоподающие и газоотводящие скважины, угольный целик согласно принятой топологической схемы оконтуривается горными выработками, устанавливается поверхностный теплотехнический комплекс, который соединяется с газоотводящей скважиной. При этом, газоотводящая скважина рассчитывается для работы под разрежением.

При технологии подземного сжигания угольного целика, принимаются все меры безопасности для предотвращения проникновения огневого фронта в рабочие зоны шахты [5].

Процесс подземного сжигания по принципу структурного оформления подобен процессу подземной газификации угля. Он отличается лишь тем, что гидравлическое давление воздуха в угольном пласте ниже атмосферного, отсутствуют мощные турбокомпрессорные газодувки, специальные электрические подстанции небольшой мощности, отсутствует громоздкий трубопровод для горючего газа и др.

Согласно проведенным экспериментальным исследованиям на модельной установке [6] показана возможность подземного сжигания угля с последующим извлечением тепловой энергии из продуктов сгорания. Учитывая масштабность имитирования процесса сжигания, приняты некоторые допущения, которыми можно пренебречь.

На основании обобщения экспериментальных ис-

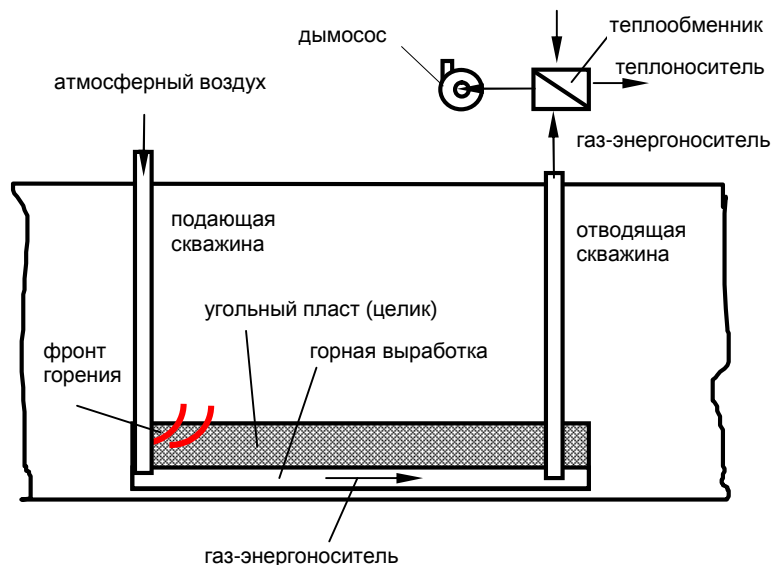


Рис. Схема подземного сжигания пологих угольных пластов

следований установлены основные технологические особенности процесса подземного сжигания угольного целика.

Во-первых. Установлено, что процесс розжига должен обеспечить гарантированное сгорание угля на начальной стадии.

Во-вторых. Определено влияние топологической схемы угольного целика на равномерное и стабильное сгорание.

В-третьих. Среднесуточное колебание температуры влияет на скорость сгорания угля.

В-четвертых. Установлена принципиальная возможность извлечения энергии угля до 20 % в виде полезной тепловой энергии.

Таким образом, предлагаемая технология подземного сжигания, позволяет оставшиеся угольные запасы в недрах вовлечь в топливно-энергетический баланс, увеличить коэффициент использования угля.

Список литературы:

1. Чернецкая Е.В., Якубов С.И. Основные пути повышения эффективности сжигания твёрдого топлива. // «Техника yulduzlari». Ташкент, 2003, № 3, с. 48-53.
2. Селиванов Г.И. Технология отработки пожароопасных пластов Кузбасса для получения различных видов энергии из угля. / Нетрадиционные технологии разработки угольных месторождений. М. МГИ, 1988, с. 105-109.
3. Акбаров Т.Г. Технико-экономическое обоснование вариантов комбинированной отработки мощных бурогоугольных пластов. / Интенсивная и безотходная технология разработки угольных и сланцевых месторождений. М. МГИ, 1989, с. 14-15.
4. Мухиддинов Д.Н., Шаисламов А.Ш., Якубов С.И. Перспективы использования угля в топливно-энергетическом балансе / Энергия ва ресурс тежаш муаммолари, № 1-2, Ташкент, 2004, с. 55-60.
5. Раимжанов Б.Р., Акбаров Т.Г., Шарипов Т.Т. Меры безопасности при одновременной работе шахты и участка подземного сжигания угля. / Интенсивная и безотходная технология разработки угольных и сланцевых месторождений. М. МГИ, 1989, с. 95.
6. Якубов С.И., Мухиддинов Д.Н. Экспериментальное подземное сжигание бурого угля Ангарского месторождения. / «XX th Century in the History of Central Asia» & «Topical Problems of Natural Sciences Today». Tashkent, 2004, p. 20-22.

УДК 622.271

© Сытенков В.Н., Дребенштедт К., Равшанов Д.М. 2005 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПА ЦИКЛИЧНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ГОРНО-ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Сытенков В.Н., главный инженер Центрального рудоуправления НГМК, докт. техн. наук, проф.; **Дребенштедт К.**, проректор по науке Фрайбергской ГА ТУ, Германия, докт. техн. наук, проф.; **Равшанов Д.М.**, аспирант Фрайбергской ГА ТУ, Германия

Важнейший резерв повышения эффективности освоения месторождений базируется на идее малоотходных и безотходных технологий добычи и переработки минерального сырья, что предполагает применение определенных принципов организации горно-перерабатывающего производства (рис. 1) и создание условий для вовлечения всех минерально-сырьевых ресурсов в хозяйственный оборот. Особое значение этот фактор принимает сегодня, когда конъюнктура на минеральное сырье может меняться как в сторону ухудшения, так и в сторону улучшения непредсказуемым образом. Положения также осложняются прогнозируемыми и непрогнозируемыми изменениями горно-геологических и горнотехнических условий месторождений.

При освоении крупных месторождений, разработка которых длится не одно десятилетие, неизбежно образование большого количества горной массы с некондиционным содержанием полезного компонента, а также существенного количества отходов переработки. В результате изменения рыночной конъюнктуры или появления более эффективных технологий эта горная масса и отходы переработки могут превратиться в техногенные месторождения, и минеральное сырье будет востребовано. Такие изменения внешних условий, переводящие горную массу из разряда отходов производства в полезное ископаемое, обуславливают необходимость в адаптации подходов к освоению подобных месторождений.

В районах ведения горных работ создание условий для использования отходов производства является неотъемлемой частью не только рационального использования экономического потенциала месторождений, но и управления состоянием окружающей среды, что рассмотрим на примере освоении золоторудного месторождения Мурунтау, являющимся типичным сложно-

структурным месторождением с большим диапазоном изменения содержаний полезного компонента.

Месторождение Мурунтау (1958 г.), расположенное в пустыне Кызылкум (Узбекистан), залегает в метаморфизованной толще терригенных отложений ордовик-нижне-силурийского возраста и состоит из переслаивающихся метаморфизованных алевролитов и слюдисто-кварцевых сланцев (60÷65 % по объему), углеродистых метаморфизованных алевролитов (17÷25 %), углеродисто-сланцевых сланцев (8÷10 %) и кварцевых жил (~ 5 %).

На первом этапе изучения (1958-1963 гг.) месторождение Мурунтау относилось к жильному типу, поэтому рассматривалось и разведывалось как система



Рис. 1. Принципы организации горно-перерабатывающего производства

золотоносных кварцевых жил. Однако, дальнейшими поисково-разведочными работами была установлена золотоносность вмещающих пород, имеющих вкрапленную и прожилковую минерализацию, что послужило основой для изменения представлений о морфологии и структуре месторождения, которое в предложенной модели (1963 г.) рассматривается в качестве крупного, неправильной формы штокверка (рис. 2), прослеженно-го на глубину ~2 км.

Уже тогда установленные запасы позволили предположить, что для освоения месторождения потребуются создание крупного горно-перерабатывающего комплекса со сроком существования в течение многих десятилетий, на протяжении которых научно-техническая и экономическая ситуация неизбежно изменится. Поэтому возникла необходимость разработки такой стратегии освоения месторождения, которая будет обеспечивать управление сырьевыми ресурсами сообразно меняющимся условиям. За основу указанной стратегии было принято строительство карьера этапами, в процессе развития которого золотоносные вмещающие породы явились источником образования значительных запасов забалансовой руды, накапливаемой в отвалах и рассматриваемой в качестве перспективной сырьевой базы перерабатывающего комплекса.

Разработка месторождения Мурунтау началась в

1967 г. Проектные размеры карьера в конечных границах IV очереди: длина - 3,5 км, ширина - 2,5 км, глубина 630 м, объем горной массы - $1,5 \cdot 10^9$ м³. Перспективная глубина составляет 900-1000 м. В карьере Мурунтау на 01.01.2004 г. извлечено более $1,1 \cdot 10^9$ м³ горной массы (до 110 млн т/год), а на гидрометаллургическом заводе переработано около 600 млн т руды.

В настоящее время фактическая глубина карьера составляет 480 м. В таких карьерах главная проблема - транспортная проблема, важность решения которой по мере увеличения глубины ведения горных работ возрастает, а справиться с ней только средствами автомобильного транспорта не представляется возможным. Так, за 30 лет существования карьера расстояние перевозки породы в отвал автотранспортом выросло в 3,1 раза (с 2,5 до 7,7 км) при практически пропорциональном снижении эффективности работы автосамосвалов. Поэтому в 1984 г. в карьере был внедрен комбинированный автомобильно-конвейерный транспорт, в котором автосамосвалы выполняют роль сборочного транспорта, доставляя горную массу из экскаваторных забоев до стационарных дробильно-перегрузочных пунктов, где она после дробления загружается на ленточные конвейеры. Этими конвейерами горная масса доставляется в отвалы или склады.

Глубина карьера в момент внедрения автомобильно-

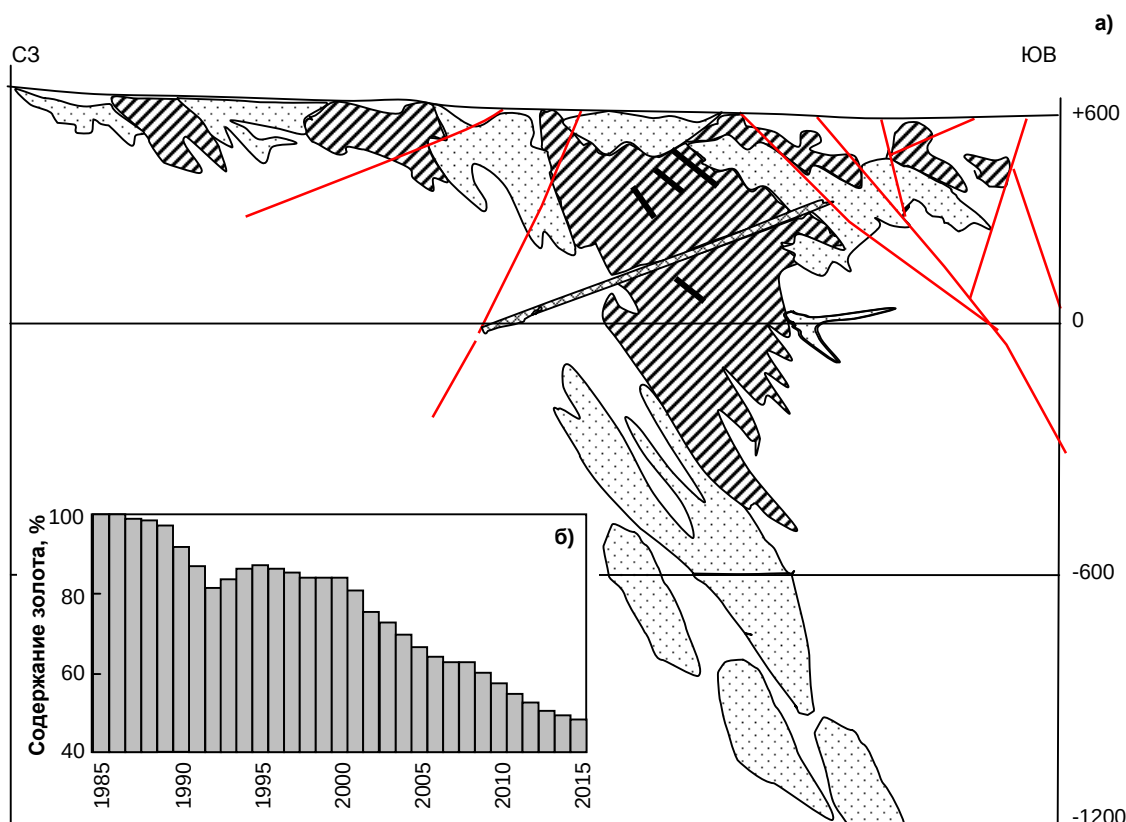


Рис. 2. Схематический разрез центральной части месторождения Мурунтау (а) и динамика изменения содержания золота во времени (б)

- | | |
|---|--|
| богатые рудные столбы с коэффициентом рудоносности > 0,8; | бедные рудные тела с коэффициентом рудоносности > 0,3; |
| золотоносные кварцевые жилы; | дайки плагипорфира |

конвейерного транспорта составляла 180-200 м, что до настоящего времени позволяет поддерживать расстояние перевозки горной массы автосамосвалами до перегрузочных пунктов на уровне 1,5-2,0 км, а в среднем по карьере – 3,6-3,9 км. Соответственно улучшены технико-экономические показатели добычи руды, что позволило уже сегодня расширить границы открытой разработки месторождения Мурунтау, увеличив его проектную глубину до 735 м. Одновременно выяснилась экономическая целесообразность снижения кондиций на перерабатываемую руду, что значительно (~ на 80 %) расширило сырьевую базу.

Ориентация на расширение сырьевой базы за счет забалансовой руды была принята в качестве перспективного направления практически с самого начала освоения месторождения Мурунтау. Для этого уже в первые годы в карьере Мурунтау велись раздельная добыча и складирование товарной и забалансовой руды и вскрышных пород.

Первоначально к забалансовой руде относили руды с содержанием $2,0 \text{ г/т} \leq C_{\text{зб.2}} < 2,5 \text{ г/т}$, которые укладывались в так называемый склад № 2 и руды с содержанием $1,5 \text{ г/т} \leq C_{\text{зб.3}} < 2,0 \text{ г/т}$ (склад № 3) [1]. Затем стали выделять в отдельный грузопоток и руды с содержанием $1,0 \text{ г/т} \leq C_{\text{зб.4}} < 1,5 \text{ г/т}$ (склад № 4), а руду с содержанием в недрах более 1,0 г/т стали рассматривать как перспективную сырьевую базу ГМЗ-2. Горная масса с содержанием менее 1,0 г/т относится к породам вскрыши и отдельно не складировается. Это привело к тому, что порода в отвалах имеет среднее содержание золота ~0,35 г/т, а ее количество к настоящему времени достигло ~ 1500 млн т. По предварительной оценке среди таких пород в отвалах могут быть выделены участки с повышенным содержанием золота (не менее 0,5 г/т) и общими запасами 250 млн т. Кроме того, при выделении в отдельный грузопоток пород с содержанием золота менее 1,0 г/т возможно на протяжении 20-25 лет из карьера получать ежегодно по 5-6 млн т горной массы с содержанием 0,7-0,8 г/т.

Значительные запасы забалансовой руды послужили основой для увеличения производительности перерабатывающего завода ГМЗ-2 и организации кучного выщелачивания золота.

Перерабатывающий завод ГМЗ-2, представляющий собой гидрометаллургический производственный комплекс, был введен в эксплуатацию в 1969 г. с производительностью 5 млн т руды в год, которая увеличивалась этапами и в настоящее время превысила 28 млн т в год за счет вовлечения в переработку забалансовой руды (с 1978 г.). Для нормального протекания гидрометаллургических процессов на 1 т перерабатываемой руды требуется 5 м^3 воды, которая подается из реки Амударья по водоводу протяженностью 220 км с перепадом высот +600 м. Для сокращения потребности в воде на ГМЗ-2 внедрено оборотное водоснабжение и 80 % воды возвращается в технологический процесс, а остальная (~30 млн м^3 в год) используется на самотечный (перепад высот -300 м) гидротранспорт отходов переработки в хранилище, расположенное в 40 км от завода. Эта вода в количестве около 15÷20 млн м^3 накапливает-

ся в прудке (площадь ~5÷6 км²) хранилища, а остальная - расходуется на испарение (~10÷12 млн м^3 /год) и фильтрацию. Поэтому сокращение этих потерь при соответствующем уменьшении забора воды из реки Амударья является вполне логичным шагом, направленным на снижение энергетических затрат и платежей за экологическое воздействие на природную среду.

Для переработки методом кучного выщелачивания забалансовой руды, накопленной за 25 лет существования карьера Мурунтау, в феврале 1992 г. компанией «Ньюмонт» (США), Государственным комитетом по геологии и минеральным ресурсам Республики Узбекистан и Навоийским горно-металлургическим комбинатом создано совместное предприятие «Зарафшан-Ньюмонт». Согласно договору этому предприятию передано 220 млн т руды со средним содержанием 1,4 г/т [2]. Такое количество руды планируется переработать за 15 лет, а после окончания работ останется штабель размером 950×2250 м и высотой 80 м.

В соответствии с действующим законодательством Республики Узбекистан последствия ведения горных работ должны быть ликвидированы путем не только технической, но и биологической рекультивации нарушенной земной поверхности. Для выполнения такой рекультивации СП «Зарафшан-Ньюмонт» резервирует финансовые средства из расчета 0,06 \$ США на 1 т переработанной руды, что позволит к моменту окончания работ накопить сумму, определенную проектом на эти цели. Однако значительное повышение цены золота на рынке обусловило целесообразность пересмотра отношения к отработанной руде и методам рекультивации территории кучного выщелачивания, что базируется на следующих предпосылках.

Для сокращения срока погашения кредитов СП «Зарафшан-Ньюмонт» в течение первых 5-ти лет (с 1995 г.) перерабатывало руду со средним содержанием золота ~1,8 г/т. При переработке такой руды извлечение составило 55÷60 %, а более бедной - ~50 %. После окончания процесса выщелачивания в штабеле остается 40-50 % золота (0,7÷0,8 г/т), поэтому его следует рассматривать как типичное техногенное месторождение, в котором рудный материал измельчен до крупности -3,25 мм. При определенных экономических и экологических условиях запасы этого месторождения становятся сырьевой базой ГМЗ-2 и перерабатываются по традиционной заводской технологии. В результате руда из штабеля после доизмельчения и доизвлечения золота на заводе перемещается в имеющееся хранилище отходов, где и захоранивается с применением методов биологической рекультивации, приемы проведения которой уже отработаны и реализуются на практике.

Предложенная технологическая схема переработки минерального сырья является элементом адаптации имеющейся сырьевой базы месторождения Мурунтау к новой экономической ситуации, при построении стратегии использования которой применен принцип цикличности производства (рис. 1), когда отходы карьера (забалансовая руда) направляются на кучное выщелачивание золота, отходы которого, в свою очередь,

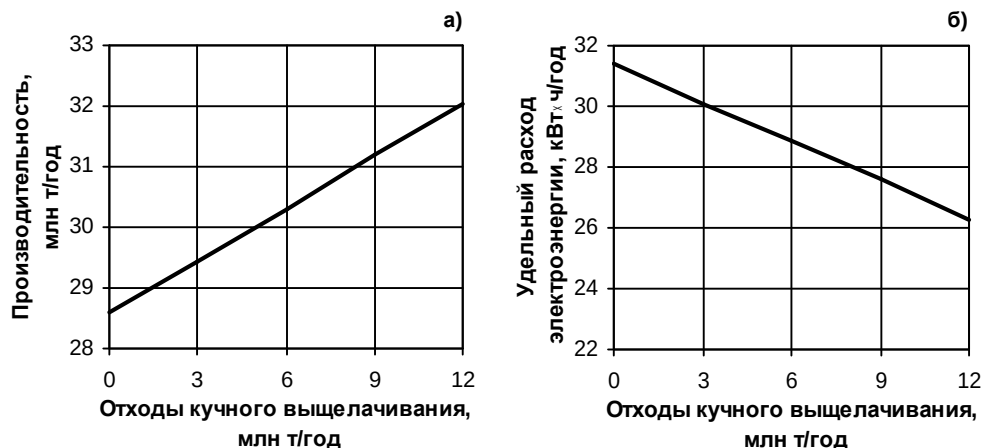


Рис. 3. Изменение производительности завода (а) и удельного расхода электроэнергии (б) в зависимости от количества отходов кучного выщелачивания в перерабатываемой рудной массе

предусматривается перерабатывать на ГМЗ-2. В этом случае вода из прудка хранилища отходов в количестве ~ 15 млн $\text{м}^3/\text{год}$ возвращается на ГМЗ-2, попутно транспортируя отходы кучного выщелачивания на повторную переработку (расстояние 7 км, перепад высот 130 м). При этом сокращается потребность в дополнительной воде из реки Амударья и практически в 3 раза (с 5 до $1,7 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$) уменьшаются затраты энергии на ее транспортировку.

Применение предложенной схемы использования отходов кучного выщелачивания для повторной переработки по заводской технологии предполагает частичную замену руды из карьера этими отходами, что естественно приведет к некоторому снижению содержания в перерабатываемой руде. Поэтому такая схема может быть реализована при определенном сочетании горно-геологических, технических, экономических и экологических условий, которыми в рассматриваемом случае являются:

- неизбежное снижение добычи руды с высоким содержанием золота в связи с ростом глубины карьера, что обусловлено закономерно уменьшающейся с глубиной мощностью рудного тела месторождения Мурунтау (рис. 2, а);

- уменьшение содержания золота в перерабатываемой руде (рис. 2, б) [3], что связано с увеличением в руде, поставляемой на завод, доли руды с низким содержанием;
- увеличение энергетических, материальных, трудовых и финансовых затрат в связи с ростом глубины разработки, что связано с особенностями развития транспортных систем глубоких карьеров;
- прогнозируемый дальнейший рост цены золота на мировом рынке, что позволяет рассматривать не перспективные сегодня, а также нетрадиционные источники минерального сырья для получения полезных компонентов;

- возможность увеличить производительность перерабатывающего завода, которая ограничивается возможностями измельчительного оборудования, за счет подачи на переработку рудного материала крупностью $-3,25 \text{ мм}$ (рис. 3, а), что позволяет частично компенсировать потерю качества перерабатываемой руды, происшедшей в результате замены руды из карьера отходами кучного выщелачивания;

- возможность исключить из процесса 1-ю стадию весьма энергоемкого измельчения рудного материала в мельницах, что значительно сократит энергетические затраты на получение золота (рис. 3, б).

Естественно, что вовлечение в переработку отходов кучного выщелачивания продлит на 8-10 лет существование горно-перерабатывающего комплекса [4] и в целом позволит получить дополнительное количество золота (рис. 4). Однако при этом возникают вопросы о целесообразности, времени и объеме такой замены, для ответа на которые нами выполнены оценочные расчеты. Методические основы таких расчетов базируются на следующих предположениях:

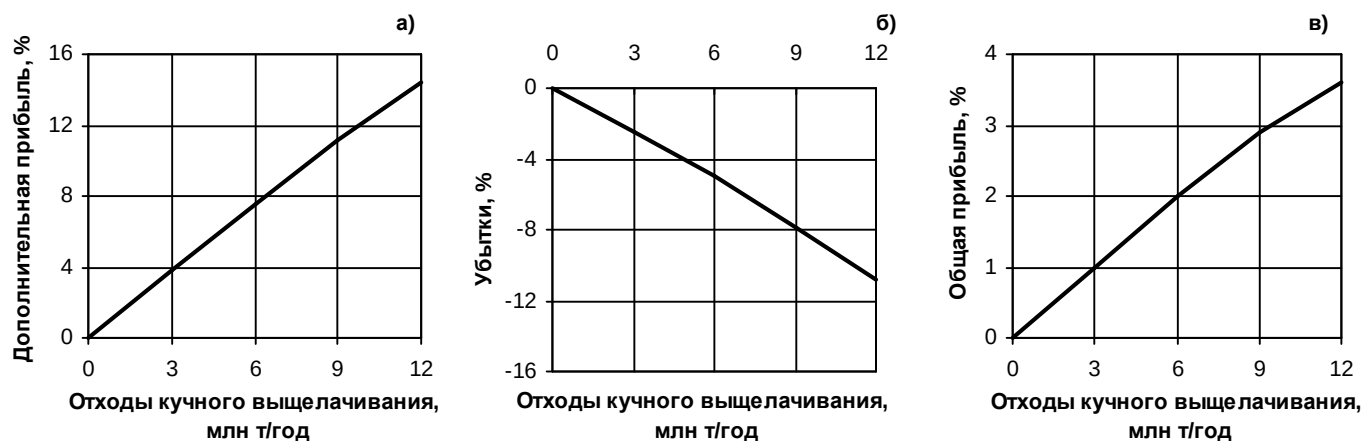


Рис. 4. Зависимость дополнительной прибыли (а), убытков (б) и общей прибыли (в) от количества отходов кучного выщелачивания в перерабатываемой рудной массе

1. Уменьшение выпуска золота из-за снижения содержания в перерабатываемой руде частично компенсируется увеличением производительности завода.

2. Вовлечение в переработку отходов кучного выщелачивания снижает энергоемкость процесса измельчения руды в мельницах.

3. Возврат воды из хранилища на завод уменьшает энергетические затраты на водоснабжение завода.

4. Использование оборотного водоснабжения для попутного транспортирования отходов кучного выщелачивания на переработку приводит к снижению транспортных затрат.

5. Замена части добываемой руды отходами кучного выщелачивания уменьшит интенсивность ведения горных работ в карьере и затраты на их выполнение.

6. Увеличение доли отходов в перерабатываемой рудной массе снижает выпуск золота, в результате чего предприятие несет убытки, но одновременно уменьшаются затраты на получение золота, в результате чего предприятие получает дополнительную прибыль.

7. Существует такое соотношение между долей перерабатываемых отходов кучного выщелачивания и долей перерабатываемой руды из карьера, при котором убытки от снижения выпуска золота компенсируются дополнительной прибылью от снижения затрат на его получение.

Результаты оценочных расчетов показывают правильность изложенных методических положений и подтверждают экономическую целесообразность частичной замены в перерабатываемой рудной массе добываемой руды отходами кучного выщелачивания (рис. 4). Однако определение конкретных параметров такой замены

требует проведения дополнительных технологических и экономических исследований для установления их взаимосвязи с ценой золота на рынке, изменением во времени содержания золота в добываемой руде и затрат на переработку, включая затраты на снабжение водой, транспортировку отходов кучного выщелачивания, горные работы и рекультивацию.

Таким образом, несмотря на низкое содержание золота, отходы кучного выщелачивания являются перспективным материалом для увеличения сырьевой базы ГМЗ-2, что позволит получить дополнительное количество золота, сократить объемы добычи руды из карьера и продлить срок службы горно-перерабатывающего комплекса. Кроме того, этот технологический прием позволит также уменьшить техногенную нагрузку на окружающую среду за счет уменьшения потребления воды и проведения рекультивации апробированными методами.

Список литературы:

1. Управление минерально-сырьевой базой перерабатывающего производства / Кучерский Н.И., Мазуркевич А.П., Канцель А.В. и др. // Цветные металлы, 1999, № 7. с. 22-27.
2. Толстов Е.А., Прохоренко Г.А. Кучное выщелачивание золота из забалансовой руды карьера Мурунтау на совместном предприятии «Зарафшан-Ньюмонт». Цветные металлы, 1999, № 7. с. 53-56.
3. Кучерский Н.И. Состояние и направления развития золотодобывающего комплекса Навоийского горно-металлургического комбината. Цветные металлы, 2004, № 6. с. 49-54.
4. Толстов Е.А. Физико-химические геотехнологии освоения месторождений урана и золота в Кызылкумском регионе. – М.: Издательство МГУ, 1999. 314 с.

УДК 622.235(043.3)

© Норов Ю.Д., Насиров У.Ф., Заиров Ш.Ш., Усаров И. 2005 г.

МЕТОДИКА УПЛОТНЕНИЯ ОПЛЫВАЮЩИХ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ ВЗРЫВАМИ КАМУФЛЕТНЫХ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Норов Ю.Д., проректор по науке и информационным технологиям НГГИ, докт. техн. наук; **Насиров У.Ф.**, зав. кафедрой «Горное дело» НГГИ, канд. техн. наук; **Заиров Ш.Ш.**, ассистент кафедры «Горное дело» НГГИ; **Усаров И.** магистр кафедры «Горное дело» НГГИ

Взрывы на выброс для создания удлиненных выемок в оплывающих песчаных грунтах являются наиболее эффективным способом строительства, так как экскаваторную технику в этих условиях применить практически нельзя.

Производство взрывов в оплывающих грунтах имеет свои особенности. В тех случаях, когда подготовительные выработки, пройденные в оплывающих песчаных грунтах, нельзя оставить на продолжительное время, их следует заряжать по мере готовности каждой выработки водоустойчивым ВВ или ВВ во влагонепроницаемой оболочке. По окончании заряжения оставшаяся часть выработки забивается. Способ ведения ра-

бот с последующим заряджением согласуется с органами Государственной инспекции «Саноатконтехназорат».

В тех случаях, когда после взрыва в оплывающих песчаных грунтах выемка оказывается заполненной разжиженной массой в результате прохождения ударной волны через водонасыщенный грунт необходимо выждать определенное время, пока оплывающий грунт в выемке затвердеет, пройти выработки и взорвать повторно на выброс.

Для оценки условия наибольшего разрушения структуры, разжижения и последующего уплотнения в оплывающих песчаных грунтах разработана методика определения параметров глубинных взрывов для уплотнения в оплывающих песчаных грунтах, которая

апробирована на объекте «Строительство коллектора Предвосточного «Чинка» в акватории Аральского моря в Муйнакском тумане Республики Каракалпакстан.

Для установления эффективного действия взрыва и глубины уплотнения в оплывающих песчаных грунтах, создаваемой глубинными взрывами, использовались камуфлетные скважинные заряды ВВ. Экспериментальные исследования проводились в зависимости от массы и глубины заложения заряда ВВ. Масса заряда ВВ в экспериментальных исследованиях составляла от 1 до 6 кг на средней глубине заложения равной 5 м. Глубина заложения заряда колебалась от 0 м до 8 м.

Бурение вертикальных скважин в оплывающих песчаных грунтах диаметром 189-240 мм осуществлялось буровыми станками марки УГБ-1ВС по методике [1-3]. После бурения скважин буровой став извлекался из массива, после чего в скважину опускались трубы диаметром 150 мм, имеющие открывающееся дно. Через трубы опускался заранее подготовленный гидроизолированный камуфлетный заряд ВВ с двумя нитями детонирующего шнура (ДШ), по методике [2, 3]. Использовался водоустойчивый ДШ, марки ДШЭ-12. Сетка расположения скважинных зарядов составляла 5×5 м. Взрывание скважинных зарядов осуществлялось с замедлением, равным 40 мс. Далее нами был разработан способ [4] образования удлиненных выемок взрывами траншейного заряда выброса в оплывающих песчаных грунтах. Способ относится к способу формирования профильного сечения выемок в оплывающих песчаных грунтах взрывом на выброс и может быть использован в строительстве и горном деле.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является способ [1] образования выемок взрывом, включающий предварительную проработку оплывающих грунтов путем взрывания зарядов, заложенных на разрабатываемом участке. Зона проработки грунтов взрывами определяется размерами выемки,

образующейся при взрыве. Ширина полосы размещения зарядов в плане составляет 1,5-2,0 ширины, а глубина заложения 1,5 глубины выемки.

Недостатком является трудоемкость способа, обусловленная необходимостью закладывания зарядов ВВ по всему массиву. Кроме того, в результате взрыва заряда ВВ, заложенного в грунте, поднимается уровень грунтовых вод и дальнейшие работы по формированию профильного сечения выемок ведутся в водонасыщенном грунте. Эти факторы снижают эффективность образования удлиненных выемок в оплывающих песчаных грунтах.

Основной задачей методики является разработка более эффективного способа образования удлиненных выемок в оплывающих песчаных грунтах.

Задача решается следующим образом: перед проработкой грунтов по оси траншеи нарезают пару щелей, осуществляют их гидроизоляцию, заряжают зарядами ВВ и возводят насыпь из грунта, затем взрывают скважинные заряды, заложенные в массиве, а через 2-3 суток заряды выброса, размещенные в щелях, схема которого приведена на рис.

В результате многократных динамических нагрузок, создаваемых взрыванием зарядов в скважинах и под весом пригрузки происходит самоуплотнение грунта в зоне расположения щелей и вытеснения воды разжиженного грунта из зоны проходки траншеи.

Способ осуществляется следующим образом: по оси проектного контура выемок нарезают пару щелей, осуществляют их гидроизоляцию путем нанесения на внутреннюю поверхность щелей гидроизолирующего состава или полиэтиленовой пленки. Заполняют их зарядом ВВ и осуществляют пригрузки путем возведения насыпи из грунта, который вынимают в контуре профильной выемки. Насыпь формируют высотой 3,0-3,5 м, шириной равной ширине дна проектного контура выемки, с углом откоса равным углу естественного откоса, слагаемого насыпь грунта. По обе стороны от на-

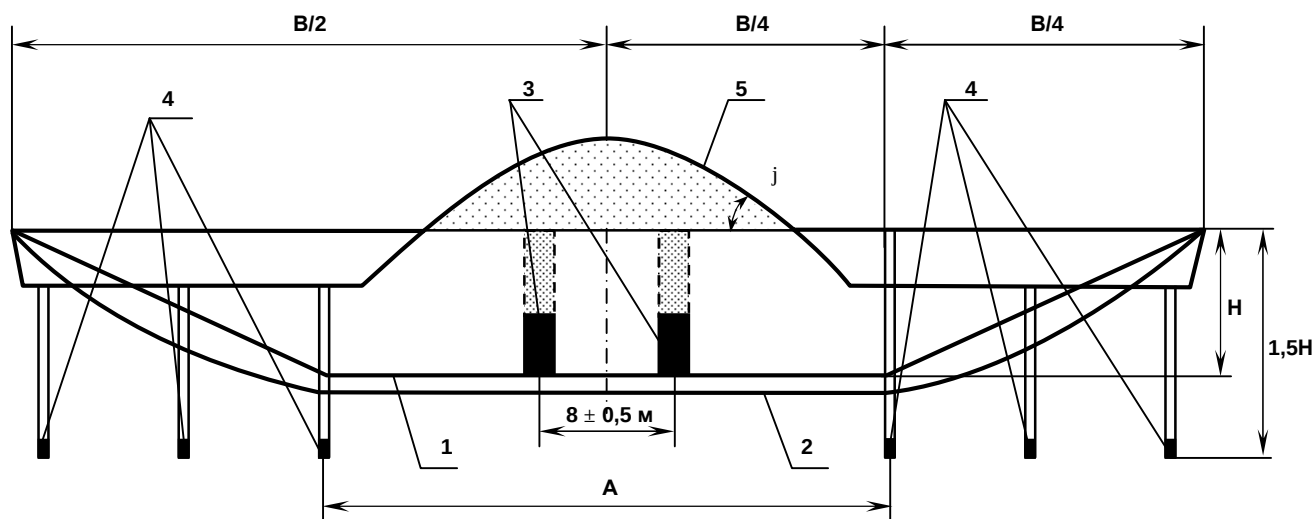


Рис. Способ образования выемок взрывами обвалованного грунтом траншейных зарядов выброса в оплывающих песчаных грунтах

1 - проектный контур выемки; 2 - контур выемки после взрыва на выброс; 3 - траншейные заряды выброса; 4 - глубинные заряды камуфлета; 5 - обваловка траншейных зарядов ВВ грунтом



сыпи массив обуривают скважинами, располагая их по прямоугольной сетке. Расстояние между скважинами составляет 5 м, глубина 1,5 глубины выемок. Заряжают



Список литературы:

1. Иванов П.Л. Уплотнение малосвязанных грунтов взрывами. М.: Недра, 1983. 230 с.
2. Афонин В.Г., Гейман Л.Н., Комир В.М. Справочное пособие по взрывным работам в строительстве. Киев. Будивельник, 1982. 176 с.
3. Мусаэлян А.А., Вильфенд А.Г. Из опыта производства работ по уплотнению просадочных грунтов глубинными и подводными взрывами. // Строительство и архитектура Узбекистана, 1978, № 2. с. 11-14.
4. Норов Ю.Д., Тураев А.С., Абдуллаев Ш.М., Насиров У.Ф., Юлдашев У.У. Руководство по применению способа образования выемок взрывами обвалованного грунта траншейных зарядов выброса в оплывающих песчаных грунтах. Ташкент: Фан, 2000, 9 с.

УДК 622.235.361

© Силкин А.А., Шеметов П.А., Бибик И.П., Катанов И.Б. 2005 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ НИЗКОПЛОТНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЗАБОЙКИ СКВАЖИН

Силкин А.А., начальник НИО О`ZGEOTEXLITI, канд. техн. наук; **Шеметов П.А.**, начальник рудника Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК, канд. техн. наук; **Бибик И.П.**, зам. главного инженера Центрального рудоуправления НГМК, канд. техн. наук; **Катанов И.Б.**, доцент Кузбасского государственного технического университета, канд. техн. наук

Основными источниками вредных выбросов при открытой геотехнологии являются буровзрывные, погружно-транспортные работы и отвалообразование. Причем, на долю буровзрывных работ приходится до 35-40 % общей массы загрязняющих веществ, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Воздействие взрыва представляет собой сложный, нестационарный процесс, продолжительность которого исчисляется тысячными долями секунды в массиве, минутами при рассеивании пылегазового облака в атмосфере и неопределенно долгим временем нанесения ущерба гидросфере, земельным ресурсам и территории населенных пунктов в результате оседания продуктов взрыва на эти природные объекты.

Ежегодно на карьере Мурунтау взрывают до 35 тыс. т промышленных ВВ в виде скважинных зарядов. Для этой цели в горном массиве бурится свыше 1 млн п. м скважин, взрывается и вывозится в отвалы до 4 млн м³ вскрышных пород. В результате бурения скважин образуется до 43 тыс. т/год продуктов бурения, около 60 % которых составляет буровая мелочь размером 3-10 мм и до 7,5 тыс. т/год буровой пыли, дисперсный состав которой изменяется в диапазоне от 0,01 до 250 мкм. В зависимости от технического состояния системы пылеулавливания бурового станка до 10 % мелкодисперсной пыли, т.е. фракции менее 0,1 мкм, не улавливаются фильтрами и выбрасываются в атмосферу, а остальная пыль после периодической разгрузки бункеров системы пылеулавливания остается на блоке и затем частично используется в качестве забойного материала при зарядании скважин.

При взрыве скважинных зарядов, в результате воздействия на массив ударной волны, вокруг каждого из них образуется зона пластических деформаций, в которой по-

рода переизмельчается в тонкодисперсную пыль. Например, на разрезах Кузбасса такой пыли образуется до 4,65 млн т/год, а на карьере Мурунтау около 0,31 млн т/год. Таким образом, суммарная масса пыли от буровзрывных работ, перешедшая в аэрозоль и распространяющаяся на десятки километров от места взрыва ежегодно составляет для разрезов Кузбасса до 5,01 млн т [1], для карьера Мурунтау ~0,34 тыс. т.

В реальных горно-геологических условиях процесс взрывного химического превращения ВВ в газообразные продукты происходит с потерей тепла, поэтому вторичные реакции взаимодействия продуктов распада между собой не успевают завершиться, что и определяет образование ядовитых оксидов углерода и азота.

Если учесть, что при взрыве 1 кг ВВ в среднем образуется 850-900 л газообразных продуктов, то примерно 5-10 % из них (в пересчете на оксид углерода) являются ядовитыми. Расчеты показывают, что в результате взрывных работ на разрезах Кузбасса в атмосферу выбрасывается до 5,74 млн т/год вредных газов, а на карьере Мурунтау – 913 т/год.

Для снижения пылегазовых выбросов при взрывных работах известные способы и средства [2] подразделяются на *технологические*: применение ВВ с близким к нулю кислородным балансом, взрывы в зажатой среде, увеличение высоты уступа, качественная забойка; *организационные*, предусматривающие проведение взрывов в период максимальной ветровой активности и в направлении от жилых массивов; *инженерно-технические*: такие как гидрозабойка, орошение зоны взрыва и другие, позволяющие снизить концентрацию вредных примесей, образование которых не удалось предотвратить технологическими методами.

Одним из технологически осуществимых и экономически обоснованных методов борьбы с пылегазовыми выбросами с одновременным повышением эффективности взрывных работ, является использование многокомпонентных, низкоплотных смесей, в том числе пеногелей, представляющих собой механические смеси гидрогелей с пенообразующими веществами и являющихся пузырьковыми средами, стойкость которых в сотни раз больше механических пен.

Теоретически доказано и экспериментально подтверждено, что пузырьковая среда способна гасить ударную волну и перераспределять ее энергию, растягивая импульс взрыва во времени. Плотность такой среды можно определить как [3]:

$$r = j_1 r_1^o + \dots + j_n r_n^o$$

$$j_1 + \dots + j_n = 1; j_1 = r_1 / r_i^o = n_i / n$$

где j - объемная доля i -ой компоненты;

n_i - объем, занимаемый i -ой компонентой;

n - объем смеси;

r_i^o , r_o - истинная плотность и плотность компоненты при нормальных условиях.

Поскольку для приготовления пеногеля используются 1,5-3 % водные растворы, то для простоты расчетов примем, что жидкий компонент - вода. Зная истинную массовую плотность компонент при нормальных условиях для воздуха 0,125 и для воды 102 кг·с²/м⁴, скорости звука C в этих средах соответственно равны 330 и 1500 м/с.

Используя значения этих констант, можно определить скорость звука в пузырьковой среде по формуле [3]:

$$C = \left[\left(r_o \sum_{i=1}^m \frac{j_i}{r_i^o c_i^2} \right)^{-1} \right]^{0,5}$$

Расчеты показывают, что при объемном содержании воздуха в пузырьковой среде $j = 0,01$ скорость звука в ней снижается до 114 м/с, а при $j = 0,1$ до 38 м/с, то есть достигает значений на порядок меньше, чем в воздухе, и на два порядка меньше, чем в породе. Таким образом, благодаря опережению распространения фронта волны напряжений по породному массиву вдоль образующей скважины относительно фронта волн, распространяющихся по пузырьковой структуре пеногеля, создаются условия для разрушения скважины на некотором расстоянии от верхнего торца заряда ВВ и запыление продуктов детонации на некоторый промежуток времени, достаточный для более полной передачи энергии взрыва массиву.

Запирающий эффект забойки из различных материалов был исследован на мортире по ГОСТ 7140-98. В качестве ВВ использовался заряд аммонита ПЖВ-20 массой 100 г. Забойка объемом 250 см³ патронировалась в полиэтиленовые оболочки диаметром 50 мм. Определялось время между срабатыванием заряда и разрывом датчика миллисекундомера Ф-209, располо-

женного в 200 мм от мортиры. В качестве забойки использовались - щебень, песок, вода и пеногель кратностью 5, состоящий из водных растворов силиката натрия, электролита-коагулятора и пенообразователя. Время разлета продуктов детонации составило для песка - 1,1 мс, для щебня - 1,25 мс, для воды - 1,8 мс и для пеногеля - 2,4 мс [4].

Пеногель вместе с пылегазовыми продуктами взрыва выбрасывается в атмосферу в виде мелких капель и пузырьков, являющихся центрами коагуляции пыли и нейтрализаторами ядовитых газов.

По сравнению с гидрогелем и водой преимущество пеногеля в том, что даже при равных результатах снижения концентрации вредных примесей необходимое количество компонентов при 5-6 кратном вспенивании уменьшается во столько же раз.

Опытно-промышленная проверка использования пеногелевой забойки была проведена в условиях Кузбасса на разрезе Сибиргинский (рис. 1, 2). На ОАО «Взрывпром юга Кузбасса» была изготовлена установка, состоящая из двух баков, системы трубопроводов с запорной и регулирующей аппаратурой, смесителя и пеногенератора. Напор в системе достигался за счет сжатого воздуха, подаваемого в баки через редуктор. Растворы поступали через форсунки на сетку пеногенератора.

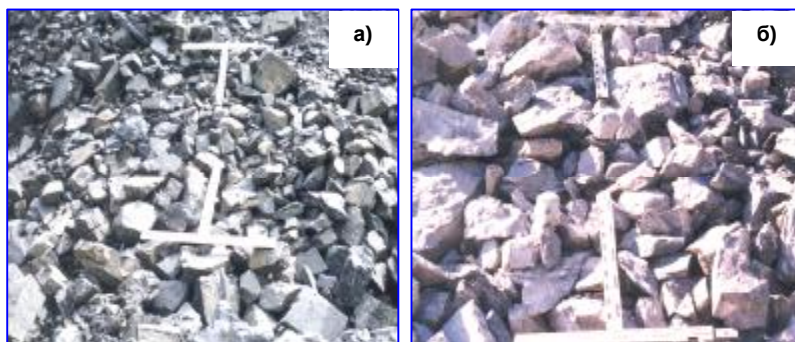


Рис. 1. Результаты дробления горной массы с применением пеногелевой забойки (а) и без нее (б)

Испытания технологии заряжания скважин с пеногелевой забойкой первоначально проводили на стенде, представляющим стеклянную трубу диаметром 0,22 м и высотой 4 м. Цель исследований заключалась в том, чтобы установить воздействие пеногеля на аммиачную селитру при прямом контакте и через слои бурового штыба, который, как правило, находится у устья скважины и попадает в скважину со струей пеногеля.

Установлено, что при прослойке бурового штыба высотой 0,3 м пеногель в течение 2,5 часов полностью сохраняет свою структуру. За этот промежуток времени столб пеногеля высотой 2,36 м уменьшился всего на 7 см, за 8 часов на 0,86 м, а через 12 часов начинается интенсивный переход пеногеля в жидкое состояние. Замокания селитры не наблюдалось. В результате эксперимента было установлено, что пеногель необходимо использовать в течение смены.

Промышленный эксперимент проводился на участке



Рис. 2. Образование пылегазового облака над участком блока с пеногелевой забойкой и без нее

1-2 разреза Сибиргинский. Блок был обурен скважинами глубиной 20-22 м, диаметром 0,32 м, высота заряда из граммонита ТК и ТКЗ составляла 13,2-15,7 м, а не заряженная часть скважины составляла 7-8 м. Пеногелевая забойка осуществлялась на высоту около 5 м, то есть ее объем составлял примерно 0,5 м³. На одну скважину расходовалось примерно 100 л растворов. Время, затрачиваемое на забойку одной скважины, не превышало 35 с. Продолжительность цикла забойки с перемещением пеногенератора между скважинами составляла в среднем 58 с. Блок был разделен на две части, скважины одной из которых были заполнены пеногелем в качестве забойки.

Промышленные испытания подтвердили результаты лабораторных исследований. Осмотр результатов взрыва показал, что воронки выброса у скважин на экспериментальной части блока значительно больше. Средний объем воронки выброса с пеногелем составил 3,2 м³, а в скважинах с традиционной забойкой наблюдалось только вспучивание поверхности на 0,4 м. Результаты

дробления горной массы с применением пеногелевой забойки и без показаны на рис. 1.

Проведенные исследования по применению низкоплотных многокомпонентных смесей (пеногелей) в условиях разрезов Кузбасса показывают, что пылегазовое облако, образующееся над участком блока с пеногелевой забойкой, примерно в два раза ниже и имело явно выраженный белый цвет (рис. 2), что свидетельствует о снижении концентрации ядовитых газов, запыленность снижается на 40-50 %, а длина зоны оседания пыли размером от 25 до 50 мкм снижается до 1-1,5 км от места взрыва, то есть почти в 10 раз [5].

Применение низкоплотных многокомпонентных смесей (пеногелей) на карьере Мурунтау наряду с рационализацией ассортимента ВВ, минимизацией объема взрывающегося блока, рыхлением пород в зажатой среде, взрыванием высоких уступов, рационализацией параметров забойки скважин [2, 6] и, исходя из приведенных выше результатов применения их в условиях разрезов Кузбасса, позволит значительно уменьшить выбросы ядовитых газов, пыли и улучшить дробление горной массы.

Список литературы:

1. Катанов И.Б. Решение экологических проблем Кузбасса при проведении буровзрывных работ на угольных разрезах. В кн. Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Тез. докл. X Международной научно-практической конференции «СИБРЕСУРС-2004». Кемерово: КузГТУ, 2004.
2. Сытенков В.Н. Управление пылегазовым режимом глубоких карьеров. М.: ООО «Геоинформцентр», 2003. 288 с.
3. Рахматулин Х.Л. О распространении волн в многокомпонентных средах. // Прикладная математика и механика. 1969. т. 33, вып. 4.
4. Катанов И.Б. Влияние пеногелевой забойки на эффективность взрывной подготовки пород. В кн. Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники. Тез. докл. Электронной конференции по подпрограмме «Топливо и энергетика». М.: МЭИ, 2002.
5. Катанов И.Б. Пеногелевая забойка взрывных скважин на открытых горных работах. // Уголь. 1994. № 2. с. 44-46.
6. Рубцов С.К., Шеметов В.П., Бирик И.П. Исследование рациональных параметров конструкции и состава забойки скважинных зарядов в условиях карьера Мурунтау. // Горный вестник Узбекистана, 2002. № 1. с. 27-29.

УДК 622.235(043.3)

© Насиров У.Ф., Норов Ю.Д., Муродова С.Д., Усаров И., Хайдарова З.Р. 2005 г.

ИЗМЕНЕНИЕ ЗОНЫ УПЛОТНЕНИЯ МАССИВА ДЕЙСТВИЕМ ТРАНШЕЙНЫХ ЗАРЯДОВ ВЫБРОСА ОТ СТЕПЕНИ ПЛОТНОСТИ ГРУНТА И УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ВВ

Насиров У.Ф., зав. кафедрой «Горное дело» НГГИ, канд. техн. наук; Норов Ю.Д., проректор по науке и информационным технологиям НГГИ, докт. техн. наук; Муродова С.Д., ассистент НГГИ; Усаров И., магистр кафедры «Горное дело» НГГИ; Хайдарова З.Р., студентка III-го курса кафедры «Горное дело» НГГИ

Развитие мелиоративного строительства связано, прежде всего, с выполнением огромного объема земельных работ в различных грунтах. Широкий опыт строительства земляных сооружений с использованием энергии взрыва показал, что взрывной способ техноло-

гически прост и экономически выгоден. В связи с этим, особую актуальность приобретает внедрение высокопроизводительных и высокоэффективных методов, позволяющих резко сократить сроки строительства ме-



лиоративных объектов с приданием им надежных и долгосрочных эксплуатационных свойств.

Наиболее полно преимущества взрывного метода



реализуются при ведении работ в грунтовых массивах с неустойчивыми структурными связями, где применение традиционных механических средств затруднено, либо невозможно. Поэтому, определение размеров зоны уплотнения массивов оплывающих песчаных грунтов взрывами траншейных зарядов выброса, обеспечивающих снижение дополнительных трудозатрат является актуальной задачей науки и практики горного дела.

Нами были исследованы размеры зон уплотнения массива на различных расстояниях от траншейного заряда выброса в зависимости от удельного расхода ВВ (рис., табл.) и степени плотности оплывающих песчаных грунтов.

Исследованиями установлена закономерность изменения зон повышенной плотности и разжижения, а также зоны пониженной плотности массива под действием траншейных зарядов выброса, зависящие от удельного расхода ВВ и плотности оплывающего песчаного грунта. Эти закономерности характеризуются зависимостью линейного типа, результаты которых приведены на рис. Полученные зависимости, показывают, что с ростом удельного расхода ВВ от 2,5 до 4,5 кг/м³ траншейного заряда взрывов на выброс, размеры зоны уплотнения массива в оплывающих мелкозернистых песках со степенью плотности 0-0,2 растут по линейной зависимости. Так, при удельном расходе ВВ равном 2,5 кг/м³ размеры зон уплотнения массива по нижнему торцу заряда составляют 20 м; 26 м и 37 м, а увеличение удельного расхода ВВ до 4 кг/м³ обеспечивает увеличение размеров зон уплотнения массива по нижнему торцу заряда в 1,24-1,7 раза и составляют 33 м; 34 м и 46 м, соответственно, для зоны повышенной плотности, для зоны разжижения и для зоны пониженной плотности.

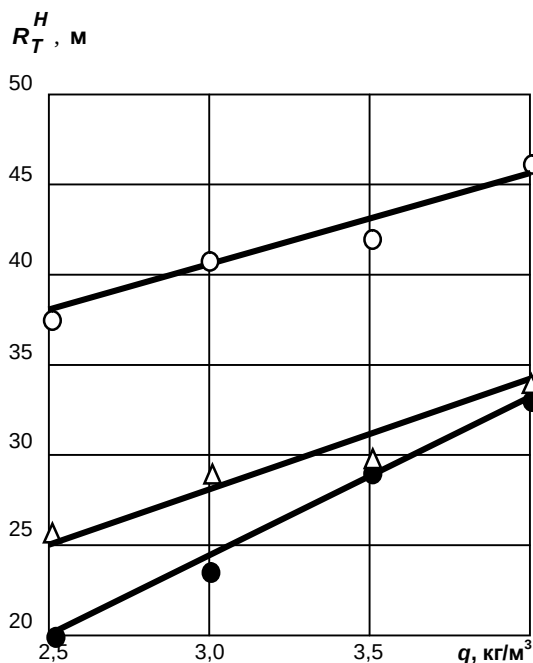


Рис. Изменение размеров зон уплотнения массива в оплывающих мелкозернистых песках под действием траншейных зарядов выброса в зависимости от удельного расхода ВВ:

- - зона повышенной плотности;
- △ - зона разжижения;
- - зона пониженной плотности

Полученные зависимости также показывают, что с ростом степени плотности взрывааемого массива в оплывающих песчаных грунтах от 0 до 0,4 при постоянном удельном расходе ВВ, равном 4,0 кг/м³, размеры

Таблица

Результаты опытно-промышленных взрывов по определению величины размеров зон уплотнения массива в оплывающих мелкозернистых песках, степенью плотности 0-0,2

Л.Н.С. W, м	Угол обваловки грунтом j, градус Высота обваловки грунтом, h _{обв} , м	Масса заряда ВВ на 1 м траншеи, Q, кг	Удельный расход ВВ, q, кг/м³	Размеры зоны уплотнения массива, м											
				I – зона повышенной плотности, т/м³				II – зона разжижения, т/м³				III – зона пониженной плотности, т/м³			
				R _T ^в , м	R _ц , м	R _T ^н , м	R ₀ , м	R _T ^в , м	R _ц , м	R _T ^н , м	R ₀ , м	R _T ^в , м	R _ц , м	R _T ^н , м	R ₀ , м
2,8	0/-	298	2,5	-	-	16	0,8	-	18	20	1,8	24	20	18	4,2
2,8	10/1,0	298	2,5	-	-	17	0,9	-	19	21	2,0	26	22	20	4,5
2,8	15/1,5	298	2,5	-	-	19	1,0	-	21	22	2,1	30	34	24	4,8
2,8	20/2,0	298	2,5	-	-	20	1,3	-	24	23	2,8	38	36	30	5,2
2,8	25/2,5	298	2,5	-	-	21	1,5	-	26	24	3,6	46	40	38	6,5
2,8	20/2,0	298	2,5	-	-	19	1,2	-	24	22	2,8	38	36	29	5,0
3,1	26/2,9	434	3,0	-	-	26	2,0	-	31	28	4,0	48	43	41	7,2
3,1	28/3,0	538	3,5	-	-	28	2,5	-	31	30	4,6	47	45	43	8,0
3,3	30/3,2	798	4,0	-	-	20	2,7	-	25	32	4,8	49	47	46	9,2
3,0	30/3,0	514	3,0	-	-	32	3,0	-	31	34	5,3	46	44	42	7,6
3,0	30/3,2	582	3,0	-	-	32	3,0	-	27	34	5,2	48	45	44	8,2
3,1	30/3,2	632	3,0	-	-	34	3,2	-	39	37	5,4	51	49	47	9,4
3,0	30/3,1	792	3,5	-	-	36	3,5	-	40	38	5,6	51	51	49	12,0
3,1	30/3,2	1042	3,75	-	-	36	3,2	-	41	38	6,0	56	53	51	14,0
3,0	30/3,0	850	3,0	-	-	37	3,5	-	43	39	6,2	58	50	49	12,6
3,1	28/3,0	1025	3,5	-	-	38	3,6	-	44	41	6,4	60	52	50	12,0
2,9	30/3,0	1170	4,0	-	-	38	3,6	-	46	43	6,5	62	59	53	16,6

зон уплотнения массива по нижнему торцу траншейного заряда уменьшаются и составляют 46 м; 34 м и 26 м, соответственно, для зоны пониженной плотности, для зоны разжижения и для зоны повышенной плотности.

Абсолютные значения опытно-промышленных взрывов по определению величины размеров зон уплотнения массива в оплывающих мелкозернистых песках, степенью плотности 0-0,2, приведены в табл.

УДК 622.235(043.3)

© Назаров З.С., Норов Ю.Д., Тураев А.С., Тухташев Б.Т., Урунов И.О., Бичурин В.Б. 2005 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЗОНЫ ОСЛАБЛЕНИЯ МАССИВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКЦИИ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ВВ

Назаров З.С., доцент кафедры «Горное дело» НГГИ, канд. техн. наук; **Норов Ю.Д.**, проректор по науке и информационным технологиям НГГИ, докт. техн. наук; **Тураев А.С.**, зав. кафедрой «Горная электромеханика» НГГИ, канд. геол.-минер. наук; **Тухташев Б.Т.**, председатель правления АО «Гранит» ГАЖДК «Узбекистон темир йуллари»; **Урунов И.О.**, зав. кафедрой «Общая физика» НГГИ, канд. физ.-мат. наук; **Бичурин В.Б.**, начальник Управления автомобильного транспорта АГМК

Известен эффект ослабления прочности горных пород под действием циклических нагрузок. В механике это явление называется усталостью горных пород. Явления усталости горных пород исследовались, главным образом, в лабораторных условиях на образцах при различных режимах циклического нагружения.

В работах Е.Г. Баранова, Н.Я. Репина, Ю.С. Меца, А.И. Патапова, В.И. Такмакова, В.А. Шамонина и других ученых исследовалось усталостное ослабление прочности горных пород отбитого массива при воздействии взрыва с целью повышения дробимости горной массы и улучшения её технологических характеристик при обогащении. При этом, для достижения положительного эффекта в значительной мере повышалась энергонасыщенность взрывающего массива путем повышения удельного расхода взрывчатых веществ (ВВ).

Вопросы усталостного ослабления горных пород в глубине горного массива при многократном воздействии взрывных волн в отечественной и зарубежной научной литературе не освещены. Отсутствуют исследования зависимостей усталостного ослабления массива в зависимости от конструкции скважинных зарядов ВВ и прочностных свойств породных массивов, решение которых приобретает в настоящее время исключительную важность.

Целью работы является установление закономерностей ослабления прочности массива горных пород, вызываемого взрывами различной конструкции скважинных зарядов ВВ, обеспечивающих снижение удельного расхода ВВ и затрат на бурение.

Нами исследовались закономерности изменения длительности воздействия импульса волн напряжения горных пород в зависимости от их положительной фазы амплитуды при взрыве скважинных зарядов ВВ различной конструкции. Полученные закономерности характеризуются зависимостью параболического типа (рис. 1).

Полученные зависимости показывают, что с увеличением длительности импульса от 0 до 4 мс положи-

тельная фаза амплитуды волны напряжения возрастает. Установлено, что при длительности импульса 4-6 мс амплитуда волны напряжения принимает максимальные значения, которые составляют 10, 25 и 32,5 МПа, соответственно для инертной, активной и компенсационной забоек скважинного заряда ВВ.

Исследованиями также установлено, что дальнейший рост длительности импульса для инертной и активной забойки более 4 мс, а для компенсационной более 6 мс сопровождается снижением положительной фазы амплитуды волны напряжения.

Исследовались закономерности изменения длительности воздействия импульса волн напряжения горных пород в зависимости от их отрицательной фазы амплитуды при взрыве скважинных зарядов ВВ различной конструкции. Полученные закономерности характеризуются зависимостью параболического типа (рис. 2).

Исследованиями установлено, что начало отрицательной фазы амплитуды волн напряжения равно 8, 9,5 и 12 мс, соответственно, для инертной, активной и компенсационной забоек скважинного заряда ВВ.

Полученные зависимости показывают, что с увеличением длительности импульса от 8 до 24,5 мс отрицательная фаза амплитуды волны напряжения возрастает. При длительности импульса равной 14, 15,5 и 18 мс отрицательная фаза амплитуды волны напряжения принимает максимальное значение, которая составляет 5, 12 и 15 МПа, соответственно, для инертной, активной и компенсационной забоек скважинного заряда ВВ.

Полученные зависимости также показывают, что дальнейший рост длительности импульса более 14, 15,5 и 18 мс, соответственно, для инертной, активной и компенсационной забоек сопровождаются снижением отрицательной фазы амплитуды волны напряжения.

Нами в промышленных условиях исследовались размеры зоны ослабления массива горных пород, создаваемые взрывами различной конструкции скважин-

ных зарядов ВВ. Исследования проводились в порфитизированных гранитах и известняках, типичных для Зиадинского месторождения АО «Гранит» ГАЖДК

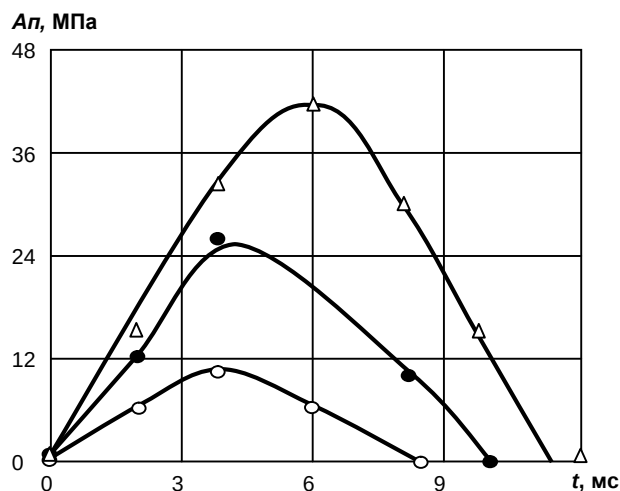


Рис. 1. Изменение длительности воздействия импульса волн напряжения горных пород в зависимости от их положительной фазы амплитуды при взрыве скважинных зарядов ВВ различной конструкции:
○ - инертная забойка;
● - активная забойка;
△ - компенсационная забойка

«Узбекистон темир йуллари» (рис. 3).

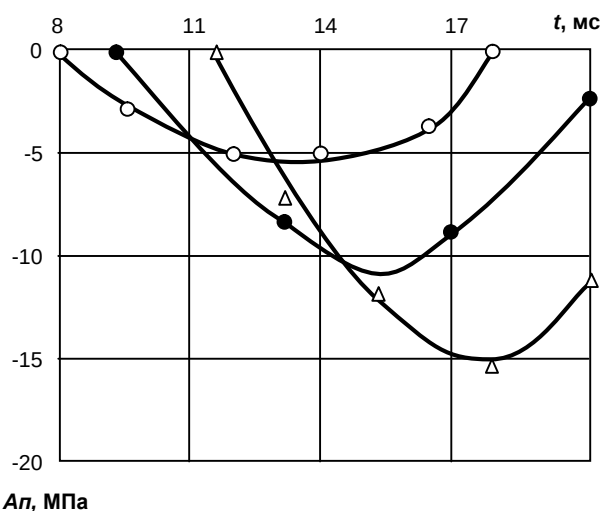
На рис. 3. показано изменение контура зоны ослабления горных пород, создаваемое физическим методом с использованием взрыва различной конструкции скважинных зарядов ВВ.

Из графика видно, что вблизи свободной поверхности уступа при относительно большой трещиноватости уровень воды опускается быстрее. С увеличением расстояния вглубь массива радиусы зоны ослабления уменьшаются, на что указывает снижение фильтрации воды как с удалением от свободной поверхности уступа, так и по глубине скважин. Ослабление горного массива физическим методом с использованием взрыва конструкции скважинного заряда ВВ при применении активной и компенсационной забойки контур и радиусы зоны ослабления увеличиваются. Кривые зависимости водопоглащаемости массива горных пород от глубины можно разделить на четыре области, каждая из которых характеризуется определенной интенсивностью зоны ослабления массива, создаваемой физическим методом с использованием различной конструкции скважинных зарядов ВВ.

Нами исследованы закономерности размеров зоны ослабления массива горных пород, создаваемой физическим методом с использованием взрыва различной конструкции скважинных зарядов ВВ. Закономерность характеризуется прямолинейной зависимостью (рис. 4).

Исследованиями установлено, что с использованием различных типов забойки размеры зоны ослабления массива меняются. Так, при применении инертной, активной и компенсационной забоек в скважинных зарядах ВВ

радиус зоны ослабления массива по верхнему торцу заряда составляет, соответственно, 6,5, 7,0 и 8,0 м при диаметре скважинных зарядов ВВ равной 125 мм. Ис-



A , МПа

Рис. 2. Изменение длительности воздействия импульса волн напряжения горных пород в зависимости от их отрицательной фазы амплитуды при взрыве скважинных зарядов ВВ различной конструкции:
○ - инертная забойка;
● - активная забойка;
△ - компенсационная забойка

следованиями также установлено, что при диаметре скважины равной 214 мм радиус зоны ослабления массива по верхнему торцу заряда составляет соответственно 11,0, 12,0 и 12,5 м для инертной, активной и компенсационной забоек скважинных зарядов ВВ. Абсолютные значения размеров зоны ослабления массива по центру, нижнему торцу, а также ниже заряда ВВ по оси - Y , создаваемой физическим методом взрывами различной конструкции скважинных зарядов ВВ, приведены в табл.

Выводы:

1. Установлены закономерности изменения длительности воздействия импульса волн напряжения горных

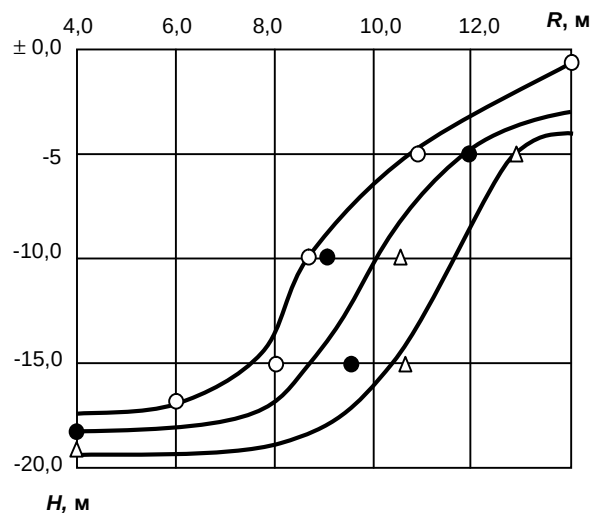


Рис. 3. Изменение контура зоны ослабления пород, создаваемой физическим методом с использованием взрыва скважинных зарядов различной конструкции вглубь массива и по глубине скважины:
○ - инертная забойка;
● - активная забойка;
△ - компенсационная забойка

Таблица

Абсолютные значения размеров зоны ослабления массива горных пород, создаваемой физическим методом - взрывами различной конструкции скважинных зарядов ВВ

Номер серии взрыва	Горные породы	Количество одновременно взрываемых зарядов, шт.	Диаметр скважин, мм	Конструкция заряда ВВ	Размеры радиусов зон ослабления в массиве, м							
					R_T^B		R_C		R_T^H		R_O	
					Метод измерения							
					км	мск	км	мск	км	мск	км	мск
1.	Порфиритизиро- ванные граниты	92	214	Инертная забойка	11,0	11,3	8,7	8,5	8,0	11,0	1,6	-
2.	Порфиритизиро- ванные граниты	90	214	Активная забойка	12,0	12,5	9,0	10,0	9,5	10,5	2,5	-
3.	Порфиритизиро- ванные граниты	92	214	Компенсацион- ная забойка	12,5	13,0	9,5	12,0	10,2	12,0	2,8	-
4.	Порфиритизиро- ванные граниты	156	125	Инертная забойка	6,5	6,3	6,0	6,5	5,5	5,7	1,5	-
5.	Порфиритизиро- ванные граниты	156	125	Активная забойка	7,0	7,0	6,0	8,0	6,0	8,0	1,8	-
6.	Порфиритизиро- ванные граниты	152	125	Компенсацион- ная забойка	8,0	8,0	7,0	7,5	6,8	8,0	2,0	-
7.	Известняк	150	125	Инертная забойка	8,0	9,0	7,0	8,0	6,0	6,0	2,0	-
8.	Известняк	150	125	Активная забойка	9,0	9,0	8,0	9,0	7,0	8,0	2,5	-
9.	Известняк	150	125	Компенсацион- ная забойка	9,0	10,0	8,5	8,5	7,5	8,5	3,0	-
10.	Известняк	250	214	Инертная забойка	10,0	11,0	9,0	9,0	7,5	8,0	3,2	-
11.	Известняк	252	214	Активная забойка	12,0	11,0	10,0	10,0	8,0	8,0	3,5	-
12.	Известняк	254	214	Компенсацион- ная забойка	14,0	12,0	10,0	12,0	8,5	9,0	3,6	-

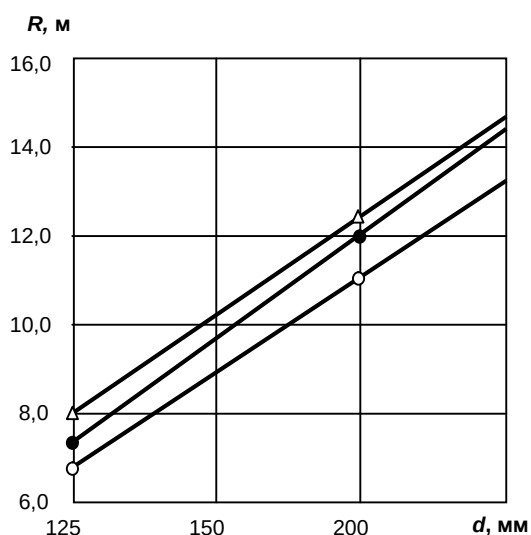


Рис. 4. Размеры зон ослабления массива горных пород, создаваемых физическим методом с использованием взрыва различной конструкции скважинных зарядов ВВ:

- - инертная забойка;
- - активная забойка;
- △ - компенсационная забойка

пород в зависимости от их положительной и отрицательной фазы амплитуды при взрыве скважинных зарядов ВВ различной конструкции. Полученные закономерности характеризуются зависимостью параболического типа.

2. Исследованиями установлено, что амплитуда отрицательной фазы импульса волн напряжения в массиве при конструкции скважинного заряда с компенсационной забойкой превышает амплитуду импульса волн напряжения в массиве при инертной забойке в 2,8 раза, а при активной забойке из флегматизированного ВВ в 1,3 раза. Длительность отрицательной фазы воздействия волн напряжения на массив при конструкции скважинного заряда с компенсационной забойкой превышает названную длительность при применении инертной забойки в 1,4 раза, а при активной забойке – в 1,2 раза.

3. Установлено, что сравнение величин импульсов, передаваемых в среду, показывает, что у конструкций с компенсационной забойкой величина импульса больше в 10 раз, чем у конструкций с инертной забойкой, и в 1,1 раза – с активной забойкой. Полученные зависимости показывают, что размеры зоны ослабления массива горных пород, создаваемой физическим методом с использованием взрыва различной конструкции скважинных зарядов ВВ, характеризуются линейной зависимостью.

ХЛОР В ДОБЫВАЕМОЙ РУДЕ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ДЖЕРОЙ-САРДАРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФОСФОРитОВ

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

Технические требования, предъявляемые промышленностью к фосфатному сырью, обусловлены не только технологическими возможностями переработки его в удобрения, но и концентрацией вредных примесей. Одним из вредных элементов является хлор. Его повышенные концентрации вызывают интенсивную коррозию технологического оборудования.

Среди крупных месторождений дальнего зарубежья (рис. 1) таких как: Восточное, Кнейфис (Сирия), Того (Бенин), Орон (Израиль) концентрации хлора в фосфатном сырье находятся в пределах 0,1-0,24 %, что существенно выше допустимых концентраций хлора в готовой продукции (0,04 % или 400 ppm).

Так, в Сирии повышенные содержания хлора в фосфатном сырье при его химической переработке вызывают коррозию оборудования, что ограничивает сбыт этого сырья. Несколько обогащательных установок руду дробят и последовательно рассеивают до 120, 40 и 5 мм. Концентрат крупностью 5 мм сушат до влажности 1 % и отгружают потребителям. В Израиле на наиболее крупном предприятии Нахал Зин руду после дробления до 100 мм подвергают мокрому грохочению до 1 мм [1]. Обесшламленный материал, содержащий 0,1 % хлора, подвергают трехстадийной отмывке, вначале в противоточном скребковом классификаторе, затем, после выщелачивания, в баках – свежей водой последовательно в двух наклонных плоских вращающихся фильтрах. На предприятии Орон часть руды подвергают мокрому обогащению.

По данным Бадалова С.Т. [2] хлор играет активную роль, как в осадконакоплении, так и в последующих процессах преобразования соленосных пород. Геохи-

мия хлора в регионе начинается с накопления хлоридов в сульфатно-карбонатных породах. В связи с очень высокой пластичностью и растворимостью хлориды в них почти не сохраняются. Хлор входит в повышенных количествах в сульфидные минералы и может замещать серу и селен в сульфосолях до 15 вес. %. Хлор широко распространен в продуктах выветривания горных пород, в оолитах и глинистых образованиях с повышенными концентрациями железа и алюминия.

Повышенные концентрации хлора связаны с засоленностью пород хлористыми солями. Главнейшими минералами являются: хлориды (галит – NaCl, сильвин – KCl, карналлит – KCl Mg SO₄ 3H₂O), а также хлоридо-сульфаты.

Наибольшей миграционной способностью (подвижностью) выноса из среды выветривания в раствор обладают хлор и сера, в гораздо меньшей степени Ca, Na, K, Mg, P (в 20 раз меньше чем первая группа). По А.Е. Ферсману, извлечение идет в порядке максимальной растворимости и подчиняется основным законам геохимических процессов [3]. Поэтому, последовательный во времени порядок образования осадков разных стадий выветривания сохраняется; осадки образуются последовательные зоны в следующем порядке: хлориды (галоидные соли), сульфаты, мергели, фосфориты. В случае постепенно протекавшей регрессии моря эти отложения выстраиваются в один ряд, сменяющих друг друга в сторону моря. В случае трансгрессии моря при наличии благоприятных условий они должны сменять друг друга в вертикальном направлении или по направлению к подтопляемой суше.

С начала промышленной эксплуатации Джерой-

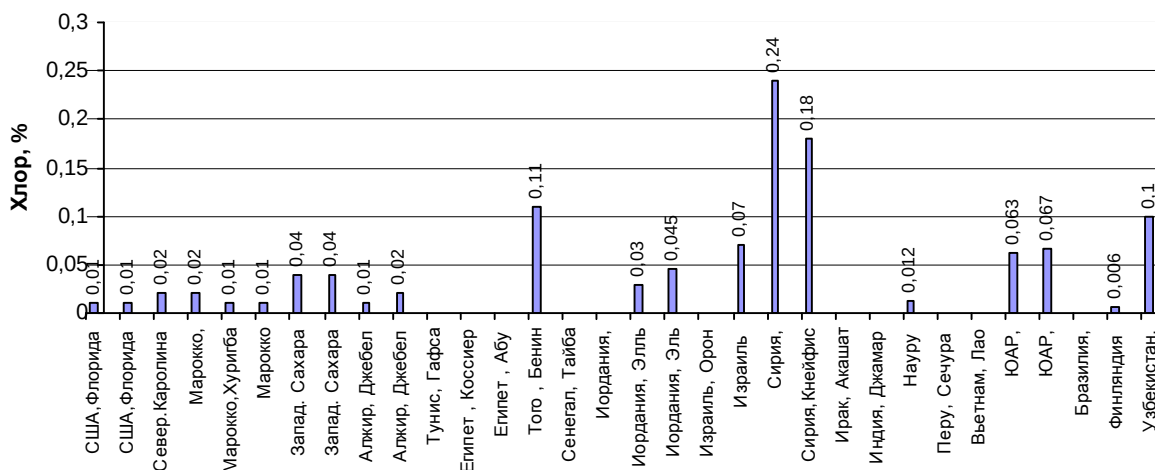


Рис. 1. Хлор в фосфоритовых рудах стран дальнего зарубежья

Сардаринского месторождения фосфоритов практически отсутствовала информация о распределении хлора

ем НГМК, ОМГТП НГМК, ЦНИЛ НГМК, ЦЗЛ ГМЗ-2, компанией Bateman Proejcts), Й. Арье, 2003 г. [4],

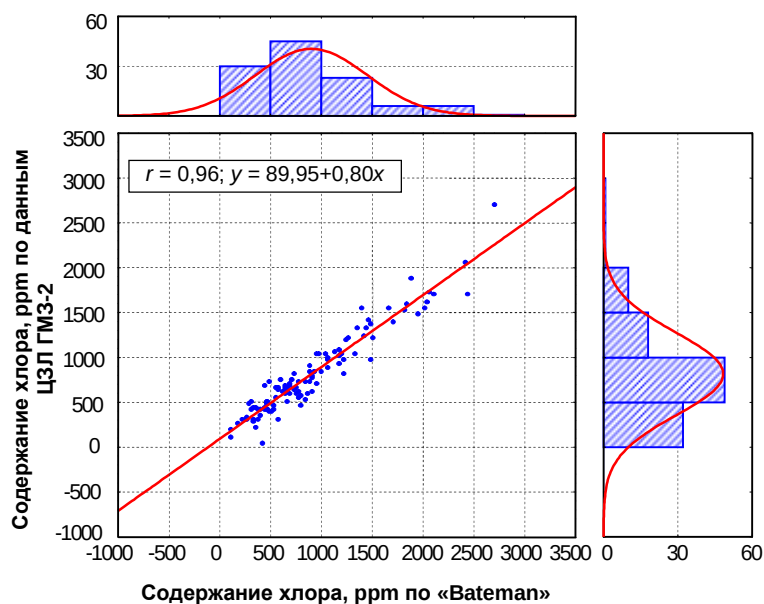


Рис. 2. Сопоставление результатов анализов на хлор лабораторий Bateman и ЦЗЛ ГМЗ-2 Центрального рудоуправления

в руде. По материалам ГосНИИ горно-химического сырья (ГИГХСа) по 107 определениям в 1999 г. среднее содержание хлора в руде оценивалось 0,08 %, в товарных концентратах – 0,04-0,05 %. При этом, повышенные содержания установлены вблизи выходов пластов на поверхность (табл. 1).

К настоящему времени накоплен большой фактический материал по определению концентраций хлора в пробах кернового бурения, получены результаты химических анализов готовой продукции, лабораторных и полупромышленных испытаний по мокрому обогащению значительных по объему и представительности партий руды, по промывке руды от хлора, параллельных химических анализов и др. Работы выполнялись многими организациями: Центральным рудоуправлением

Таблица 1
Концентрации хлора по глубине

Глубина, м	Хлор, %
0 - 10	0,2
10 – 60	0,009

ЦОФ РУ-2, ОАО «Аммофос».

В данной работе проведены обобщение и анализ особенностей распределения хлора в добываемой руде и готовой продукции на основе статистической обработки имеющихся материалов (табл. 1-4, рис. 1-11).

Распределение хлора в недрах по данным кернового опробования

Для оценки распределения хлора на участке Ташкура пробурено 10 скважин. Пробы отобраны без подачи воды для предотвращения вымывания хлоридов из 1 и 2 фосфопластов с интервалами опробования 15-30 см по глубине [5].

Пробы измельчались для химического анализа. Концентрация хлора определялась потенциометрическим титрованием в лабораториях фирмы Bateman и ЦЗЛ ГМЗ-2 Центрального рудоуправления.

Авторами проведена оценка качества аналитических работ на хлор (рис. 2).

Случайные составляющие погрешности лабораторий химического анализа не превышают допустимых уровней, регламентируемых нормативными документами. Сопоставление данных лабораторий Bateman и ЦЗЛ ГМЗ-2 показывает, что среднеквадратическая ошибка определения концентраций хлора составляет 193 ppm или 0,019 % при допустимой среднеквадратической погрешности, регламентируемой нормативами,

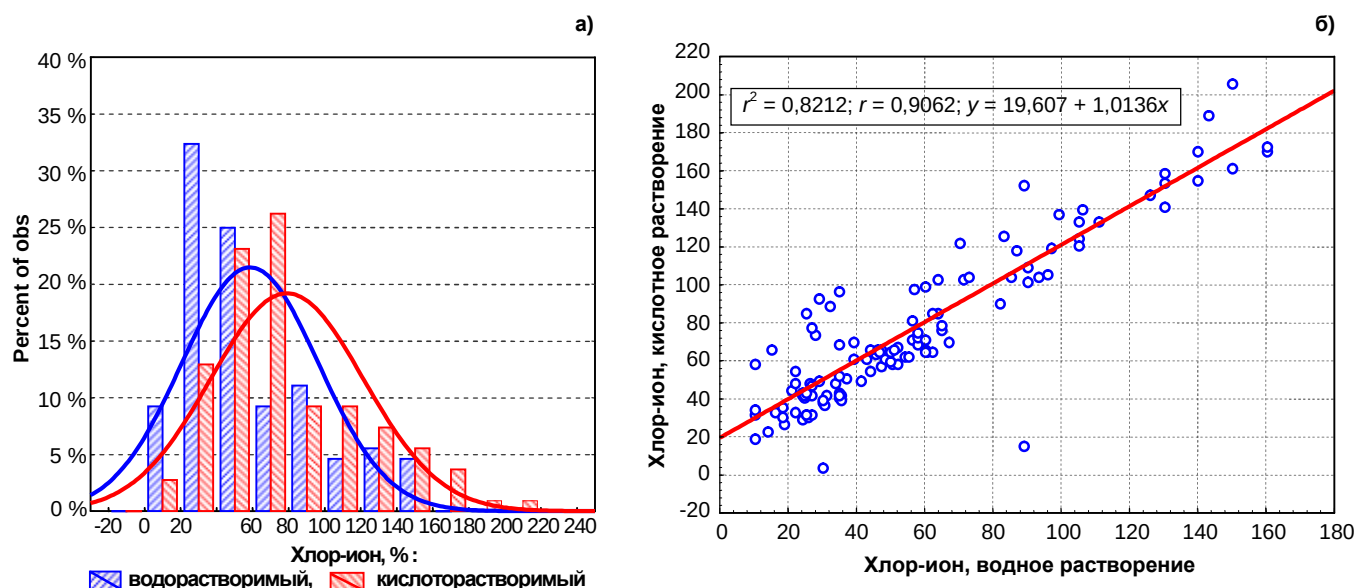


Рис. 3. Гистограммы и график корреляционной связи хлор - ионов водорастворимого (а) и кислоторастворимого (б)

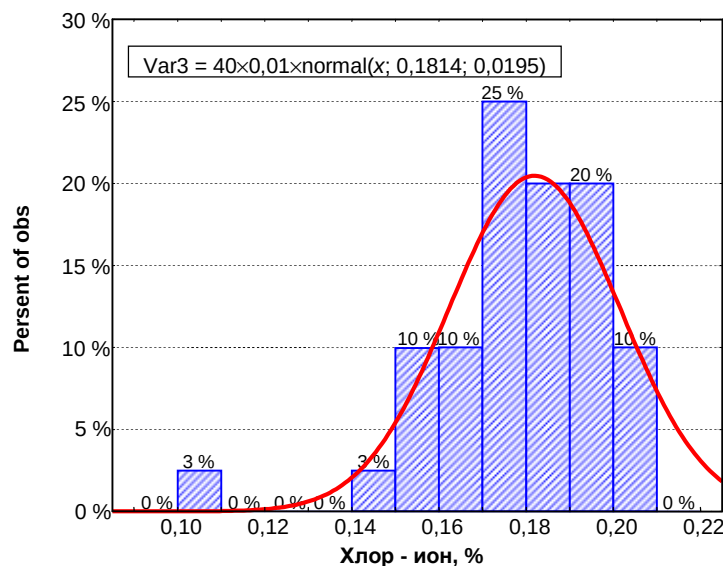


Рис. 4. Гистограмма хлор - иона водорастворимого в добываемой руде II пласта

не выше 0,02 %. Оценка значимости систематических расхождений результатов анализа проб определена сравнением рассчитанного систематического расхождения d_r (10,27 %) и допустимой среднеквадратической погрешностью σ_{dr} (50 %). Условие незначимости – вычисленная систематическая составляющая d_r должна быть меньше или равна $\sigma_{D,r} \times 0,47$ (23,5 %). В этом случае систематической погрешностью можно пренебречь. В нашем случае условие незначимости выполняется.

Проведенные анализы на хлор фирмой Bateman и параллельные анализы ЦЗЛ ГМЗ-2 установили высокие концентрации хлора - до 0,24 %. По керновому опробованию среднее содержание хлора по всем пробам составляет 880 ppm, стандартное отклонение от среднего (SD) равно 420 ppm при концентрациях хлор - иона водорастворимого и кислоторастворимого 580 ppm и 700 ppm, соответственно. Таким образом, водное растворение вымывает хлор на 17-20 % меньше кислотного (рис. 3 а, б).

Распределение хлора в целом характеризуется нормальным законом (рис. 3 а, б; 4) со средними значениями хлор - ионов водорастворимого и кислоторастворимого, соответственно, 0,058 % и 0,078 %.

Выявлено постепенное уменьшение концентраций хлора с глубиной скважин с поверхности до 40-50 м со значительным разбросом начальных содержаний от 0,1-0,24 % до 0,06-0,08 % (рис. 5, 6).

Корреляционным анализом установлена (рис. 5) отрицательная связь содержаний хлора с глубиной с коэффициентом корреляции – 0,314.

Построены графики распределения содержаний хлора по литологическим разностям (рис. 7), из которых следует, что наименьшими содержаниями хлора характеризуются зернистые рыхлые фосфориты 2 пласта со средним значением - 0,066 %.

Наибольшими концентрациями хлора обладают мергели, мергелистые фосфориты и глины (0,104; 0,105; 0,072 %, соответственно).

Корреляционная связь между содержанием фосфорного ангидрида и хлора отсутствует (рис. 8).

Выполненные в лаборатории Bateman исследования по промывке дистиллированной водой измельченных керновых проб фосфоритов Ташкуры с повышенной концентрацией хлоридов (табл. 2.) свидетельствуют о возможности снижения содержания хлора в твердой фазе до 50-70 ppm, при содержании хлора в руде до промывки от 952 до 2066 ppm.

Содержание хлора в готовой продукции

По данным систематических определений концентраций хлора в фосфоритовой муке построен график (рис. 9) его распределения за период 2002-2004 гг. Среднее содержание хлора составляет 0,091 %. При этом в 2002 г. содержания хлора в готовой продукции превышали 0,15 %.

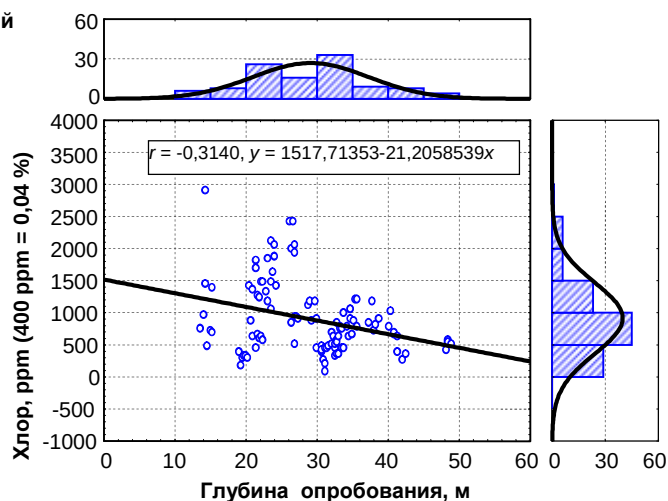


Рис. 5. Зависимость содержаний хлора в недрах от глубины залегания фосфопласта

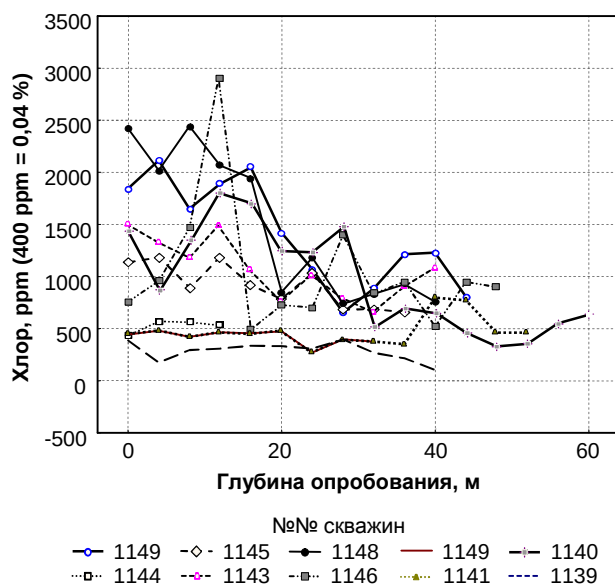


Рис. 6. Распределение концентраций хлора по глубине скважин

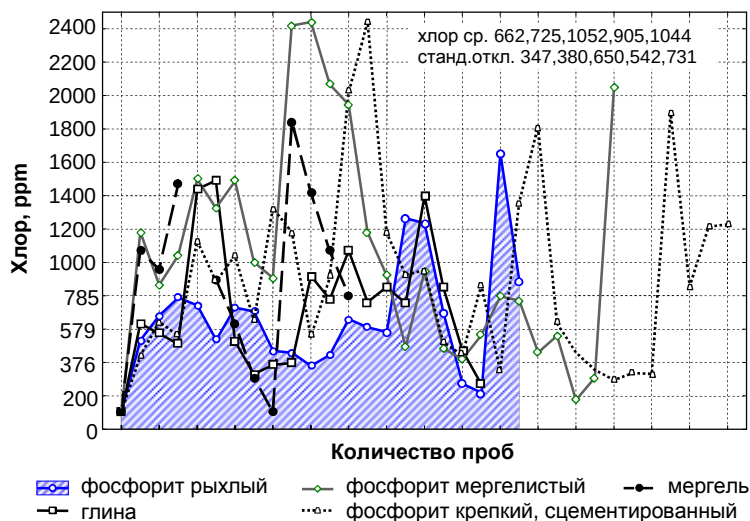


Рис. 7. Распределение концентраций хлора по литологическим разностям

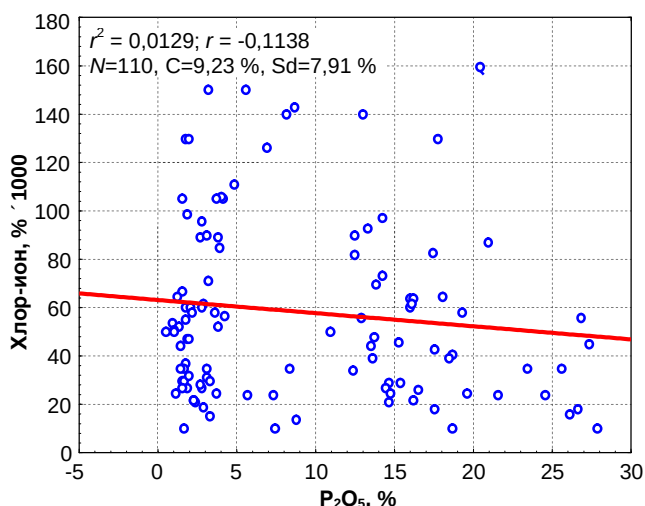


Рис. 8. График, иллюстрирующий отсутствие зависимости между содержаниями хлора и фосфора

Лабораторные и полупромышленные испытания технологических проб

Опытное бурение на участке Ташкура показало наличие участков с содержанием хлора в исходной руде до 0,2 % (2000 ppm) и выше. Последствия воздействия хлора являются основной причиной перехода на мокрую технологию обогащения.

Концентрации хлора в произведенных на ЦОФ мытых концентратов ниже предельно допустимого значения - 400 ppm, при этом концентрация хлора в исходной руде партии № 1 составляла 1330 ppm.

Лабораторные испытания 10 технологических проб фосфоритной руды и 3 проб минерализованной массы (компания Bateman Proejcts), Й. Арье, 2003 г. [4]

Отобрано 13 проб из действующего карьера:
2 пробы (I- I, I- 2) – 1 пласт без подразделений на слой;
2 пробы – 2 пласт, верхний слой –II- I, II-6;

2 пробы – 2 пласт, средний слой – II-2, II-7;
2 пробы – 2 пласт, нижний слой- II-3,II-8;
2 пробы – 2 пласт, верхний и средний слой;
3 пробы минерализованной массы 1 и 2 пластов – 0-1, 0-2, 0-3.

Вес каждой пробы составлял 500-1200 кг.

Проводились сухой и мокрый ситовые анализы исходной руды.

Лабораторные испытания проведены на ЦОФ РУ-2 для определения кислоторастворимого и водорастворимого хлор-ионов в каждом классе крупности, а также мокрое обогащение 5 партий руды по промывке руды от хлора, в результате которых показана возможность получения из фосфоритов кондиционных по хлору мытых концентратов. Обработка данных показала неравномерное распределение концентрации хлора (рис. 10) по классам крупности с закономерным уменьшением содержаний хлора от верхней части 2 пласта к нижней его части на величину 0,02 % - 0,03 %. При этом, устанавливаются повышенные концентрации хлора на уровне 0,17 % - 0,22 % для проб II-1 – II-4 в классах крупности (-10) – (+5) мм, (-5) – (+2) мм,..., до (-0,075) мм. Для 1 пласта повышенные содержания хлора отвечают классу крупности (+20) – (-10) мм, минимальны – (-5) – (+2) мм. Подобное распределение хлора отмечается также для проб 2 пласта II-6 - II-8, отобранных со второго участка, но с существенно меньшими концентрациями хлора. Распределение хлора

Таблица 2

Результаты промывки проб
(по данным компании Bateman)

Проба №	Хлор общ.	Хлор в воде после промывки	Хлор в руде после промывки	Суммарный хлор после промывки
5059	1002	950	54	1004
5067	2066	2090	47	2137
5038	952	850	35	885
5001	1260	1070	55	1125
5002	1232	955	60	1015
4992	1213	1080	50	1130

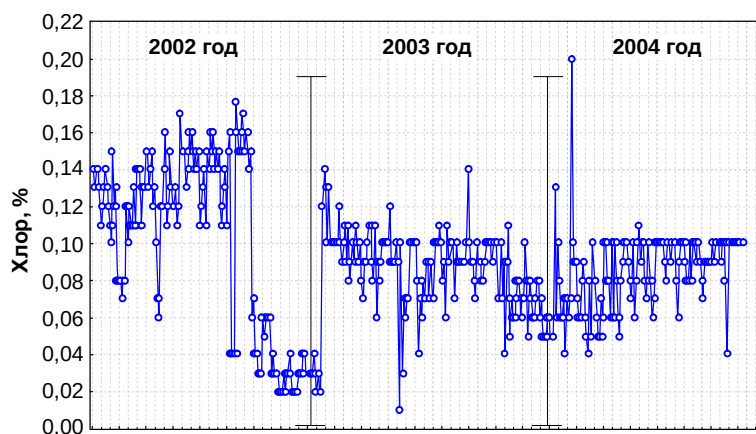


Рис. 9. Содержание хлора в готовой продукции КФК Центрального рудоуправления за 2002-2004 гг.

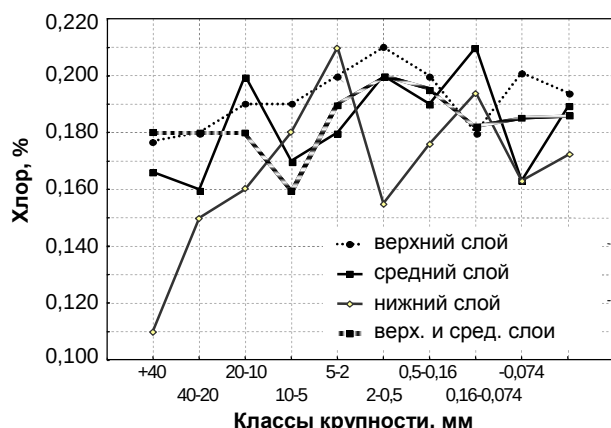


Рис. 10. Содержание хлора II пласта по классам крупности (участок 1)

для проб II-4, II-5 (объединенные верхние и нижние части 2 пласта) занимает промежуточное положение (рис. 10).

Концентрации хлора в 1 пласте, без подразделения на слои (пробы I-1, I-2), невелики и существенно ниже ПДК (учитывая порог определения хлора).

Для проб минерализованной массы, отобранных со складов, повышенные содержания свойственны для классов крупности (+10) – (-0,074) мм.

В целом, по всем пробам среднее содержание хлора составляет величину 0,088 %.

Опытно-промышленные испытания по промывке руды

Испытания проведены для 5 партий проб фосфурды на карьере Ташкура, добытой комбайном MTS-250 общим весом 10 тыс. т:

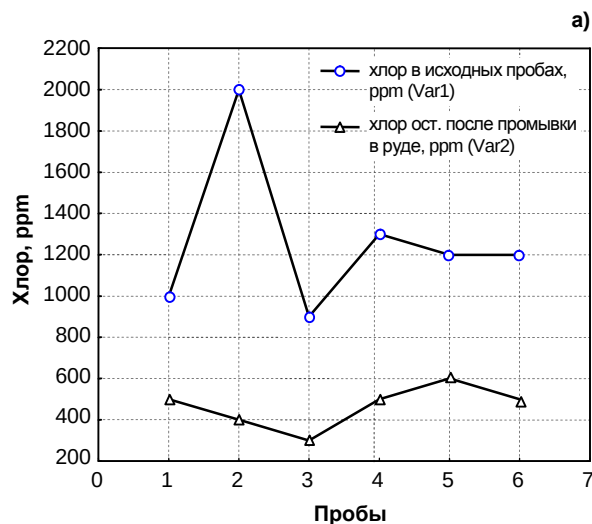
Партия 1 – 2 пласт, верхняя и средняя части пласта;

Партии 2, 3 – 1 пласт;

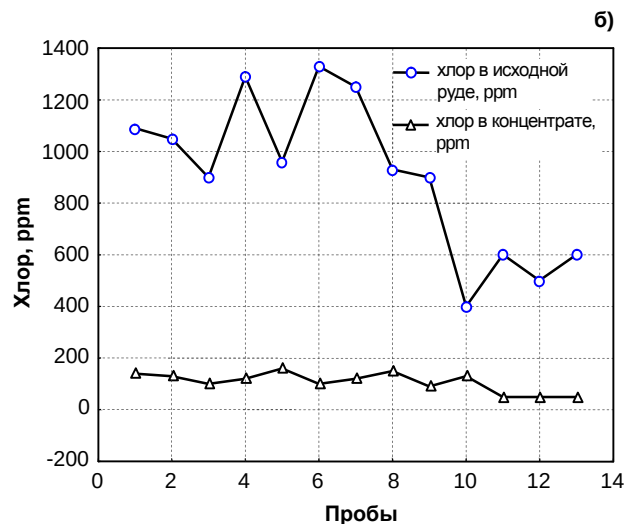
Партия 4 – 2 пласт, нижний слой;

Партия 5 – 2 пласт, верхний и нижний слои.

Исследования по мокрому обогащению фосфоритов выполнены на центральной обогатительной фабрике ЦОФ РУ-2 силами персонала ЦОФ и включали работы



а)



б)

Рис. 11. Хлор после промывки в руде (а) и концентрате (б)

Таблица 3

Результаты химических анализов на хлор исходной руды и концентратов

№ партии руды	Дата	Исходная руда		Концентрат
		Хлор общий, %	Хлор водор., %	Хлор общий, %
1	23.01.03	0,109		0,014
	26.01.03	0,105	0,071	0,013
	27.01.03	0,090		0,010
	28.01.03	0,129	0,101	0,012
	29.01.03	0,096		0,016
	30.01.03	0,133	0,078	0,010
	01.02.03	0,125	0,087	0,012
	02.02.03	0,093		0,015
	02.02.03	0,090		0,009
	03.02.03	0,087		0,013
Средн.		0,106	0,084	0,012
2	06.02.03	0,043	0,025	Следы
3	12.02.03	0,056		Следы
4	15.02.03	0,051		
5	21.02.03	0,062		

по промывке руды от хлора, наработку в лабораторных условиях оборотной воды и оценку ее химического состава.

Получены результаты химических анализов исходной руды и концентратов, отобранных при сменных опробованиях (табл. 3).

Партия 1 представлена рудой с повышенным содержанием хлоридов - до 0,133 %. Концентрация хлоридов в проанализированных концентратах составила в среднем 0,012 %, существенно меньше допустимой концентрации.

Проведена контрольная проверка мытых концентратов в аналитической лаборатории АО «Аммофос», которая подтвердила низкие концентрации хлоридов (табл. 4).

Выполнены опытные работы на пробе II-1 2 фосфопласта с высокими содержаниями хлора для изучения возможности промывки руды от хлора водой с повышенной концентрацией (рис. 11 а, б). Путем добавки соли на основе воды водовода Ташкура приготовлены

Таблица 4

Хлор в продуктах обогащения (ОАО «Аммофос»)

Наимен. продукта	Дата отбора	Хлор общий	Хлор водное растворение
Исходная руда	22.01.03	0,122	0,109
Исходная руда	06.02.03	0,031	0,018
Слив МШР № 3	13.02.03	0,009	0,004
Слив МШР № 3	17.02.03	0,012	0,02
Слив МШР № 3	22.02.03	0,036	0,027
Слив МШР № 3	25.02.03	0,042	0,032
Концентрат (кек)	17.02.03	0,007	0,003
Концентрат (кек)	06.02.03	0,009	0,004
Концентрат (г/ц 3)	13.02.03	0,0098	0,0023
Концентрат (г/ц 3)	22.01.03	0,013	0,005
Концентрат (г/ц 3)	22.02.03	0,008	0,004
Концентрат (г/ц 3)	25.02.03	0,011	0,004
Общие хвосты	25.02.03	0,037	

пробы воды с различными концентрациями хлора. Содержание хлора в воде скважины Ташкура по данным лаборатории ОЭС ВВС Центрального рудоуправления составило 471,2 мг/л, при ПДК равном 350 мг/л. Результаты исследований показали возможность отмывки руды от хлора оборотной водой с концентрацией хлора, превышающей 5000 ppm, что позволит получить кондиционные по хлору мытые концентраты.

По данным ЦНИЛ НГМК для проектируемого водохранилища в составе жидкой фазы сбросной пульпы обогатительной фабрики концентрация хлоридов в подземной гидросфере будет составлять 2343 мг/л.

Таким образом, авторами проведены обобщение и анализ особенностей распределения хлора в добываемой руде и готовой продукции на основе статистической обработки имеющихся материалов, в результате чего:

1. Проведена оценка качества аналитических работ на хлор. Случайные и систематические составляющие погрешностей лабораторий химического анализа не превышают допустимых уровней, регламентируемых нормативными документами.

2. Выявлено постепенное уменьшение концентраций хлора с глубиной скважин от дневной поверхности до 40-50 м со значительным разбросом начальных содержаний от 0,1-0,24 % до 0,06-0,08 %.

3. Корреляционным анализом установлена отрицательная связь содержаний хлора с глубиной с коэффициентом корреляции – 0,314.

4. По данным систематических определений концентраций хлора в фосфоритовой муке, показано его распределение за период 2002-2004 гг. Среднее содержание хлора составляет 0,091 %.

5. Построены графики распределения содержаний хлора по литологическим разностям, из которых следует, что наименьшими содержаниями хлора характеризуются зернистые рыхлые фосфориты 2 пласта со средним значением 0,066 %. Наибольшими концентрациями хлора обладают мергели, мергелистые фосфориты и глины (0,104, 0,105, 0,072 %, соответственно). Корреляционная связь между содержанием фосфорного ангидрида и хлора отсутствует.

6. Обработка данных показала неравномерное распределение концентраций хлора по классам крупности с закономерным уменьшением содержаний хлора от верхней части 2 пласта к нижней его части на величину 0,02 %-0,03 %. При этом, устанавливаются повышенные концентрации хлора на уровне 0,17 %-0,22 % для проб II-1 – II-4 в классах крупности (-10) – (+5) мм, (-5) – (+2) мм, ..., до (-0,075) мм. Для 1 пласта повышенные содержания хлора отвечают классу крупности (+20) – (-10) мм, минимальные – (-5) – (+2) мм. Подобное распределение хлора отмечается также для проб 2 пласта II-6-II-8, отобранных со второго участка, но с существенно меньшими концентрациями хлора. Распределение хлора для проб II-4, II-5 (объединенные верхние и нижние части 2 пласта) занимает промежуточное положение (рис. 9).

Концентрации хлора в 1 пласте без подразделения на слои (пробы I-1, I-2) невелики и существенно ниже ПДК.

Для проб минерализованной массы, отобранных со складов, повышенные содержания хлора свойственны для классов крупности (+10) мм – (-0,074) мм.

В целом, по всем пробам среднее содержание хлора составляет величину 0,088 %.

7. Проведенные анализы на хлор фирмой Bateman и параллельные анализы ЦЗЛ ГМЗ-2 установили высокие концентрации хлора до 0,24 % по керновому опробованию на одном из двух участков, на втором участке массовая доля хлора не выше допустимой.

8. Повышенные концентрации хлора связаны с засоленностью пород хлористыми солями. При этом, наибольшей миграционной способностью выноситься из среды выветривания в раствор обладают хлор и сера, в гораздо меньшей степени – Ca, Na, K, Mg, P (в 20 раз меньше чем первая группа). Осадки образуют последовательные зоны в следующем порядке - хлориды (галоидные соли), сульфаты, мергели, фосфориты. В случае постепенно протекавшей регрессии моря эти отложения выстраиваются в один ряд, сменяя друг друга в сторону моря. В случае трансгрессии моря при наличии благоприятных условий они должны сменять друг друга в вертикальном направлении или по направлению к подтопляемой суше. В связи с этим, вероятно, весьма неравномерное распределение хлора от его высоких концентраций в приграничных частях выходов фосфопластов до низких концентраций (ниже ПДК) в пределах большей части площади месторождения. Данный прогноз требует дальнейших исследований.

Список литературы:

1. Ангелов А.И. и др. Фосфатное сырье. Справочник. М.: Недра, 2000.
2. Бадалов С.Т. Геохимические особенности рудообразующих систем. Ташкент, 1991.
3. Кротов Б.П. Дифференциация элементов во времени при выветривании и закономерности распределения осадочных рудных месторождений. Известия Академии наук, 1953, № 2.
4. Арье Й. Результаты лабораторных испытаний. Отчеты № 2, 3. Bateman. 2003.
5. Результаты определения концентраций хлора в пробах кенового бурения на участке Ташкура, Bateman, 2002.

ОСЛАБЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПОРОД ПРИ ИХ НАСЫЩЕНИИ РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ПАВ

Тураев А.С., зав. кафедрой «Горная электромеханика» НГГИ, канд. геол.-минер. наук; Раимжанов Б.Р., ректор НГГИ, докт. техн. наук, проф.; Урунов И.О., зав. кафедрой «Общая физика» НГГИ, канд. физ.-мат. наук; Тошов О.Э., ст. преподаватель кафедры «Металлургия» НГГИ

В реальных условиях залегания пластов горные породы находятся в постоянном контакте с водой, присутствующей либо в связанном, либо в свободном состоянии, которая существенно влияет на изменение их прочностных свойств. Исследованиями установлено, что устойчивость горных выработок ухудшается с увеличением влажности пород, проведение выработок по влагонасыщенным породам сопровождается интенсивным течением и сдвижением боковых пород.

Исследованием также установлено, что на изменение прочностных свойств горных пород влияет химический состав насыщающей жидкости и составом растворимых компонентов в породе. Степень активности принимаемой жидкости характеризуется водородным показателем, диапазон изменения которого достаточно велик и составляет от 3 до 11. Растворы одного состава, отличающиеся водородными показателями, по-разному насыщают поверхность породы, что оказывает влияние

большие молекулы закрывают поры и микротрещины, препятствуя проникновению молекул воды вглубь образца горных пород. Абсолютные значения предельной влажности различных горных пород в зависимости от концентрации и типа различных ПАВ приведены в табл. 1-3.

Закономерность изменения предела прочности гранита при одноосном сжатии и растяжении в зависимости от влажности разрушаемых образцов породы, насыщенных ПАВами типов V-87, Собсток и ПО-10, представлена на рис. 2.

Исследованиями установлено действие растворов на процессы ослабления прочности горных пород при сжатии и растяжении. Так, при достижении влажности образцов 0,8 % среда насыщенных ПАВ типа V-87 способствует снижению прочности при сжатии на 36 %, при растяжении - на 18 %; среда насыщенных ПАВ типа Собсток - на 20 и 14 %; среда насыщенных ПАВ

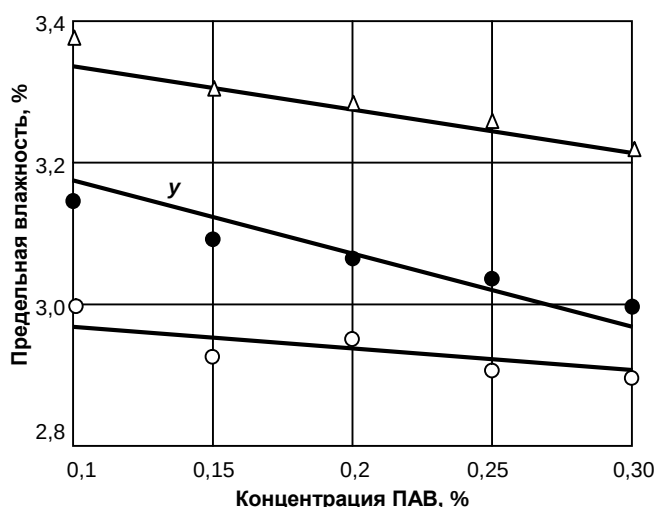


Рис. 1. Исследование влияния концентрации и типа ПАВ на предельную влажность гранита
○ - для ПАВ типа V-87; ● - для ПАВ типа Собсток;
△ - для ПАВ типа ПО-10

на степень влагонасыщения.

Концентрация и тип различных поверхностно-активных веществ (ПАВ) в растворе также влияют на предельную влажность горных пород, зависимости которых приведены на рис. 1.

Исследованиями установлено, что с увеличением концентрации ПАВ от 0,1 до 0,3 % для различных типов ПАВ предельная влажность гранита снижается и составляет 2,92; 3,0 и 3,2 %, соответственно, для ПАВ типа V-87; Собсток и ПО-10. Это объясняется тем, что

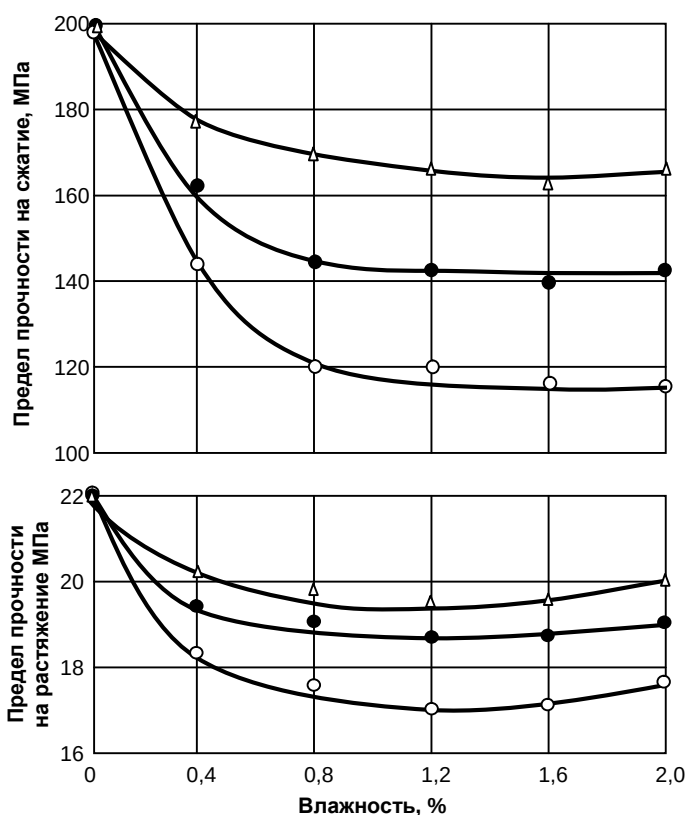


Рис. 2. Закономерность изменения предела прочности гранита при одноосном сжатии и растяжении в зависимости от влажности разрушаемых образцов с учетом насыщения их растворами
○ - для ПАВ типа V-87; ● - для ПАВ типа Собсток;
△ - для ПАВ типа ПО-10

Таблица 1

Абсолютные результаты ослабления прочности гранита при его насыщении различными типами ПАВ

Тип ПАВ	Время пропитки, мин.	Концентрация ПАВ, %	Влажность горных пород, %	Предел прочности горных пород до пропитки растворами ПАВ, МПа		Предел прочности горных пород после пропитки растворами ПАВ, МПа	
				Сжатие	Растяжение	Сжатие	Растяжение
V-87	30	0,1	2,85	200	22	178	19,5
	30	0,2	2,85	200	22	175	19
	30	0,3	2,8	200	22	170	18,5
	60	0,1	2,8	200	22	170	18,1
	60	0,2	2,8	200	22	165	17,6
	60	0,3	2,8	200	22	150	17,3
	90	0,1	2,9	200	22	155	17,1
	90	0,2	2,9	200	22	152	16,4
Собсток	90	0,3	3,0	200	22	150	16,0
	30	0,1	3,1	200	22	182	20
	30	0,2	3,1	200	22	180	18
	30	0,3	3,1	200	22	176	16
	60	0,1	3,1	200	22	173	19
	60	0,2	3,1	200	22	170	18
	60	0,3	3,0	200	22	165	17
	90	0,1	3,0	200	22	167	18
ПО-10	90	0,2	3,0	200	22	165	17
	90	0,3	3,2	200	22	160	16
	30	0,1	3,2	200	22	185	20,5
	60	0,2	3,3	200	22	180	20
	90	0,3	3,4	200	22	175	20

Таблица 2

Абсолютные результаты ослабления прочности известняка при его насыщении различными типами ПАВ

Тип ПАВ	Время пропитки, мин.	Концентрация ПАВ, %	Влажность горных пород, %	Предел прочности горных пород до пропитки растворами ПАВ, МПа		Предел прочности горных пород после пропитки растворами ПАВ, МПа	
				Сжатие	Растяжение	Сжатие	Растяжение
CF-8201	30	0,1	6,2	140	12	130	10,0
	30	0,2	7,1	140	12	128	9,5
	30	0,3	8,9	140	12	126	9,0
	60	0,1	6,3	140	12	128	8,8
	60	0,2	6,9	140	12	126	8,6
	60	0,3	7,9	140	12	124	8,4
	90	0,1	7,1	140	12	126	8,0
	90	0,2	8,3	140	12	124	7,8
Собсток	90	0,3	9,1	140	12	120	7,6
	30	0,1	6,2	140	12	132	11,0
	30	0,2	6,8	140	12	130	10,5
	30	0,3	8,3	140	12	126	10,0
	60	0,1	6,4	140	12	130	9,8
	60	0,2	6,9	140	12	128	9,6
	60	0,3	7,8	140	12	126	9,6
	90	0,1	7,0	140	12	128	8,2
	90	0,2	7,6	140	12	126	8,0
	90	0,3	8,1	140	12	120	7,6

типа ПО-10 – на 15 и 10 %, соответственно. По мере насыщения образцов растворами наблюдается дальнейшее снижение прочностных показателей. Их минимальные значения соответствуют влажности 1-2 % и составляют для среды насыщенных ПАВ типа V-87 40 и 32 %; для среды насыщенных ПАВ типа Собсток 30 и 14 %; для среды насыщенных ПАВ типа ПО-10 25 и 10 %, соответственно.

Исследованиями также установлено, что с увеличением влажности образцов более 1,6 % происходит заметное их упрочнение при испытаниях на сжатие и

растяжение. Так, предел прочности горных пород при одноосном сжатии для трех исследуемых водных растворов составляет 60-82 % от предела прочности горных пород в воздушно-сухом состоянии. Предел прочности горных пород при одноосном растяжении изменился незначительно и составил 77-80 %. Эти данные свидетельствуют о том, что процессы разрушения горных пород при сжатии более чувствительны к изменению степени влагонасыщения пород, чем аналогичные процессы, происходящие при растяжении пород.

Таблица 3

Абсолютные результаты ослабления прочности доломита при его насыщении различными типами ПАВ

Тип ПАВ	Время пропитки, мин.	Концентрация ПАВ, %	Влажность горных пород, %	Предел прочности горных пород до пропитки растворами ПАВ, МПа		Предел прочности горных пород после пропитки растворами ПАВ, МПа	
				Сжатие	Растяжение	Сжатие	Растяжение
CF-8201	30	0,1	4,8	110	8	90	5,5
	30	0,2	4,8	110	8	88	5,0
	30	0,3	4,7	110	8	86	4,5
	60	0,1	4,6	110	8	80	4,0
	60	0,2	4,6	110	8	75	3,8
	60	0,3	4,4	110	8	72	3,6
	90	0,1	4,3	110	8	70	3,5
	90	0,2	4,3	110	8	68	3,5
Собсток	30	0,1	4,5	110	8	94	6,0
	30	0,2	4,4	110	8	92	5,5
	30	0,3	4,4	110	8	91	5,5
	60	0,1	4,3	110	8	90	5,6
	60	0,2	4,3	110	8	84	5,0
	60	0,3	4,0	110	8	82	4,5
	90	0,1	4,0	110	8	80	4,0
	90	0,2	4,0	110	8	78	3,8
V-87	30	0,1	4,4	110	8	96	7,0
	60	0,2	4,3	110	8	98	6,5
	90	0,3	4,2	110	8	92	6,0

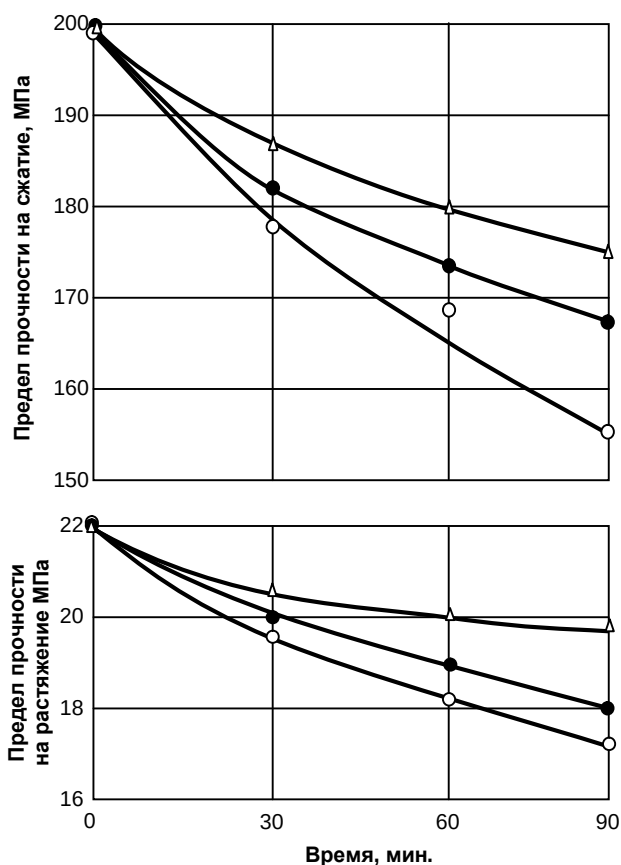


Рис. 3. Закономерность изменения предела прочности гранита при одноосном сжатии и растяжении в зависимости от времени разрушаемых образцов с учетом насыщения их растворами
 ○ - для ПАВ типа V-87; ● - для ПАВ типа Собсток;
 Δ - для ПАВ типа ПО-10

Исследованиями установлена закономерность изменения предела прочности гранита при одноосном сжатии и растяжении в зависимости от времени разрушаемых образцов с учетом насыщения их различными растворами. Полученные закономерности характеризуются зависимостью параболического типа, которые приведены на рис. 3. Полученные зависимости показывают, что с увеличением времени насыщения горных пород растворами ПАВ от 0 до 90 мин. предел прочности гранита при одноосном сжатии и растяжении снижается. Так, при насыщении горных пород растворами ПАВ равной 90 мин. среда насыщенных ПАВ типа V-87 способствует снижению прочности при сжатии на 23 %, при растяжении – на 22 %; среда насыщенных ПАВ типа Собсток 16 и 19 %, а среда насыщенных ПАВ типа ПО-10 13 и 11 %, соответственно.

Выводы:

1. Концентрация и тип различных ПАВ в растворе влияют на предельную влажность горных пород. Исследованиями установлено, что с увеличением концентрации ПАВ от 0,1 до 0,3 % для их типов предельная влажность гранита снижается и составляет 2,92; 3,0 и 3,2 %, соответственно, для ПАВ типа V-87; Собсток и ПО-10. Это объясняется тем, что большие молекулы закрывают поры и микротрещины, препятствуя проникновению молекул воды вглубь образца горных пород.

2. Установлены закономерности изменения предела прочности различных типов горных пород при одноосном сжатии и растяжении, в зависимости от времени разрушения образцов с учетом насыщения их различными растворами. Полученные закономерности характеризуются зависимостью параболического типа.

ИЗМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПАВ ОТ ИХ КОНЦЕНТРАЦИИ

Тураев А.С., зав. кафедрой «Горная электромеханика» НГГИ, канд. геол.-минер. наук; **Насриддинов И.Б.**, доцент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ, канд. техн. наук; **Низамов Н.Н.**, профессор кафедры «Оптика» СамГУ, докт. физ.-мат. наук; **Осмонов С.А.**, доцент кафедры «Оптика» СамГУ, канд. физ.-мат. наук; **Тошов О.Э.**, ст. преподаватель кафедры «Металлургия» НГГИ

Одной из актуальных задач горного производства является снижение энергоемкости разрушения горных пород. Наиболее простым и экономичным способом изменения свойств и состояния массива горных пород является физико-химическая обработка его водными растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Исследованиями установлено, что водные растворы ПАВ интенсифицируют процессы разрушения горных пород, способствуя увеличению скорости бурения, снижению износа инструмента и прочности разрушаемых пород. Исследованиями также установлено, что механизм влияния водных растворов ПАВ на технологические и физико-химические процессы заключается в том, что дифильные молекулы ПАВ адсорбируются на границе раздела фаз, что приводит к снижению поверхностного натяжения раствора, улучшению и смачиванию.

Для подбора ПАВ и оптимальной концентрации его водных растворов нами исследовались изменения основных характеристик – поверхностного натяжения, показателя преломления, водородный показатель и электропроводность для ПАВ CF-8201, ОП-10, Геронол V-87, Собсток, Акилбинзолсульфат кальция в зависимости от их концентрации. Основные характеристики растворимости ПАВ в водопроводной воде:

1. Эмульгатор CF-8201 при концентрациях 0,01-0,4 % растворяется в водопроводной воде при интенсивном перемешивании. После полного растворения раствор прозрачный (истинный раствор).

2. ПАВ ОП-10 при концентрациях 0,01-0,4 % растворяется в водопроводной воде при перемешивании. После полного растворения цвет раствора прозрачный (раствор истинный).

3. Геронол V-87 при концентрациях 0,01-0,4 % растворяется в водопроводной воде при перемешивании. После растворения цвет раствора прозрачный (раствор истинный).

4. Собсток при концентрациях 0,01-0,4 % растворяется в водопроводной воде при растирании ПАВ. После полного растворения имеем систему взвешенных частиц, которые с течением времени медленно оседают на дно (суспензия).

В лабораторных условиях нами определялись закономерности изменения поверхностного натяжения, показателя преломления, водородного показателя и электропроводности ПАВ марки CF-8201, ОП-10, V-87 и

Собсток в зависимости от их концентрации, показатели которых приведены на рис. 1-4.

Полученные зависимости (рис. 1-3) показывают, что с ростом концентрации от 0 до 0,4 % поверхностное натяжение исследованных типов ПАВ снижается от 73,5 до 30×10^3 Н/м. Полученные зависимости также показывают, что при концентрации более 0,1-0,2 % поверхностное натяжение, исследованных типов ПАВ практически мало снижается.

Исследованиями установлено, что закономерности изменения поверхностного натяжения ПАВ типа CF-8201, ПО-10 и V-87 от их концентрации характеризуются зависимостью гиперболического типа.

Полученные зависимости (рис. 1-4) показывают, что с ростом концентрации от 0 до 0,4 % показатель преломления, водородный показатель и электропроводность ПАВ типа CF-8201, ПО-10, V-87 и Собсток снижается. Полученные зависимости также показывают, что при концентрации более 0,2 % показатель преломления, водородный показатель и электропроводность ПАВ типа CF-8201, ПО-10, V-87 и Собсток принимает минимальное значение. Дальнейшие увеличения

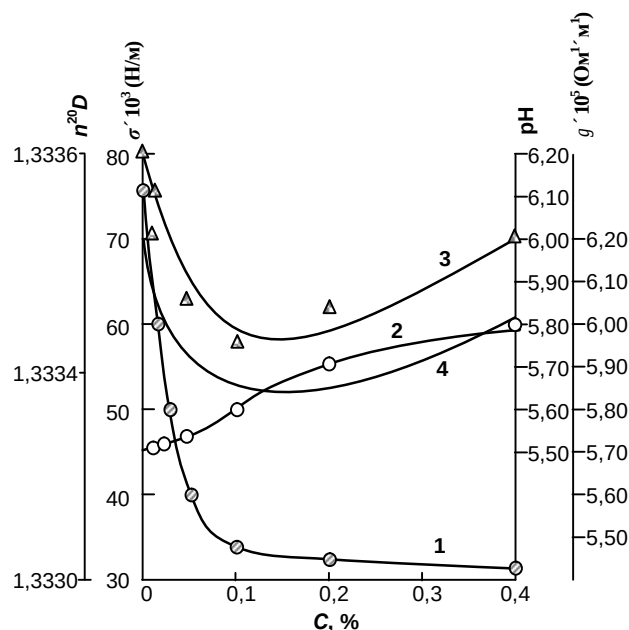


Рис. 1. Закономерность изменения характеристик ПАВ типа CF-8201 от их концентрации:
1 - поверхностное натяжение; 2 - показатель преломления;
3 - водородный показатель; 4 - электропроводность

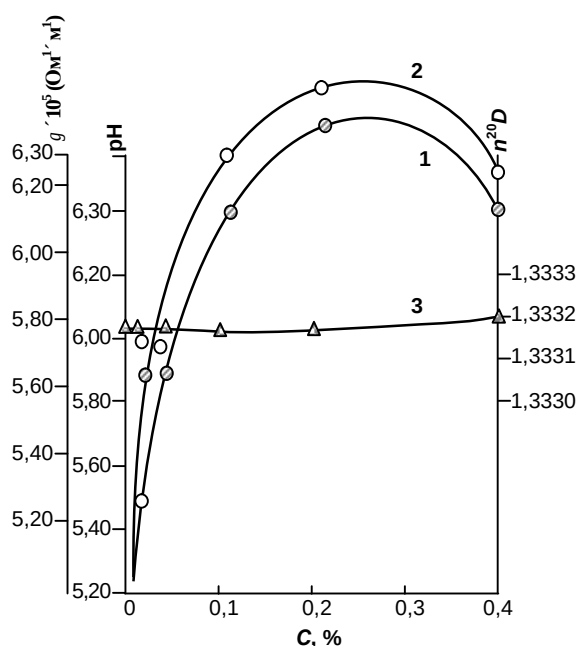


Рис. 2. Закономерность изменения характеристик ПАВ типа ОП-10 от их концентрации:
1 - поверхностное натяжение; 2 – показатель преломления;
3 - водородный показатель

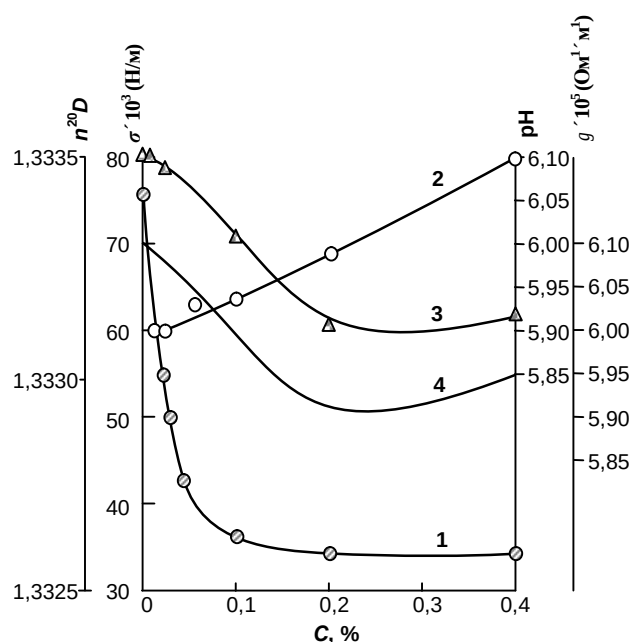


Рис. 4. Закономерность изменения характеристик ПАВ типа Собсток от их концентрации:
1 - поверхностное натяжение; 2 – показатель преломления;
3 - водородный показатель; 4 – электропроводность

концентрации сопровождаются ростом показателя преломления водородного показателя и электропроводности. Полученная закономерность характеризуется зависимостью параболического типа. А закономерность изменения показателя преломления ПАВ типа Собсток от их концентрации характеризуется зависимостью линейного типа (рис. 4).

Выводы:

1. С ростом концентрации от 0 до 0,4 % поверхностное натяжение исследованных типов ПАВ снижается от $73,5$ до 30×10^3 Н/м. Полученные зависимости также показывают, что при концентрации более 0,1-0,2 % поверхностное натяжение исследованных типов ПАВ практически мало снижается.

Закономерности изменения поверхностного натяжения ПАВ типа CF-8201, ПО-10 и V-87 от их концентрации характеризуются зависимостью гиперболического типа.

2. С ростом концентрации от 0 до 0,4 % показатель преломления, водородный показатель и электропроводность ПАВ типа CF-8201, ПО-10, V-87 и Собсток снижаются. Полученные зависимости также показывают, что при концентрации более 0,2 % показатель преломления, водородный показатель и электропроводность ПАВ типа CF-8201, ПО-10, V-87 и Собсток принимают минимальное значение. Дальнейшее увеличение концентрации сопровождается ростом показателя преломления водородного показателя и электропроводности. Полученная закономерность характеризуется зависимостью параболического типа. А закономерность изменения показателя преломления ПАВ типа Собсток от их концентрации характеризуется зависимостью линейного типа.

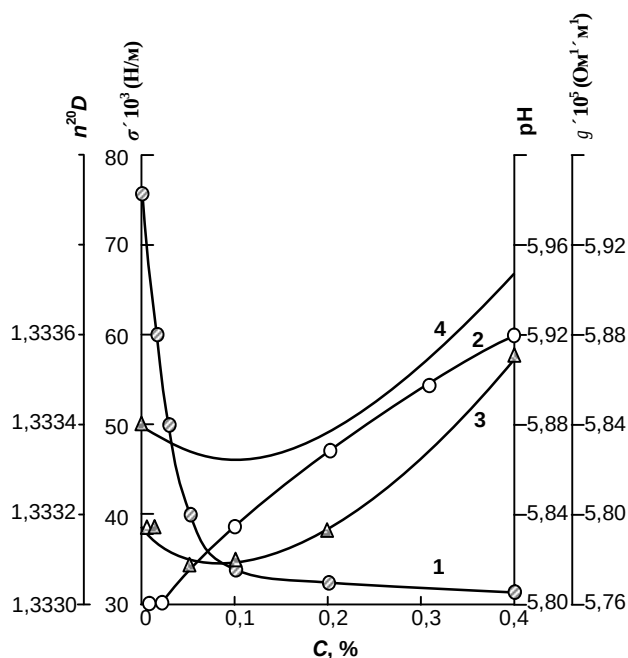


Рис. 3. Закономерность изменения характеристик ПАВ типа V-87 от их концентрации:
1 - поверхностное натяжение; 2 – показатель преломления;
3 - водородный показатель; 4 – электропроводность

ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЗОНЫ УПЛОТНЕНИЯ МАССИВА В ОПЛЫВАЮЩИХ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТАХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПАВ

Низамов Н.Н., профессор кафедры «Оптика» СамГУ, докт. физ.-мат. наук; **Насиров У.Ф.**, зав. кафедрой «Горное дело», канд. техн. наук; **Алиев Н.А.**, доцент кафедры «Общая физика» СамГУ, канд. физ.-мат. наук; **Осмонов С.А.**, доцент кафедры «Оптика» СамГУ, канд. физ.-мат. наук; **Хамраев Ш.**, магистр кафедры «Горное дело» НГГИ

В настоящее время при обработке грунтовых массивов применяются различные способы, основанные на механическом, физико-химическом, термическом и других воздействиях. К одному из наиболее прогрессивных направлений интенсификации земляных работ относятся взрывной метод. Достаточно широкая промышленная проверка позволяет рассматривать его как важный резерв повышения эффективности и темпов строительства, снижения материальных затрат и трудовых ресурсов. В связи с этим актуально внедрение высокоэффективных способов образования удлиненных выемок в оплывающих песчаных грунтах взрывами траншейных зарядов выброса с предварительным уплотнением массива с использованием поверхностно-активных веществ (ПАВ), позволяющих сократить сроки строительства мелиоративных объектов с приданием им надежных, долгосрочных и эксплуатационных свойств.

Нами исследовались закономерности изменения плотности оплывающего песчаного грунта во времени при воздействии различных водных растворов ПАВ, график зависимости которых приведен на рис. 1.

Из графика видно, что с увеличением времени воздействия от 45 до 144 мин. исследованных водных растворов ПАВ плотность оплывающего песчаного грунта возрастает от 1,25 до 1,65 т/м³.

Исследованиями установлено, что во времени воздействия, равного 95 мин. исследованных водных растворах ПАВ плотность оплывающего песчаного грунта принимает максимальное значение и составляет, соответственно, 1,65 т/м³ для эмульгатора FF/4 и 1,38 т/м³ для эмульгатора CF-8901.

Исследованиями также установлено, что изменения плотности оплывающего песчаного грунта во времени при воздействии различных водных растворов ПАВ характеризуются зависимостью гиперболического типа.

Нами исследовались в промышленных условиях изменения плотности массива в оплывающих песчаных грунтах физико-химическими воздействиями с использованием различных типов ПАВ. Для уплотнения массива в оплывающих песчаных грунтах использовались ПАВ, типа CF-8901

и FF/4. Результаты исследований приведены в табл. 1, 2.

На рис. 2. приведены графики зависимости изменения плотности массива в оплывающих песчаных грунтах физико-химическими воздействиями с использованием ПАВ от расстояния. Плотность грунта вблизи

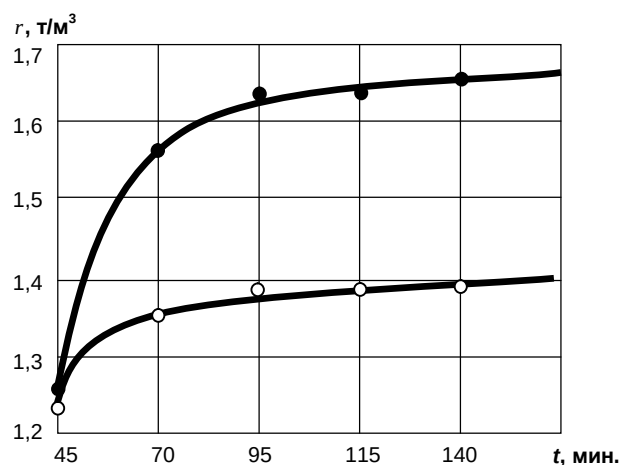


Рис. 1. Изменение плотности оплывающего песчаного грунта во времени при воздействии различных водных растворов ПАВ:

● - для эмульгатора FF/4;
○ - для эмульгатора CF-8901

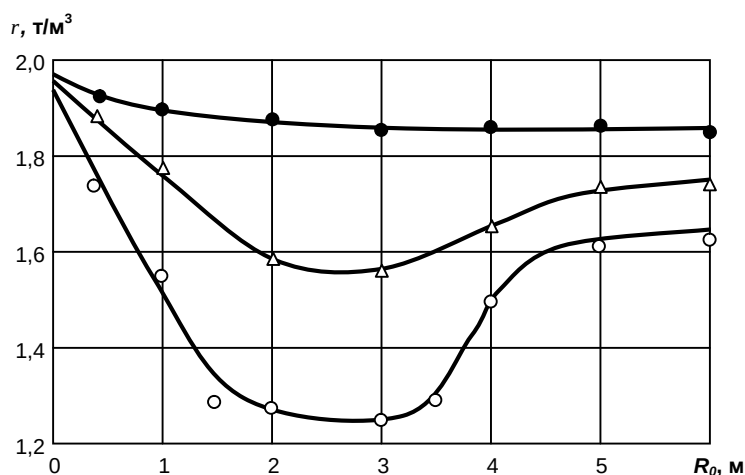


Рис. 2. Изменение плотности массива в оплывающих песчаных грунтах физико-химическими воздействиями с использованием различных типов ПАВ:

○ - при физическом воздействии взрыва траншейных зарядов выброса;
△ - при химическом воздействии с использованием ПАВ типа CF-8901;
● - при химическом воздействии с использованием ПАВ типа FF/4



очага взрыва имеет максимальное значение. По мере



Таблица 1

Результаты измерения плотности оплывающего песчаного грунта во времени при воздействии различных водных растворов ПАВ

Плотность грунта, т/м³

стоянии 2,0 м от очага взрыва значение плотности минимально (1,58 т/м³). По мере увеличения глубины залегания оплывающего песчаного грунтового массива плотность медленно снижается до 1,56 т/м³. Дальнейшее увеличение расстояния от очага взрыва по направлению оси – у, равного 3,0 м и более плотность массива в оплывающих песчаных грунтах возрастает и достигает максимума, равного 1,6 т/м³.

Исследованиями также установлено, что плотность оплывающего песчаного грунта при химическом воздействии с использованием ПАВ типа FF/4 имеет максимальное значение. По мере удаления от очага взрыва от 0 до 6 м плотность грунта практически остается максимальной, равной 1,85-1,9 т/м³.

удаления от очага взрыва плотность грунта снижается. Так, по направлению оси – у, при химическом воздействии с использованием ПАВ типа CF-8901 при рас-

Результаты опытно-промышленных взрывов с использованием различных типов ПАВ приведены в табл. 2.

УДК 622.27

© Наимова Р.Ш. 2005 г.

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЕФОРМАЦИЙ ВЫСОКИХ ОДНОЯРУСНЫХ ОТВАЛОВ С ВЫПУКЛЫМ ФРОНТОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РАБОТ

Наимова Р.Ш., ст. преподаватель НГГИ

Прогнозирование деформационных процессов на карьерах является составной частью общей программы обеспечения безопасности горных работ. Существенное место в этой программе отводится прогнозу деформаций отвалов, отсыпаемых на разнородном по устойчи-

вости основании. При этом, вопросы прогноза дефор-

маций отвалов криволинейной формы, отсыпаемые при автомобильном транспорте, изучены недостаточно.

Анализ условий возникновения деформаций отвалов карьера Мурунтау, в основании которых принимают участие песчано-глинистые отложения, свидетельствует о том, что нарушение их устойчивости связано

Таблица 1

Параметры деформаций автомобильных отвалов карьера Мурунтау

Показатели		Значения					
		Отвал 5 правый		Отвал 5 левый		Отвал 6	Отвал 8
		Участок 1	Участок 2	Участок 1	Участок 2		
Высота отвала, м	H	50	50	50	50	90	50
Радиус отвала, м	R 1/R	400 0,0025	120 0,008333	130 0,007692	230 0,004348	100 0,01	500 0,002
Ширина зоны захвата, м	B	18	40	65	28	55	15
Ширина трещин отрыва, м	L	220	235	210	180	165	180
Площадь деформации на поверхности отрыва отвала, м ²	S _д	2300	7200	4500	2900	6890	1950
Удельная площадь деформации по отношению к радиусу отвала	S ^R _{уд}	5,75	60	34,6	12,6	68,9	3,9
Удельная площадь деформации по отношению к длине трещин отрыва	S ^L _{уд}	10,5	26	21,4	16,1	41,8	10,8

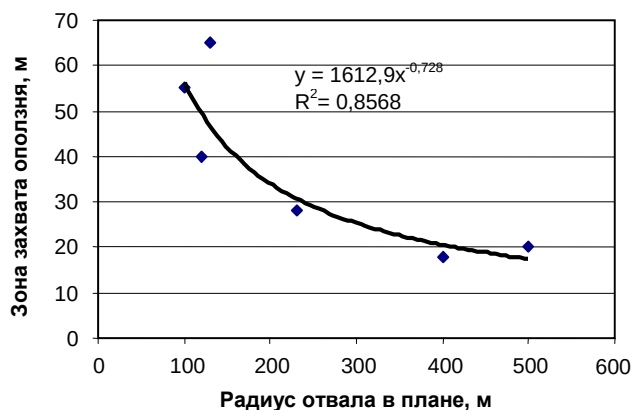


Рис. 1. Зависимость величины зоны захвата оползня от радиуса отвала в плане

главным образом с несущей способностью основания (табл. 1). При этом установлено, что на отвалах с выпуклым фронтом отвалообразования расчетные параметры деформаций существенно отличаются от фактических значений. Например, при $R=300$ м $b=15$ м и $R=200$ м $b=28$ м. Такие различия могут быть объяснены влиянием на параметры деформации кривизны отвала.

Анализ полученной обратной степенной зависимости (рис. 1) показывает, что с увеличением радиуса отвала (т.е., с уменьшением его кривизны) зона захвата оползня стремится к некоему пределу, который в общем виде соответствует величине зоны захвата при прямолинейном отвале. Поэтому, при криволинейном отвале зона захвата оползня структурно может быть представлена из двух частей (рис. 2):

- постоянной части, соответствующей зоне захвата при прямолинейном отвале;
- переменной части, находящейся в зависимости от радиуса отвала в плане:

$$b_p = b_{\infty} + b_{кр} \quad (1)$$

где b_p – зона захвата оползня при криволинейном отвале;

b_{∞} – зона захвата оползня при прямолинейном отвале;

$b_{кр}$ – корректирующая поправка на увеличение зоны захвата оползня за счет кривизны отвала в плане.

Зону захвата оползня при конкретных условиях (высота отвала, сцепление, угол внутреннего трения) при прямолинейном отвале определяют известным методом многоугольника сил. Увеличение зоны захвата оползня за счет криволинейности отвала $b_{кр}$ определено введением корректирующей поправки, значение которой определено по результатам обработки экспериментальных данных (рис. 1). Для этого воспользуемся выражением:

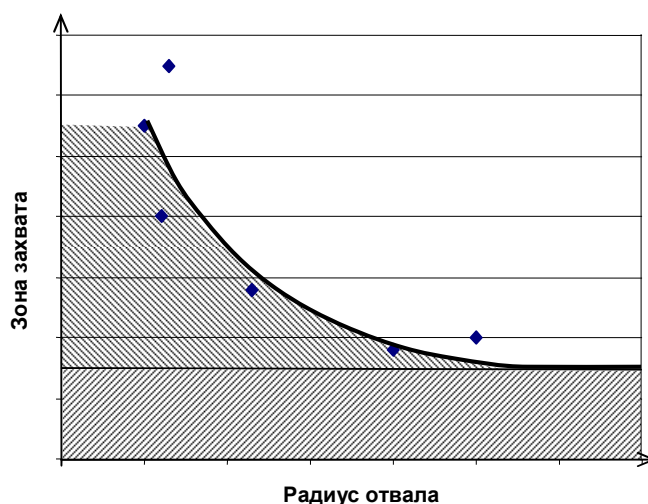


Рис. 2. Структурное представление зоны захвата оползня отвала при криволинейном отвале:

- постоянная часть зоны захвата оползня;
- переменная часть зоны захвата оползня

Таблица 2

Расчетные параметры величины зоны захвата оползня на криволинейных отвалах карьера Мурунтау

Высота отвала, м	Зона захвата при прямолинейном отвале, e_{∞}	Зона захвата при криволинейном отвале, $e_{кр}$				
		R=100 м	R=200 м	R=300 м	R=400 м	R=500 м
50	10	51,45	29,08	20,37	15,57	12,49
100	20	61,43	39,07	30,37	25,57	22,49
150	30	71,43	49,07	40,37	35,57	32,49
200	40	81,43	59,08	50,37	45,57	42,49
250	50	91,43	69,08	60,37	55,57	52,49

$$(e_p = \frac{1612,9}{R^{0,728}}) \quad (2)$$

где R – радиус отвала в плане.

В формуле (2) учтена постоянная составляющая зоны захвата при прямолинейном отвале и увеличение этой зоны за счет изменения радиуса отвала, а зона захвата оползня при прямолинейном отвале принята $e_{\infty} \approx 15$ м. Тогда корректирующая поправка может быть определена по формуле:

$$e_p = \frac{1612,9}{R^{0,728}} - 15 \quad (3)$$

При этом, сделано допущение, что для условий карьера Мурунтау корректирующая поправка не зависит от несущей способности основания и высоты отвала. Тогда для других значений e_{∞} зона захвата оползня на криволинейном отвале может быть определена по формуле:

$$e_p = e_{\infty} + \frac{1612,9}{R^{0,728}} - 15 \quad (4)$$

В формуле (4) e_{∞} определяется расчетами для конкретных условий.

Полученное выражение использовано для разработки метода оперативного определения зоны деформаций криволинейных отвалов.

Метод включает:

1. Определение физико-механических свойств отсыпаемых пород и пород основания отвала (сцепление, плотность, угол внутреннего трения, угол откоса отвала, угол наклона основания отвала и т.п.).

2. Расчет методом многоугольника сил предельной высоты и зоны захвата оползня для прямолинейного отвала.

3. Введение в полученные результаты корректирующей поправки на кривизну отвала.

Результаты расчетов зоны захвата оползня для разной высоты и радиуса отвала в плане приведены в табл. 2.

В соответствии с этой методикой разработана нанограмма (рис. 3), которая позволяет для различных условий форми-

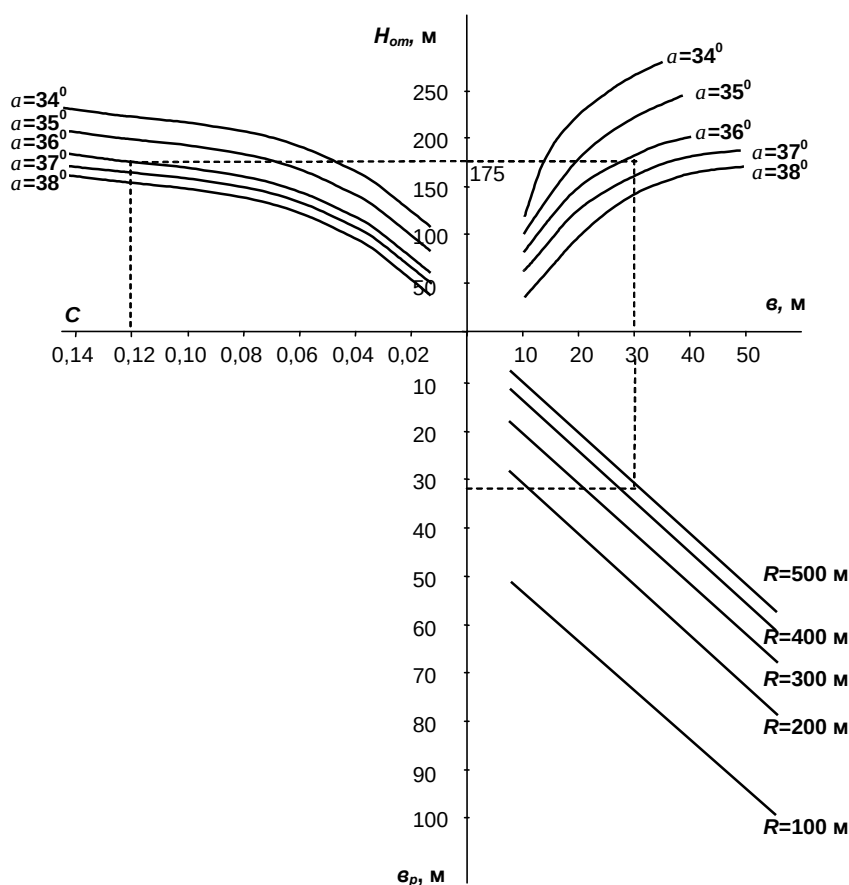


Рис. 3. Нанограмма высоты отвала $H_{от}$ от сцепления C, зоны захвата оползня e к величине зоны захвата оползня при радиусе отвала 100, 200, 300, 400, 500 м

рования отвалов карьера Мурунтау определить зону захвата оползня.

Так, например, при сцеплении пород $C = 0,12$ МПа, и угле откоса пород в отвале $\alpha = 36^\circ$ предельная высота отвала составляет 175 м. При этой высоте для прямолинейного отвала зона захвата оползня $e_{\infty} = 30$ м, а для отвала радиусом 500 м - расчетная величина зоны захвата оползня $e_p = 32$ м.

Таким образом, методика позволяет определить прогнозные значения зоны захвата оползня на криволинейных отвалах.

МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ИНСТРУМЕНТОМ ВРАЩАТЕЛЬНО-ДРОБЯЩЕГО ТИПА

Махмудов А.М., зам. декана горного факультета НГГИ; Тошов Ж.Б., ассистент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ; Абдуазизов Н.А., ассистент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ

Исследованиями [1, 2, 3] установлено, что определяющим показателем эффективности процесса разрушения можно считать энергоёмкость E , (удельная или поверхностная), представляющую собой количество энергии (работы), которое необходимо затрачивать на отделение единицы объема горной породы от массива. Естественно, чем меньше энергоёмкость, тем более совершенным является процесс разрушения.

Аналитические и экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния и процесса разрушения горных пород под действием инструментов непосредственно в условиях забоя шпура или скважин поверхности явились основой для создания новых породоразрушающих инструментов и определения рациональных режимов работы.

Наиболее перспективным направлением повышения технико-экономических показателей бурения шпуров и скважин является разрушение комбинированным воздействием на породу. Комбинированный буровой инструмент содержит элементы резца и долота и состоит из разъемных двух лап, соединенных накидной гайкой с малым шагом резьбы. Накидная гайка снабжена соединительной резьбой под буровую штангу. Лапа снабжена цапфой, на которую насажена шарошка, закрепленная пальцем. Торец лапы армирован твердосплавными вставками. Длина режущей кромки для инструмента составляет $Z=4,6$ см. Накидная гайка и разъемные лапы позволяют регулировать взаимное расположение рабочих выступов шарошки и ударного клина в плоскости забоя. По мере износа ударный клин можно заточить и вновь расположить рабочие кромки на необходимом уровне.

Для оценки механизма разрушения горных пород инструментом вращательно-дробящего типа проведено сопоставление статического и динамического вдавливания конических штампов в горные породы, из которого следует, что работа динамического внедрения в 2-2,5 раза больше, чем статического.

Динамическое внедрение можно довольно легко оценить скоростью нагружения (темпом нагружения). Если статическое нагружение характеризуется скоростью нагружения примерно $66 - 2660$ $\text{кН}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, то динамическое достигает скорости нагружения $(2 \div 2,7)$

10^4 $\text{кН}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. В этом диапазоне нормальные и касательные напряжения $[\sigma_{сж}$ и $\tau_{ср} (\tau_{сд})]$ изменяются в соответствии с закономерностями, близкими к логарифмическим. Величина работы погружения индентора может существенно изменяться при изменении работы единичного удара. Эту зависимость наблюдали многие исследователи и пришли к выводу, что она представляет собой гиперболу. Типичная кривая $E=f(A_{ед})$ для конкретных условий разрушения показана на рис.

Из рис. следует, что кривую $E=f(A)$ можно принять как экспоненту со значением $E \rightarrow \text{const}$ при $A > 2500$ Дж. Ее наиболее интенсивное уменьшение происходит в зоне малых значений работы единичного удара как неэффективных для разрушения горных пород.

На основе результатов исследования напряженного состояния горных пород под действием инденторов различной формы на полупространство Л.А. Шрейнер и Н.Н. Павлова [1] приходят к выводу, что предельное напряженное состояние возникает в точке действия максимального касательного напряжения. Эта точка находится от поверхности тела на расстоянии $Z_{кр}$, зависящем от формы площади соприкасающихся поверхностей, а также от механических констант. Величина $Z_{кр}$ определяется для рассмотренных выше случаев форм инденторов выражением:

$$Z_{кр} = (2,5-1)\alpha$$

Следовательно, глубина возникновения предельных касательных напряжений пропорциональна ширине

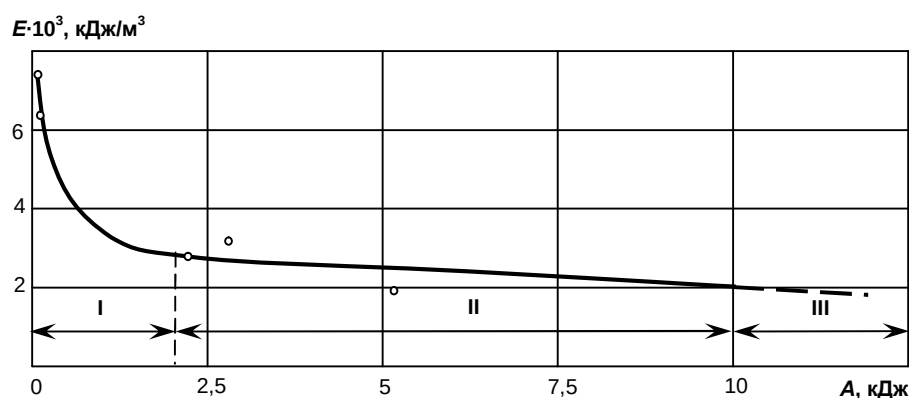


Рис. Влияние величины работы единичного удара $A_{ед}$ на энергоёмкость разрушения E суглинка при $t=(-5)-(-7)^{\circ}\text{C}$ и $\omega=22-25\%$:
I – зона малых энергий удара; II – зона средних энергий удара;
III – зона больших энергий удара



площади контакта.



Если цилиндр плоским основанием вдавливаются в плоскую поверхность горных пород, то закономерность распределения контактных давлений:

$$P = \frac{P}{4pa^2 \sqrt{a^2 - x^2}}$$

где P – сила, действующая на штамп;

a – радиус основания цилиндра;

x – расстояние от данной точки до оси симметрии.

Отсюда следует, что давление на контуре контакта при $x = a$ стремится к бесконечности, а в центре при $x = 0$ минимально.

При вращении бурового снаряда вращательно-дробящего типа шарошки, перекачиваясь по забою, деформирует его. Ось шарошки, совершая циклоидальные колебания, передает их на жестко связанную лапу. Следовательно, клиновидные твердосплавные вставки лапы периодически передают удар на предварительно деформированную поверхность забоя.

Для анализа рассмотрим отличие механизма деформирования и разрушения горных пород при вдавливании штампа на расстоянии равном половине ширины штампа (b) от стенки шпура по сравнению с тем, когда вдавливание происходит у периферии забоя.

Модуль и аргумент в поле касательных напряжений под штампом [3]:

$$r = 4 \sqrt{\left[\frac{1}{4} \sqrt[3]{b^4} \left(\sqrt[3]{K^2} + \sqrt{((K+2)^2 + h)^2 + h} \right) \right]^3}$$

$$j = 2p - \frac{3}{2} \arctg \frac{2h}{\sqrt[3]{b^2} \left(\sqrt[3]{(K+2)^2} + \sqrt[3]{K^2} \right)}$$

где K – отношение расстояния от стенки забоя до штампа к половине ширины штампа;

h – глубина от поверхности контакта.

Как показывают опытные данные, полученные в лаборатории объединения «Самаркандгеология», угол наклона эллипсоида к симметричной оси штампа составляет $18^{\circ}10'$, а при $K=4$ – $24^{\circ}20'$. Кроме того, глубина точки возникновения максимального касательного напряжения от поверхности контакта $1,05b$, т.е. практически равна радиусу основания штампа, а при $K=0$ – $1,3b$. Поэтому при $K=0,5$ (хотя в материале наблюдается асимметричное распределение напряжений

и деформаций относительно оси штампа) его можно рассматривать таким же, как в полупространстве. В этом случае механизм деформирования и распределения напряжения (при $K=0,5$) известен по схеме Л.А. Шрейнера и Н.Н. Павловой [1]. Однако следует отметить, что после того, как касательное напряжение достигает предела прочности материала по плоскости, выходящей и касательных к поверхности эллипсоида, эта плоскость с одной стороны штампа (где имеются стенки шпура) проходит через угловые точки, образованные пересечением стенки шпура плоскостью забоя. Этому способствует концентрация растягивающих напряжений, возникающих вследствие сопротивления стенки шпура упругому прогибу поверхности забоя. В другой стороне штампа (где имеется свободная поверхность) эта плоскость выходит на поверхность с той величиной угла наклона к оси штампа, которая наблюдается при вдавливании штампа на границе полупространства.

Таким образом, при вдавливании штампа в условиях забоя на расстоянии $0,5b$ от стенки шпура усилие, передаваемое от штампа породе, не затрачивается на деформацию породы, которая не подлежит разрушению. Поэтому, при конструировании породоразрушающих инструментов режущих типов необходимо уделять особое внимание расположению его рабочих элементов в пространстве забоя относительно стенки шпура.

Приведенные исследования позволили:

- установить количественную оценку влияния свойств разрушаемой среды на показатели процесса передачи энергии удара и оптимальные параметры рабочих органов машин вращательно-дробящего действия, а также их области рационального применения;
- получить оценку влияния времени и повторности динамического воздействия на эффективность режущего-дробящего разрушения;
- оптимизировать отдельные параметры процесса разрушения горных пород.

Список литературы:

1. Шрейнер Л.А., Павлова Н.Н. Механизм разрушения твердых горных пород и новые типы шарошечных долот. «Нефтяное хозяйство».
2. Барон Л.И., Глатман Л.Б., Загорский С.Л. Разрушение горных пород проходческими комбайнами (разрушения шарошками) М. 1965 г.
3. Шамансуров И.И. Режимы вращательного бурения шпуров. Ташкент «Фан» 1981 г.

УДК 622.882:658.5.011.54:622.271

© Ахмедова Н.М. 2005 г.

САМОУПЛОТНЕНИЕ НАСЫПНЫХ ПОРОД

Ахмедова Н.М., ст. преподаватель кафедры «Охрана труда» НГГИ

В период технического прогресса, когда возрастают потребности в минеральном сырье и связанные с этим нарушения земельных ресурсов, возникает настоятельная необходимость охраны окружающей среды и бе-

режного отношения к земле. Увеличение темпов рекультивации нарушенных земель и создание культурных ландшафтов на месте индустриальных пустошей приобретает первостепенное народнохозяйственное

значение. Решение этих задач требует совершенствования технологии горных работ [1-6].

Совершенствование существующей технологии открытой добычи полезных ископаемых следует рассматривать во взаимосвязи с природоохранными аспектами. При обосновании и внедрении технических решений, от которых зависит состояние окружающей среды, необходимо тщательным образом учитывать наносимый ей ущерб и затраты на устранение или компенсацию этого ущерба. Например, под рациональным направлением углубки карьера понимается такое направление, которое обеспечивает минимальное значение среднего с начала отработки коэффициента вскрыши. Использование в качестве основного критерия коэффициента вскрыши не всегда позволяет оценить использование выработанного пространства для внутреннего отвалообразования, от которого зависят объем внешних отвалов и площади нарушаемых земель.

При рекультивации нарушенных земель важное значение имеет планировка отвальной поверхности. Для определения срока окончательной планировки и подготовки отвалов к использованию необходимо знать величину их осадки и период ее стабилизации. Незнание этих величин приводит к тому, что на подготовленных для сельскохозяйственного использования отвалах появляются впадины и глубокие трещины. Земли становятся непригодными для использования.

Для предотвращения отрицательных последствий осадки отвалов предусматривают их многократную планировку. Разрыв во времени между каждой планировкой принимается равным одному году. Время же между завершением отвалообразования и началом работ по созданию конечных отметок рекультивируемой поверхности (нанесение растительного слоя или потенциально плодородных пород), составляет 1-3 года. Это время принято интуитивно, что обуславливает дополнительные затраты на рекультивационные мероприятия, ведет к недоиспользованию оборудования и увеличивает сроки рекультивации. Объем повторной планировки достигает 30 % объема первоначальной планировки. Интуитивный подход и желание быстро восстановить землю заканчиваются тем, что нанесенный на отвалы растительный слой безвозвратно теряется, нанося непоправимый ущерб народному хозяйству.

О необходимости проведения исследований с целью определения периода интенсивной осадки отвалов и установления срока рекультивации свидетельствуют данные горно-обогатительных комбинатов.

Дополнительные затраты на планировку отвалов можно определить по формуле [1]:

$$Z_{дон} = \frac{C_{н.ф}(V_{ф.н} - V_{м.н})}{S_{от}}, \text{ сум}$$

где $V_{ф.н}$ - фактический годовой объем планировки отвалов, м^3 ;

$V_{м.н}$ - теоретический объем планировки отвалов, м^3 ;

$C_{н.ф}$ - фактические затраты на 1 м^3 планировки, сум;

$S_{от}$ - площадь отвала, подлежащая планировке, га.

При изучении осадки отвала необходимо знать физические явления, сопровождающие процесс отсыпки и механику процесса осадки. Для определения осадки отвалов необходимо определить основные физические характеристики пород. В большинстве случаев достаточно ограничиться определением физических характеристик в полевых условиях. Опытным путем следует определить три характеристики пород: d - объемную массу, ($\text{т}/\text{м}^3$); g_c - удельную массу скелета, ($\text{т}/\text{м}^3$); w_0 - относительную весовую влажность, (%).

Для определения объемной массы породы в полевых условиях достаточно взвесить образец породы и результат разделить на объем образца. Величина g_c определяется пикнометром. Весовая влажность w_0 равна отношению массы воды, заключенной в порах породы, к массе породного скелета.

После определения значений d , g_c , w_0 находится коэффициент пористости e_n (отношение объема пустот в скелете породы к объему скелета):

$$e_n = \frac{g_c}{d} \left(\frac{w_0}{100} + 1 \right) - 1$$

$$g_c = \frac{G_c}{\frac{w_0}{100} + 1}, \text{ т}/\text{м}^3$$

где G_c - масса скелета породы.

$$w_0 = \frac{d - g_c}{G_c g_c} 100, \%$$

При уплотнении насыпных пород решающее значение имеет пористость (отношение объема пустот к общему объему грунта).

$$n_e = \frac{e_n}{e_n + 1} 100, \%$$

Чем меньше пористость пород, тем меньше осадка отвалов.

Деформация пород при сжатии происходит постепенно. Если поры заполнены воздухом, то скорость сжатия зависит от времени, необходимого для перемещения частиц скелета в новое положение. Эта деформация происходит достаточно быстро. Если поры заполнены водой, то скорость сжатия обуславливается фильтрационной способностью породы. Чем большей водонепроницаемостью обладает порода, тем скорее стабилизируются осадки.

Список литературы:

1. Полицук А.К., Михайлов А.М. Техника и технология рекультивации на открытых разработках. М.: Недра, 1977.
2. Горлов В.Д. Рекультивация земель на карьерах. М.: Недра, 1981.
3. Цветков В.К. Расчет устойчивости откосов и склонов. Волгоград: Нижневолжское кн. Изд., 1979.
4. Цветков В.К. Расчет рациональных параметров горных выработок. Справочное пособие. М.: Недра, 1993.
5. Сытенков В.Н., Наимова Р.Ш. Формирование высоких отвалов на основаниях с ослабленными участками. Горный журнал № 6. Спецвыпуск, 2002.
6. Русский И.И. Технология отвальных работ и рекультивация на карьерах. М.: Недра, 1979.

УДК 669.849:338.001.86

© Петухов О.Ф. 2005 г.

НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ РЕНИЯ

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

Интересна история открытия этого элемента. Его существование предсказал на основании периодического закона в 1869 г. Д.И. Менделеев. Учитывая, что новый элемент должен располагаться в одной группе с марганцем, Дмитрий Иванович назвал его димарганец. Об открытии этого элемента в последующие 56 лет сообщали многие исследователи, но без достаточных оснований. В 1925 г. появилось сообщение немецких химиков В. Нодда и И. Таке об открытии рентгено-спектральным методом нового элемента в платиновой руде и колумбите. Этот элемент они предложили назвать рений. В том же году наличие рения было установлено в марганцевой руде (пирролизите) И. Друце и Ф. Лорингом. Столь поздняя дата открытия рения объясняется его очень низким содержанием в земной коре – 10^{-7} % вес.

Рений – типичный рассеянный элемент. И, как большинство рассеянных элементов, обладает интересными, очень полезными и, порой, уникальными свойствами. Первыми на него обратили внимание электротехники. Изготовленные с его применением электрические контакты служат в несколько раз дольше, чем контакты из других металлов. Поэтому он успешно используется при изготовлении электроконтактов для корабельных и автомобильных магнето. Термопары с участием рения имеют в 3-4 раза большую электродвижущую силу по сравнению с обычными платино-родиевыми и работают при температуре до 1900 °С. Термопарой из сплавов рений-вольфрам можно измерять температуру почти до 3000 °С. Малая скорость испарения, высокое удельное электросопротивление, высокая термоэлектронная эмиссия делают рений ценным материалом для электронной промышленности. Рений и покрытые рением детали в несколько раз устойчивее обычных. Очень ценят детали из рения и его сплавов в приборостроении. Здесь он широко используется для изготовления деталей точных приборов; опор точных весов, пружин и осей геодезической аппаратуры.

Мощным импульсом в добыче и производстве рения явилась новая область его применения – изготовление катализаторов. Использование рениевых катализаторов при получении бензина позволило увеличить произво-

дительность установок без их реконструкции и повысить октановое число бензина. Рениевые катализаторы стали широко использоваться как в органическом, так и неорганическом синтезе. Наибольший эффект дало использование рения в качестве промотора уже известных промышленных катализаторов – платиновых и палладиевых. Доля рения, используемого в производстве катализаторов и промоторов, составляет в мире 65 % (в США – 75 %).

Вообще, рений относится к тем немногочисленным металлам, для которых применение новых технологий и организационных решений дало очень хороший эффект. В недалекие 90-е годы окончательно оформилась новая, весьма металлоемкая область применения рения и материалов на его основе – суперсплавы для авиационной и космической техники. Дело в том, что хотя рений и уступает несколько по температуре плавления вольфраму, у него более высокая температура рекристаллизации (1500° против 1100° у вольфрама). Он превосходит вольфрам и прочие тугоплавкие металлы механическими свойствами при высокой температуре. Современная металлургия считает, что наиболее высокие механические свойства при температуре порядка 2000-3000° могут быть получены только у сплавов рения. Особенно широкое применение нашли сплавы рения с вольфрамом и молибденом. Основными областями применения этих сплавов являются космическая, авиационная и ракетная техники (детали термоионных двигателей, насадки ракет, части ракетных сопел). Рений стал широко применяться в производстве высокотемпературных суперсплавов на основе никеля. Эти сплавы используются для изготовления турбин самолетов. Торсионы, изготовленные из сплава МР-47ВР, превосходят по своим свойствам все имеющиеся материалы. И, наконец, обязательно стоит упомянуть о совершенно новой, весьма перспективной области применения рения – изготовлении на его основе фильтров-нейтрализаторов выхлопных газов автомобилей. Использование их позволит не только улучшить атмосферу городов и сел, но и будет способствовать росту спроса на неэтилированный бензин.

Чисто ренийевых месторождений в природе не существует, а ренийевый минерал известен один – джезказганит. Основной объем мировой добычи рения приходится на медно-молибденовые руды. Это определяет особое положение рения среди металлов, извлекаемых из руд попутно с основными полезными компонентами. В этом случае рений можно назвать «дважды попутным» элементом: он получается при переработке молибденового концентрата, который, в свою очередь, является попутным продуктом переработки (обогащения) медных руд. К числу наиболее значительных месторождений подобного типа относятся группа Чилийских месторождений, Масфельдское месторождение (Германия), Алмалык и Кальмакыр (Узбекистан), Коунрад (Казахстан).

В табл. 1 приведены данные по запасам рения в концентратах этих руд, исключая страны СНГ [1].

Интересно отметить и экзотические природные источники рения. Это фумарольные высокотемпературные газы вулкана Кудрявый на острове Итуруп Курильской гряды (Россия) [2].

Считают также, что будущий резерв рения - это африканский медный пояс, но при низком содержании

рения в этих рудах пока извлечение его не целесообразно.

В табл. 2 представлены основные мировые производители рения.

Самый большой производитель рения – чилийская компания «Молимет С.А.», производящая до 7 т рения в год. Сырьем служат молибденовые концентраты, получаемые при обогащении руд фирмы «Коделко», а также привозные концентраты.

Единственный производитель рения в США фирма «Сайперс минералз» извлекает рений из обжиговых газов молибденовых концентратов. Усовершенствовав в 90-х годах технологию и оборудование, фирма увеличила выпуск рения с 2 до 9 т в год. На дочернем предприятии этой фирмы - «Сайперс-Патек» - начали производить металлический рений 99,95 %-ной чистоты.

Промышленное значение приобрел метод попутного извлечения рения при подземном выщелачивании руд в Навоийском ГМК [3, 4]. Анализ литературных данных показывает, что подобной технологии в мире больше не существует. На Узбекском комбинате тяжелых и тугоплавких металлов (УзКТЖМ) рений извлекают из растворов азотнокислого разложения сульфидных молибденовых концентратов [5], а из маточных растворов получают азотные удобрения, содержащие в качестве микроэлемента медь. Это также уникальная технология.

Заслуживает внимания и технология производства рения на японской фирме «Сумитомо метал майнинг». Здесь рений извлекают из отходящих газов медеплавильного завода «Тойо». После последующего аффинажа образующихся растворов получают ренийевый порошок 99,98 %-ной чистоты [8].

Рост производства рения определяется опережающим ростом потребления этого металла. В 60-х годах прошлого века мировое потребление рения оценивалось всего в 2,5 т. В 70-х годах оно составляло уже 4,5-5 т, в конце 80-х годов - 12-13 т, к 2000 г.

Таблица 1

Потенциальные запасы рения
в медно-молибденовых рудах

Страна	В молибденовых концентратах, т	В медных концентратах, т
США	1200	3000
Чили	1000	2500
Канада	650	2000
Мексика	200	500
Перу	60	200
Другие зарубежные страны	390	1300
Всего	3500	9500

Таблица 2

Основные мировые производители рения

Страна	Предприятие	Исходное сырье	Продукция	Источники
США	Завод «Сиеррита» фирмы «Сайперс минералз», штат Аризона	Молибденовые концентраты фирмы «Сайперс»	Перренат аммония	[1, 6]
Узбекистан	Навоийский ГМК	Растворы подземного выщелачивания	Перренат аммония	[4]
	УзКТЖМ (г. Чирчик)	Молибденовые концентраты с АГМК	Перренат аммония	[5]
Финляндия	Нет сведений	Твердые отходы медеплавильного производства Мансфельдского комбината (Германия)	Перренат аммония	[7]
ФРГ	«Герман Штарк» (г. Гослар)	Молибденовые концентраты Мансфельдского комбината (Германия), а также концентраты из Китая, Перу и Мексики	Соли и порошки рения	[1]
Чили	«Молимет С.А.» г. Сантьяго	Молибденовые концентраты фирмы «Коделко», а также концентраты с Перу, Китая и Канады	Перренат аммония	[1, 6]
Швеция	«Металз энд Паудерз»	Молибденовые концентраты	Порошки рения	[6, 7]
Япония	«Сумитомо метал майнинг» (г. Тойо)	Газы медеплавильного производства	Порошки рения	[8]

(по различным оценкам) достигло 35-38 т, т.е. происходит утроение потребления рения за каждые 10 лет. Трудно назвать еще какой-нибудь металл, потребление которого возрастало такими темпами. Только в США с 1990 по 2000 гг. потребление рения возросло в три раза и составляет сейчас почти 30 т в год [2]. По последним данным [9] годовой баланс спроса-предложения на рений составляет 40 т, а годовой оборот рения оценивается в 60 млн долл. США. Нетрудно посчитать, что цена рения в последнее время составляет 1500 долл./кг, в то время как в недалеком 1995 г. она была 300 долл./кг [2].

Подводя итоги, можно констатировать, что с учетом расширения областей применения рения, наличия сырьевой базы и современных технологий производства рения в мире будет неуклонно возрастать.

Список литературы:

1. Никитина Л.С. Производство и потребление рения. // Цветная металлургия. 1990. № 11.
2. Кременецкий А., Шадерман Ф. Два пути к богатству. // Металлы Евразии. 2000. № 4.
3. Кучерский Н.И. Навоийский горно-металлургический комбинат за годы независимости. // Горный журнал. 2003. № 8.
4. Иванова И.А. Попутное извлечение рения при подземном выщелачивании урана. // Горный журнал. 2003. № 8.
5. Абдурахмонов С.А., Холикулов Д.Б. Очистка молибденового концентрата от меди. // Горный вестник Узбекистана. 2004. № 3.
6. Adams T.C. Mining Annual Kevien, 1989, p. 95-96.
7. The rhenium market reviewed. // International Journal of Refractory and Hard Metals. 1988. vol. 7. № 3.
8. Japan. Sumitomo Moves into Rhenium Metals Powder Refining. // International Journal of Refractory and Hard Metals. 1986. vol. 5. № 1.
9. Харгаривз Б. Глобальная торговля небазовыми металлами. // Металлы Евразии. 2004. № 5.

УДК 622.27

© Силкин А.А., Жиянов Ю.А., Кольцов В.Н. 2005 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ПОРОД ПРИ РАСЧЕТЕ УСТОЙЧИВЫХ БОРТОВ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ И ОТКОСОВ УСТУПОВ

Силкин А.А., начальник НИО О`ZGEOTEXLITI, канд. техн. наук; Жиянов Ю.А., начальник группы НИО О`ZGEOTEXLITI; Кольцов В.Н., главный маркшейдер НГМК, канд. техн. наук

Открытый способ разработки полезных ископаемых обеспечивает высокую производительность труда, низкую себестоимость, и сравнительно безопасные условия работы. При современных достижениях горной науки и техники с использованием крутонаклонных конвейеров представляется экономически целесообразным вести разработку месторождений открытым способом на глубинах 700-800 м. Практика показывает, что почти все открытые работы сопровождаются деформационными процессами в виде оползней и обрушений бортов, откосов уступов и откосов отвалов карьеров. Поэтому, обеспечение устойчивости бортов и откосов уступов на карьерах при максимально крутых углах их наклона, а также на участках установки конвейерных линий, и изыскание мероприятий по предупреждению и борьбе с масштабными деформационными процессами являются важными вопросами (рис. 1-2, табл. 1-9).

Несмотря на многочисленные исследования проблема обеспечения устойчивости бортов карьера в их предельном положении из-за своей сложности и широкого разнообразия горнотехнических и гидрогеологических условий месторождений для глубоких карьеров до конца не решена. Наиболее полно вопросы устойчивости бортов карьеров разработаны лишь для условий изотропной среды.

Поведение породных массивов в основном определяется наличием в них нарушений сплошности или поверхностей ослабления, по которым могут происходить подвижки (сдвиговая деформация). К таким поверхностям относятся разломы, дайки, контакты между слоя-

ми пород, слабые пропластки и трещины растяжения и скола. Сдвиговая деформация проявляется, когда блок под воздействием некоторой нагрузки перемещается (сдвигается) по заданной поверхности. Этот процесс характеризуется зависимостью касательных напряжений t от деформаций сдвига DI , которая показана на рис. 1.

В работе [1] процесс деформирования разделяют на три области: упругую (допредельную), пиковую и пластичную (запредельную).

При аппроксимации первого отрезка прямой линией ее наклон определяется параметром K_s , называемым «удельной жесткостью на сдвиг» по заданной поверхности сдвига. Однако значения K_s для различных типов нарушений сплошности неизвестны и в расчетах принимаются условно.

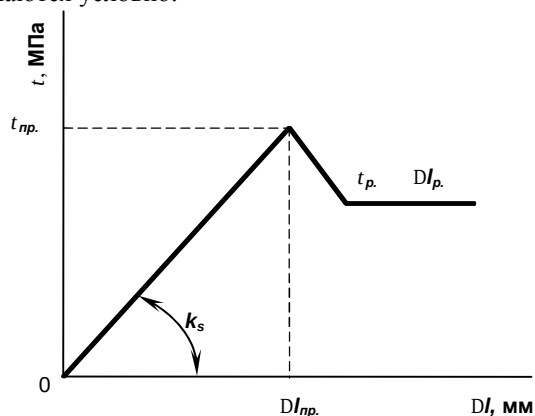


Рис. 1. Схема кривой деформирования при сдвиге

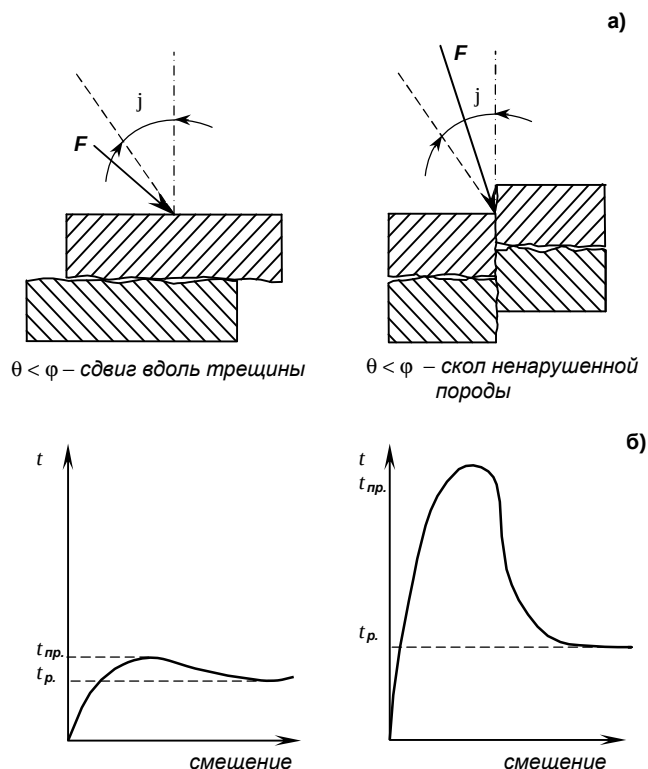


Рис. 2. Механизм разрушения (а) и кривые напряжения сдвига (б) вдоль трещины и поперек трещины

В работе [2] приведены результаты испытания образцов на сдвиг вдоль и поперек трещины (рис. 2).

Кривая сдвига поперек трещин описывается уравнением:

$$t = C_1 + s_N \operatorname{tg} j_1$$

где C_1 – сцепление пород в ненарушенном образце;

s_N – нормальное напряжение, при котором происходит сдвиг;

j_1 – угол внутреннего трения в ненарушенном образце.

Для крепких ненарушенных образцов пород величина C_1 в первом приближении может иметь значения от 10 до 30 МПа. После того как деформирование при сдвиге перейдет в область запредельного состояния, происходит уменьшение сопротивления сдвигу до остаточного состояния:

$$t = C_p + s_N \operatorname{tg} j_p$$

где C_p – сцепление вдоль образовавшейся при сдвиге шероховатой волнистой трещины без заполнителя с «замкнутыми берегами» под влиянием s_N ;

j_p – угол внутреннего трения вдоль образовавшейся трещины.

Авторы работы [3] считают, что сцепление C_p (вдоль образовавшейся трещины в ненарушенном образце твердых пород) равно приблизительно 1-3 МПа.

При наличии в естественных трещинах заполнителя сопротивление сдвигу принимается в соответствии с табл. 1.

Как считают авторы работы [4] более высокие показатели имеют раздробленные породы и переуплотненный (твердый) сухой мелкозернистый заполнитель. В скальных породах, когда мощность заполнителя меньше высоты неровностей, основное значение при сдвиге приобретает зацепление выступающих неровностей скальной породы.

В работе [5] приведена классификация скальных массивов (рис. 3), характеризующая как сохранную породу, так и нарушение сплошности среза, с приведенными характеристиками сопротивления пород сдвигу (сцепление пород в массиве и угол внутреннего трения).

В этой классификации к прочным породам (устойчивым в обнажениях) относят прочный, массивный и блочно-слоистый массивы с расстоянием между трещинами более 0,3 м, с прочностью пород на сжатие не менее 200 МПа, сцепление $C=70,2$ МПа, угол внутреннего трения не менее $j < 40^\circ$. К породам средней прочности относят сплошной, массивный и блочно-слоистый умеренно трещиноватый массивы с расстоянием между трещинами более 0,03 м, с прочностью пород на сжатие 50-100 МПа, $C=0,1-0,2$ МПа, $j=30-40^\circ$. К слабым породам относят сплошной, массивный, блочно-слоистый, трещиноватый и раздробленный массивы с расстоянием между трещинами более 0,01 м с прочностью пород на сжатие 25-50 МПа, $C=0,01-0,1$ МПа, $j=20-30^\circ$. К очень слабым породам относят все виды массивов с расстоянием между трещинами менее 0,01 м, с прочностью пород на сжатие менее 25 МПа, $C < 0,01$ МПа, $j \leq 20^\circ$.

Другая классификация скальных пород (табл. 2) составлена с учетом времени стояния обнажений в незакрепленном виде.

Данная классификация предназначена для проектирования крепления подземных горных выработок, однако, она может быть использована для определения ориентировочных значений сцепления пород и угла внутреннего трения по характеру дробления пород при массовых взрывах на карьерах.

Таким образом, разрушение и деформирование пород при сдвиге происходит в форме скольжения по наиболее слабым поверхностям, по контактам между частицами, а также через их поры и плоскости отдельности.

Таблица 1

Показатели сопротивления пород сдвигу по трещинам с заполнителем

Материал – заполнитель	Угол внутреннего трения j , градус	Сцепление C_p , кПа
Твердая глина	10-20	100
Мягкая глина	5-7	25
Плотная глина	7-10	50
Глинка трения	10-20	-
Кальцитовый заполнитель тектонических зон	20-27	-
Сланцеватый дробленный материал	14-22	-

Сцепление пород в образце.

По своей природе в горных породах различают первичное сцепление, сцепление упрочнения и сцепление, определенное капиллярным натяжением. Общая величина сцепления горной породы суммируется из этих трех величин. Первичное сцепление зависит от состава и плотности горной породы, оно обусловлено действием сил на молекулярном уровне. При уплотнении вещества наблюдается повышение первичного сцепления.

Сцепление упрочнения вызвано залечиванием естественной трещиноватости пород путем цементации железистыми соединениями, кремнеземом, известью или глинистыми цементами.

Как правило, в крепких скальных породах с железистым или кремнистым цементом сцепление упрочнения больше первичного сцепления, а сцепление, вызванное капиллярным натяжением, практически отсутствует. Исследованиями установлено, что сцеплением упрочнения из группы слабых пород обладают опоки, опоковые глины, суглинки, сидеритизированные аргиллиты и алевролиты, песчаники на известковом цементе, мел, мергель, мергелистые глины и угли.

Сцепление горных пород в массиве. Исследованиями [2, 7, 8] установлено, что на величину сцепления в массиве влияет интенсивность трещиноватости массива, форма и размеры разрушенных блоков. При увеличении размеров блока трещиноватых пород величина сцепления уменьшается.

Описанные в работе [8] лабораторные испытания на срез больших призм из прямоугольных и косугольных цементных и гипсовых призмочек показали, что в области местного разрушения гипсовых призмочек наблюдается вращательное перемещение деформируемых призмочек.

Такой характер деформирования трещиноватого массива относится к тем случаям, когда поверхность скольжения не совпадает с ярко выраженными поверхностями ослабления, например с контактами слоев, дизъюнктивными нарушениями, сплошными трещинами и др. При совпадении поверхности скольжения с поверхностями ослабления происходит плоское скольжение пород по поверхности ослабления и в этих



Рис. 3. Диаграмма классификации скальных массивов, предложенная Мюллером применительно к руднику С.С.А., Кобар [6]. Оценка прочности скальных массивов: прочный массив — сцепление 70,2 МПа, угол трения $>40^\circ$; массив средней прочности — сцепление 0,1-0,2 МПа, угол трения $30-40^\circ$; слабый массив — сцепление 10-100 кПа, угол трения $20-30^\circ$; очень слабый массив — сцепление <10 кПа, угол трения $<20^\circ$. Под прочностью подразумевается прочность ненарушенной породы на сжатие. Классификация скальных массивов: сплошной — практически без трещин; массивный — слегка трещиноватый; блочно-слоистый — умеренно трещиноватый; трещиноватый — сильно нарушенный; раздробленный

Таблица 2

Классификация скальных пород по времени стояния в незакрепленном виде

Описательная оценка	Очень хороший массив	Хороший массив	Удовлетворительный массив	Плохой массив	Очень плохой массив
Класс	I	II	III	IV	V
Время стояния в незакрепленном виде	10 лет при пролете 5 м	6 мес. при пролете 4 м	1 неделя при пролете 3 м	5 ч при пролете 1,5 м	10 мин. при пролете 0,5 м
Сцепление в скальном массиве, кПа	<300	200-300	150-200	100-150	<100
Угол трения в скальном массиве	450	40-450	35-400	30-350	<300
Дробимость породы (руды)	Очень плохая	С трудом, на крупные обломки	Удовлетворительная	Без труда на мелкие обломки	Очень плохая

случаях величина сцепления не зависит от размеров деформируемых массивов. Характер деформирования по трещинам, располагающимся ступеньками (не сплошным), а, следовательно, и величина сцепления зависят от частоты и мощности межтрещинных участков, а также от величины напряжений межтрещинных участков и размеров призм обрушения.

Для поверхностей, не совпадающих с поверхностями ослабления, по результатам натурных испытаний установлена зависимость между сцеплением в образце и в массиве, которая может быть выражена эмпирической формулой:

$$K_m = \frac{K}{1 - a \ln \frac{H}{L}}$$

где K_m , K — сцепление в массиве и в образце;

a - коэффициент, зависящий от прочности породы в монолитном (табл. 3) образце и характера трещиноватости;

$\frac{H}{L}$ - отношение высоты борта к среднему размеру элементарных блоков.

На величину сцепления в массиве прочность горных пород влияет лишь до определенного предела, пока при вращательном перемещении блоков происходит их частичное разрушение (обламывание углов). При сцеплении ненарушенных пород в пределах 120-150 кГ/см², по-видимому, такое разрушение прекращается и сцепление в массиве при дальнейшем увеличении прочности пород в образце существенно не возрастает.

По поверхностям ослабления при определенных условиях происходит плоское скольжение пород. Условия плоского скольжения по поверхностям анизотропии определяются большей величиной сцепления в массиве и других направлениях, чем по этим поверхностям, и направлением напряжений, допускающим возможность скольжения по площадкам, параллельным поверхностям ослабления.

Сцепление в массиве при любой величине деформируемого массива практически остается больше величины сцепления по контактам слоев, вследствие чего контакты между слоями реализуются в поверхности во всех случаях, когда угол между контактом и направлением s_1 способствует реализации трещин ослабления и сдвижения деформирующегося массива, то же самое можно сказать относительно сплошных трещин и дизъюнктивных нарушений. Величины сцепления по контактам слоев некоторых пород приведены в табл. 4.

Поверхности, параллельные не сплошным трещинам, проявляют свойства поверх-

Таблица 3

Значение коэффициента a для различных пород

Группа пород	Наименование пород и характер трещиноватости	Величина сцепления в монолите, кГ/см ²	Величина коэффициента a
III	Слабоуплотненные и слаботрещинчатые песчано-глинистые отложения, сильно выветрелые полностью каолинизированные изверженные	4-9	0,5
	Уплотненные песчано-глинистые, в основном, нормальносекущей трещиноватости	10-20	2
II	Сильно каолинизированные изверженные	30-80	2
	Уплотненные песчано-глинистые с развитой кососекущей трещиноватостью, каолинизированные изверженные	30-80	3
	Средней крепости слоистые, преимущественно нормальносекущей трещиноватости	100-150	3
		150-170	4
I	Крепкие, преимущественно нормальносекущей трещиноватости	170-200	5
		200-300	6
	Крепкие изверженные с развитой кососекущей трещиноватостью	>300	7
		>200	10

Таблица 4

Значения сцепления по контактам слоев

Характеристика поверхностей ослабления	Характеристика толщи	Величины сцепления, МПа
Поверхности скольжения по контактам слоев	Дислоцированная осадочная толща	0,02-0,05
Контакты слоев	Неуплотненная дислоцированная слабосланцевая осадочная толща	50 % от сцепления под углом к наложению
Контакты слоев	Уплотненная слабосланцевая толща	0,1-0,18
Контакты слоев	Метаморфизованная осадочная толща	0,02-0,05
Сплошные неровные трещины и тектонические нарушения	Массивы изверженных и метаморфических пород	0,02-0,05

Таблица 5

Коэффициенты структурного ослабления по породам угольных месторождений

Условия	Породы	Средние значения коэффициента структурного ослабления пород на месторождениях, l_0			
		Экибастузском	Майкубенском	Кумысдукском	Куу-Чекинском
Срезы в однородных породах при отсутствии слоистости или ослабленных поверхностей	Песчаник	0,40	-	-	0,10
	Аргиллит	0,16	0,16	0,15	-
	Алеврит	0,15	-	-	0,01
	Конгломерат	-	-	0,11	-
Срезы перпендикулярно к слоистости	Углистые породы	0,26	-	-	-
Срезы по направлению слоистости	Песчаник, алеврит и аргиллит	0,10	-	-	0,015
		-	0,05	-	0,002
Срезы по ослабленным поверхностям, контактам, геологическим нарушениям, а также данные по съемке обрушений и оползней	Заполняющие контакты и материалы: глинистые отложения, аргиллит	0,02	0,015	-	0,002-0,005
	Углистый аргиллит	0,07	-	-	-

ностей ослабления (по которым происходит плоское скольжение) лишь при небольшой высоте откосов.

Приведенная эмпирическая зависимость между сцеплением в образце и в массиве не является единственной. В работе [9] для практического использования свойств горных пород, полученных в лабораторных условиях, предлагается использовать коэффициент структурного ослабления пород:

$$l_o = \frac{C_m}{C_o}$$

где C_m , C_o – сцепление пород, соответственно, в массиве и образце.

Численные значения коэффициента структурного ослабления пород приведены в табл. 5, 6, 7.

Наиболее полные данные о величине коэффициента структурного ослабления получены по породам Златоуст-Беловского карьера.

Данные табл. 7 дают не только количественную характеристику величины l_o , но также отображают ее качественную сторону, детализируя и оценивая способы получения этой величины в различных условиях.

Одной из основных причин различия свойств пород в образцах и горном массиве является отсутствие подобия по структурно-тектоническим особенностям. При оценке устойчивости размеры структурных блоков имеют второстепенное значение, более существенными и определяющими факторами являются протяженность и взаимная направленность трещин, состояние их поверхностей, вид заполнителя

Таблица 6

Коэффициенты структурного ослабления горного массива по рудным карьерам

Условия испытаний	Карьер			
	Златоуст-Беловский	Майкаинский	Коунрадский	Западный Каражал
	сланец, песчаник, аргиллит	каолинизированный порфирит, туф	каолинизированные вторичные кварциты по эффузивным породам	глинистые и сланцевые породы
По наслению пород	0,006	0,005	-	0,001
По системам трещин	0,024	0,040-0,100	0,018-0,200*	-
Вкрест наслений и трещиноватости	0,050	0,150	0,025-0,410*	0,035

* По данным ВНИМИ

Таблица 7

Коэффициенты структурного ослабления по породам Златоуст-Беловского карьера

Условия испытаний	Порода	l_o	Примечание
По наслению	Песчаник розовый	0,003	По съемке обрушений
	Сланец серо-зеленый	0,007	Натурные испытания
	Алеврит красн.	0,009	Натурные испытания
По системам трещин	Песчано-глинистый сланец	0,006	По съемке обрушений
	Сланец серо-зеленый	0,017	Натурные испытания
	Алеврит красн.	0,025	Натурные испытания
Вкрест насления пород и трещиноватости	Песчаник	0,064	Натурные испытания
	Сланец серо-зеленый	0,022	Натурные испытания

и ориентирование поверхностей ослабления откосов уступов и бортов карьеров.

Для получения расчетных прочностных характеристик C_p , j_p , необходимых для оценки устойчивости от-

Таблица 8

Характеристики скальных пород Кургашиканского карьера (по результатам натурных испытаний призм размерами 1'1' 0,9 м)

Состав и характеристика пород	Объемная масса, кг/м ³	Влажность, %	Угол внутреннего трения	Сцепление, С, МПа
1. Сиенито-диорит, трещиноватый, размеры отдельностей 20-45 см	2640	2,1	44	0,0941
2. Сиенито-диорит, мелкотрещиноватый с размерами отдельностей 10-50 см	2760	1,6	42	0,0549
3. Сиенито-диорит, трещиноватый, размеры отдельностей 30-40 см	2640	2,0	39	0,0961
4. Сиенито-диорит, трещиноватый, размеры отдельностей 25-40 см	2700	1,5	39	0,0788
5. Сиенито-диорит, трещиноватый, размеры отдельностей 20-40 см	2570	1,8	38	0,0529
6. Сиенито-диорит, трещиноватый, сильно измененный, размеры отдельностей 20-30 см	2460	3,5	38	0,0556
7. Сиенито-диорит, трещиноватый сильно измененный, размеры отдельностей 20-15 см	2500	2,3	38	0,0467
8. Сиенито-диорит, трещиноватый сильно измененный, размеры отдельностей 10-20 см	2550	2,7	37	0,0578

Таблица 9

Результаты сдвиговых испытаний методом обрушения на месторождении Даугызтау

№ п/п	Описание пород	№№ опытов	Характеристика сдвига	
			j , град.	C , МПа
1	Переслаивание алевролитов и сланцев сильно трещиноватых вблизи зоны разлома	3	38	0,12
		7	39	0,13
		12	34	0,06
		14	44	0,06
2	Алевролиты средней крепости	6	44	0,18
		8	34	0,18
		9	32	0,18
3	Сланцы трещиноватые	3	38	0,12
4	Переслаивание алевролитов и сланцев со слабо выраженной трещиноватостью	1	35	0,29
		5	32	0,26
		11	34	0,15
5	Алевролиты, сланцы сильно трещиноватые в зоне дробления	2	35	0,06
		4	32	0,06
		10	36	0,06
		13	44	0,06
		15	35	0,08

Примечание: В опытах № 6, 13, 14 в призме преобладали массивные алевролиты. В опытах № 4, 5, 9 поверхность среза совпадала со слоистостью пород

косов на карьерах, в ранее полученные значения C_m , j_m в зависимости от свойств пород структурных особенностей месторождения и срока службы бортов карьера вводится коэффициент запаса n_s .

По данным ВНИМИ коэффициент запаса выбирается в пределах 1,15-2,0. Методика вычисления коэффициента запаса приведена в работах [10, 11].

Под воздействием буровзрывных работ в массиве горных пород образуются зоны дробления, перемещения, заколов, остаточных деформаций и сотрясений.

Зона заколов характеризуется интенсивной разрушенностью, глубокими трещинами. Прочность пород здесь снижается в десятки раз [9].

Зона остаточных деформаций распространяется на 50-80 м от последнего ряда взрывных скважин. Она

характеризуется макро- и микротрещинами, в результате чего сцепление пород уменьшается на 20-50 % [9] и снижаются силы трения по ослабленным поверхностям.

В зоне упругих колебаний возникают обычные сейсмические колебания, которые в определенных условиях также оказывают влияние на устойчивость откосов.

В табл. 8-9 приведены некоторые результаты натурных определений сцепления скальных пород в массиве.

Таким образом, знание физики сдвиговых процессов в массиве горных пород и достоверное определение его прочностных характеристик позволит с требуемой точностью рассчитывать параметры устойчивых бортов глубоких карьеров и уступов, на которых размещены ответственные сооружения.

Список литературы:

1. Goodman R. E. *Methods of geological engineering in discontinuous rocks*. 472 p. St. Paul West Publish. Co., 1976.
2. Введение в механику скальных пород. М.: МИР, 1983.
3. Hoek E. and Bray J.: *Rock slope engineering*. 309 p., London (Inst. Min. Met.), 1974.
4. Patton F.D. Multiple modes of shear failure in rock. *Proc. 1st Congr. Int. Soc. Rock Mech.*, Lisbon, 1, 509-513, 1966.
5. Müller L. *Der Felsbau*, Bd/1-1-624, Stuttgart (Enke), 1963.
6. Barton C.M. *A geotechnical analysis of rock structure and fabric in the C.S.A. Mine, Cobar, New South Wales*. CSIRO Aust. Div. Appl. Geomech. Tech. Pap., 24, 1-30, 1977.
7. Фесенко Г.Л. *Устойчивость бортов карьера*. М.: Недра, 1965.
8. Ким Д.Н. *Исследование структурного ослабления трещиноватых пород моделированием прочностных свойств в лабораторных условиях*. Сб. «Вопросы исследования горного давления и сдвига пород». ИГД А.А. Скочинского, 1963.
9. Попов И.И., Окатов Р.П. *Борьба с оползнями на карьерах*. М.: Недра. 1980.
10. *Научные основы проектирования карьеров*. М.: Недра, 1971.
11. *Новые решения в технике и технологии добычи угля открытым способом*. М.: Недра, 1976.

УДК 622.27

© Силкин А.А., Кольцов В.Н., Пак В.Н. 2005 г.

GPS-СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАРКШЕЙДЕРСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА УСТОЙЧИВОСТЬЮ БОРТОВ КАРЬЕРА МУРУНТАУ

Силкин А.А., начальник НИО O'zGEOTEXLITI, канд. техн. наук; Кольцов В.Н., главный маркшейдер НГМК, канд. техн. наук; Пак В.Н., зам. директора ТашГИИТИ

Для обеспечения ритмичной и безопасной работы карьера особое значение приобретает предотвращение опасных деформаций прибортовых массивов, развитие деформаций и проявление нарушений устойчивости которых, протекает не мгновенно, а захватывает какой-либо промежуток времени. Опыт отработки карьера Мурунтау свидетельствует о том, что любое нарушение ус-

тойчивости, даже обрушение, имеет скрытую стадию процесса, которой соответствует последовательное разрушение многочисленных структурных связей, длительностью от двух месяцев до семи лет. Контроль устойчивости откосных сооружений на карьере осуществляется по реперам (деформационным пунктам), заложенным на участках ожидаемого деформирования бортов, а также



на участках, устойчивость которых должна обеспечивать нормальную работу транспортного оборудования.



Анализ характера деформаций, имевших место на карьере, показал, что протяженность всех разрушающих деформаций по фронту, как правило, превышает высоту деформированного уступа в 2-5 раз. Это подтверждается данными о разрушающих деформациях, которые наблюдались на других карьерах [1], что свидетельствует о влиянии (зажиме) боковых пород на устойчивость уступов, находящихся в предельном положении до тех пор, пока протяженность нарушенного участка не превысит его высоту. Таким образом, заложение рабочих реперов через 600-800 м по контуру карьера позволяет контролировать устойчивость бортов, а созданная сеть может использоваться как основа для расширения наблюдений (метод створов, профильных линий, засечек).

Опорные пункты (не менее трех), заложены вне зоны возможных деформаций с учетом максимальных размеров и глубины карьера, граница которой в соответствии с требованиями инструкции [2] располагается на расстоянии $1,5H$, где H – предельная глубина карьера.

Схема размещения деформационных пунктов определена по результатам районирования бортов карьера Мурунтау по степени устойчивости. Три пункта расположены вне деформационной зоны и служат опорными пунктами для определения деформационных параметров. Деформационные пункты расположены на верхней кромке бортов карьера.

На объекте исследований принята условная система координат. При обработке спутниковых измерений в качестве референц-эллипсоида приняты параметры эллипсоида Красовского. За осевой принят меридиан $L = 64^{\circ}33'$. В качестве математической модели геоида принята модель WGS-84.

За поверхность относимости принята средняя отметка объекта $H = 570$ м.

В качестве исходного принят пункт «КАНАВНЫЙ». Ориентирование сети выполнено по направлению «КАНАВНЫЙ» - XXXIII с дирекционным углом:

$$\alpha = 267^{\circ}19'31''$$

Учитывая, что точность базиса «КАНАВНЫЙ» - XXXIII не соответствует требуемой точности, масштабирование сети выполнено по базисам, измеренным в геодезическом четырехугольнике высокоточным тахеометром ELTA S10. Одной из основных причин для принятия такого решения явилось то, что в дальнейшем планируется выполнять непосредственные измерения расстояний электронными тахеометрами для определения относительных смещений пунктов. Это решение позволит не учитывать масштабный коэффициент при последующих измерениях.

Масштабирование сети выполнено в 2 этапа.

1. На первом этапе в качестве исходного принято значение базиса, вычисленное по начальным координатам пункта XXXIII. По измеренным значениям расстояний тахеометром ELTA S10 шести сторон геодезического четырехугольника и их вычисленным значениям определен масштабный средний коэффициент, который составил:

$$M = 1,000007$$

2. На втором этапе выполнено масштабирование исходного базиса «КАНАВНЫЙ» - XXXIII и выполнено перевычисление координат пункта XXXIII. Для исключения неоднозначности координат пунктов в дальнейшем, пункт XXXIII переименован в пункт 333. При использовании спутниковых приемников возможно несколько вариантов схем геодезических построений:

- радиальная схема – пространственные вектора определяются от одной или нескольких связанных между собой референчных станций;
- сетевая схема – пространственные вектора изменяются непосредственно между смежными пунктами;
- другие схемы построений, которые являются комбинациями вышеназванных схем.

В связи с отсутствием публикаций по точности различных схем построений была принята сетевая схема, имеющая избыточные измерения, что соответствует традиционной логике геодезических построений. Построенная схема сети имеет очень жесткую конфигурацию.

Наблюдения выполнялись тремя спутниковыми приемниками, что позволило измерять на некоторых участках 3 вектора одновременно. Исходя из того, что максимальные расстояния между пунктами не превышали 5 км, наблюдения выполнялись в режиме RAPID STATIC (БЫСТРАЯ СТАТИКА) с интервалом записи измерений через 10 секунд. Время измерений колебалось от 15 минут до 1 часа. В течение сеанса референцная станция перемещалась по мере необходимости. Спутниковые антенны устанавливались на штативах. Центрирование выполнялось жесткими центрирами с точностью до 2 мм. В процессе измерений контролировалось количество спутников и значение геометрического фактора (PDOP), которое не должно превышать 5 для достижения максимальной точности измерений. Количество спутников в процессе наблюдений колебалось от 5 до 10. Выявлено, что в промежутке времени от 13 до 14 часов количество спутников не превышало 5 и значение PDOP достигало 6,5. В этот период времени измерения приостанавливались.

Обработка спутниковых наблюдений выполнялась программой Pos CEO (ZEISS), входящей в поставку комплекта спутниковых приемников.

Обработка спутниковых измерений выполнялась в несколько этапов:

- загрузка первичных данных и экспорт в общеобменный формат спутниковых измерений RINEX;
- обработка одиночных измерений на пункте с выявлением потерь фазовых циклов;
- обработка отдельных сеансов наблюдений с решением неоднозначности фазовых измерений;
- уравнивание результатов всех сеансов наблюдений;
- привязка к исходному геодезическому обоснованию, определение трансформационных параметров и вычисление координат в заданной системе координат.

Контроль качества выполненных измерений и вычислений выполнялся по результатам обработки сеансов наблюдений. Условиями для принятия результатов измерений были следующие показатели:

- полное фиксированное решение неоднозначности для всех наблюдений,
- среднеквадратическая погрешность определения пространственных векторов не превышает 2 мм.

При несоблюдении этих условий наблюдения выполнялись повторно.

Контроль измерений также выполнялся по остаточным членам результатов уравнивания всех сеансов, однако, их критические показатели недостаточны ясны.

В результате обработки спутниковых измерений получены плановые координаты всех пунктов сети в заданной локальной системе координат и высотные отметки положения пунктов. Однако, при использовании высотных отметок необходимо учитывать следующие нюансы:

- при спутниковых измерениях непосредственно определяются эллипсоидальные высоты (поверхности эллипсоида и квазигеоида не параллельны);

- для определения принятых нормальных высот от поверхности квазигеоида необходимо или иметь точную модель высот квазигеоида над эллипсоидом (при обработке спутниковых измерений использовалась глобальная модель геоида WGS-84) или определить местные трансформационные параметры, включив в наблюдения не менее 4-х исходных высотных реперов, покрывающих равномерно территорию объекта;

- в нашем случае в наблюдения включены только 2 пункта, имеющие отметки и расположенные на краю сети. Это пункт «КАНАВНЫЙ» и пункт XXXIII (333). Даже если принять, что отметки этих пунктов определены очень точно, построенная поверхность может иметь поперечный наклон относительно створа этих пунктов.

- использование этих отметок для маркшейдерско-геодезических работ на карьере не рекомендуется.

- при дальнейших спутниковых наблюдениях полученные отметки возможно использовать для определения высотных деформаций пунктов, но при этом, необходимо использовать те же установки исходных геодезических дат.

Как указывалось выше, схема контрольной сети представляет геодезический четырехугольник с измерениями всех углов и расстояний. В схему включены пункты: Шахта (1), Шиномонтаж (6), Западный (9) и ППК-1 (11). Максимальное расстояние в четырехугольнике составляет 2,9 км между пунктами (1) и (9). Минимальное расстояние составляет 1,2 км между пунктами (11) и (9).

В геодезическом четырехугольнике выполнялись одновременные линейно-угловые измерения тахеометрической станцией ELTA S10. Наблюдения выполнялись на визирные марки, установленные на штативах, девятью круговыми приемами по встроенной программе MULTIPLE ROUND (КРУГОВЫЕ ПРИЕМЫ) модуля SPECIAL.

Контроль измерений выполнялся встроенными средствами программы по следующим допускам:

- замыкание горизонта на начальное направление 6";
- максимальная разница направлений между приемами 6";

- максимальная разница расстояний между приемами 5 мм.

В измеренные направления автоматически вводились поправки за поперечный и продольный наклон вертикальной оси инструмента, эксцентриситет лимба и алидады.

В измеренные расстояния вводились атмосферные поправки за влияние температуры и давления (температура и давление определялись внешними приборами, термометром и барометром, внутренние датчики были отключены) и за наклон линии.

Наблюдения выполнялись в утренние и вечерние часы. Условия визуальных наблюдений осложнялись большой загазованностью и запыленностью при движении большегрузных автомобилей, наличием проводов на фоне наблюдаемой марки в поле зрения, а в утренние часы наблюдался порывистый ветер. В промежутке между наблюдениями были произведены взрывные работы. Один из участков взрывных работ располагался в 100 м от пункта ШАХТА (1).

Обработка результатов измерений выполнялась по программе АРМИГ (КиевНИИАСС) при условной системе координат для геодезического четырехугольника и уравнивании строгим параметрическим методом. Сеть уравнена в 2-х вариантах: как линейно-угловая сеть и как сеть трилатерации. Получены технические характеристики уравненных сетей, приведенные в табл. 1. Полученные характеристики указывают на более высокую точность линейных измерений, которые в меньшей степени зависят от внешних и субъективных факторов.

Таблица 1

Технические характеристики линейно-угловых измерений в геодезическом четырехугольнике

Характеристики сети	Линейно-угловая сеть	Трилатерация
Среднеквадратическая погрешность положения слабого пункта	16 мм	6 мм
Относительная ошибка наименьшей стороны 11-9 ($S=1,2$ км)	1/119000	1/375000
Среднеквадратическая погрешность единицы веса	1,4"	0,05"

По значениям уравненных координат сети трилатерации, как более точной, вычислены значения сторон геодезического четырехугольника, которые использованы для масштабирования сети спутниковыми приемниками и анализа точности спутниковых измерений.

Сравнительный анализ спутниковых измерений с высокоточными измерениями тахеометра ELTA S10 (табл. 2) выполнен сравнением уравненных значений расстояний.

Таблица 2

Сравнительный анализ спутниковых и линейных измерений

От пункта	До пункта	S-GPS (Сетевая схема)	S-EltaS10	dS	Относительная погрешность
11	01	2359.266	2359.265	0,001	1/1947000
11	06	2606.720	2606.714	0,006	1/429000
11	09	1220.430	1220.428	0,002	1/663000
01	06	2276.461	2276.465	-0,004	1/625000
01	09	2840.789	2840.796	-0,007	1/386000
06	09	1962.898	1962.896	0,002	1/1002000
Среднеквадратическая погрешность				0,005	

Радиальная схема сети с несколькими референсными станциями построена исключением избыточных измерений из обработки. Расстояния, полученные в результате этой обработки, сравнивались с расстояниями геодезического четырехугольника и с расстояниями, полученными в результате обработки полной сетевой схемы.

Результаты сравнения полученных расстояний со сторонами геодезического четырехугольника приведены в табл. 4.

Результаты сравнения разностей расстояний спутниковых измерений в 90 комбинациях приведены в табл. 5.

Исходя из вышеприведенных результатов, можно сделать однозначный вывод:

- *точность результатов спутниковых измерений при непосредственных измерениях векторов по сетевой схеме возрастает как минимум в 2 раза по сравнению с радиальной схемой, при которой эти расстояния определяются косвенно.*

Таблица 3

Расчет паспортной точности измерений используемых приборов

Инструмент	Расстояние	Формула	Вычисленная погрешность
GePoS RM24	2,5 км	5+1 мм/км	7,5 мм
ELTA S10	2,5 км	1+2 мм/км	6,0 мм

Таблица 4

Сравнительный анализ спутниковых измерений в радиальной схеме с измерениями Elta S10

От пункта	До пункта	S-GPS (радиальная схема)	S-ELTA S10	dS	Относительная погрешность
11	01	2359.259	2359.265	-0,006	1/428 000
11	06	2606.724	2606.714	0,010	1/269 000
11	09	1220.436	1220.428	0,008	1/158000
01	06	2276.481	2276.465	0,016	1/138000
01	09	2840.792	2840.796	-0,004	1/671000
06	09	1962.895	1962.896	-0,001	1/2622000
Среднеквадратическая погрешность				0,009	

Полученная среднеквадратическая погрешность соответствует результатам оценки точности при уравнивании геодезического четырехугольника.

При среднем значении расстояния 2,5 км паспортные значения погрешности приведены в табл. 3.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- *точность выполненных измерений соответствует требуемой точности измерений;*

- *точность спутниковых измерений практически сопоставима с точностью измерений высокоточным тахеометром ELTA S10;*

- *полученная точность измерений обоими инструментами соответствует паспортным значениям, гарантируемым их изготовителем - фирмой ZEISS (ГЕРМАНИЯ).*

Как указывалось ранее, в специальной периодической печати отсутствуют публикации по исследованию влияния схем построений на точность результатов спутниковых измерений.

По результатам спутниковых измерений на объекте выполнен анализ точности 2-х схем построений геодезической сети: *радиальной и сетевой.*

Таблица 5

Результаты оценки точности по результатам спутниковых измерений сетевой и радиальной схемы

Характеристика	Значение
Среднеквадратическая погрешность	13 мм
Максимальные разности расстояний	от -34 мм до +21 мм

Данный вывод полностью соответствует традиционной логике геодезической теории.

Список литературы:

1. Ильин А.И. и др. Управление долговременной устойчивостью откосов на карьерах. М.: Недра, 1985.
2. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработка мероприятий по обеспечению их устойчивости. Т.: «Саноатконтехназорат», 1998. (Гос. Регистр. № 649).

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСЛАБЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ПАВ

Ахмеджанов Ф.Р., доцент кафедры «Общая физика» НГГИ, канд. физ.-мат. наук; **Алиев Н.А.**, доцент кафедры «Общая физика» СамГУ, канд. физ.-мат. наук; **Урунов И.О.**, зав. кафедрой «Общая физика» НГГИ, канд. физ.-мат. наук

Как известно, в последние десятилетия для ослабления прочности горных пород стали применяться водные растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ). В работах [1-6] показано, что водные растворы ПАВ интенсифицируют процессы разрушения горных пород, уменьшая их прочность и, тем самым, способствуют увеличению скорости бурения и снижению износа инструмента. В конечном итоге снижаются затраты энергии на разрушение горных пород.

Таким образом, лабораторные исследования процессов физико-химического разрушения различных горных пород растворами ПАВ, а также сопутствующих им механизмов адсорбционного снижения свободной поверхностной энергии на межфазной границе твердое тело-жидкость при адсорбции молекул и ионов ПАВ из раствора, и выявление наиболее эффективных растворов ПАВ для энерго- и ресурсосбережения имеют непосредственный практический интерес.

Для определения влияния растворов ПАВ на прочность горных пород нами использован импульсный ультразвуковой метод, который позволяет одновременно определять скорость распространения и коэффициент поглощения звука непосредственно в испытуемом образце путем измерения амплитуды звукового импульса прошедшего через него. Импульсные методы измерения скорости и поглощения звука в твердых материалах в различных вариантах возбуждения и регистрации эхо-импульсов являются наиболее разработанными и распространенными [7-9]. Эти методы широко используются и для исследования упругих свойств горных пород [8]. Как правило, такие исследования производятся на относительно низких частотах ультразвукового диапазона. В данной работе сделана попытка проведения исследований с помощью упругих волн верхнего ультразвукового диапазона на частотах 10 и 30 МГц. Далее кратко описывается использованная в данной работе экспериментальная установка и методика исследования. Блок-схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

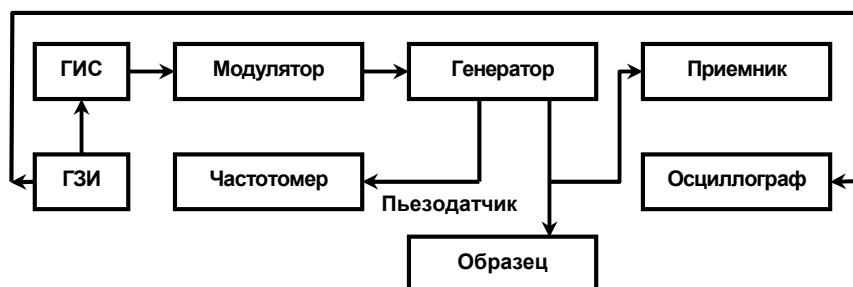
Работа экспериментальной установки сводится к следующему: на излучающий кварцевый пьезоэлектри-

ческий преобразователь Х среза с генератора высокочастотных колебаний подается радиоимпульс (частота заполнения 10 или 30 МГц) амплитудой 10-50 В. Длительность устанавливалась в пределах от 1 до 3 мксек, частота следования 1 КГц. Этот же преобразователь преобразует прошедший акустический импульс, отраженный от противоположного торца и вновь прошедший через исследуемый образец, снова в электрический импульс. Этот электрический импульс усиливается примерно в 100000 раз (100 дБ) с помощью резонансного усилителя (приемник на блок-схеме) и подается на осциллограф. Амплитуда принятого импульса измеряется одновременно импульсным вольтметром (ИВ). Для обеспечения правильных измерений усилитель должен работать в линейной части амплитудной характеристики и поэтому сигнал на его вход подается через аттенуатор. В результате на экране осциллографа можно наблюдать серию эхо-импульсов, амплитуда которых спадает по экспоненциальному закону.

Кроме поглощения звука в исследуемом образце, естественно, присутствуют потери при отражениях в преобразователях, АЛЗ и склейках. Если требуется определить абсолютное значение коэффициента поглощения, то необходимо проведение измерений на двух образцах разной длины. Если же требуется определить частотную или температурную зависимость поглощения в достаточно узком интервале частот и температур, то измерения можно проводить на одном образце. Условиями корректности таких измерений являются относительно малое поглощение в АЛЗ при отражениях, в склейках и их слабой зависимости от частоты и температуры, по сравнению с поглощением в исследуемом образце и его зависимостью от частоты и температуры. В этом случае можно измерять относительные изменения коэффициента поглощения, в зависимости от частоты и внешних условий. Подобные измерения осуществляются, например, при исследовании аномального поглощения и дисперсии скорости при фазовых переходах.

Экспериментальная установка имела следующие параметры:

1. Частота: 10 или 30 МГц.
2. Амплитуда радиоимпульса: 10-50 В.
3. Длительность радиоимпульса: 1-4 мкс.
4. Чувствительность приемного тракта: не хуже 10 мкВ.
5. Максимальные потери на двойное преобразование электромагнитных колебаний в упругие и обратно: 60 дБ.



Ультразвуковые волны возбуждались с помощью кварцевых пьезодатчиков с резонансной частотой 10 МГц. Исследуемые образцы имели длину от 2 см до 0,5 см. Образцы малой толщины получались путем шлифовки крупных образцов. Обработка образцов производилась вручную, поэтому качество их обработки не отвечало в полной мере требованиям, предъявляемым к образцам для ультразвуковых измерений (непараллельность порядка 100-200 мкм и грубые отражающие поверхности с шероховатостями не менее 50 мкм). Непараллельность отражающих граней может оказаться решающим фактором, затрудняющим наблюдение ультразвуковых импульсов, даже при небольшом затухании волн.

Описанная выше установка позволяла возбуждать и «видеть» УЗВ импульсы на частоте 30 МГц, даже при величине затухания порядка 20 дБ/см и длине образца 1 см. При измерениях исследуемый образец закреплялся в специальном держателе (рис. 2), позволяющем проводить измерения в двух режимах: 1 - на проход, 2 - на отражение.

Интервалы времени t между последовательными эхо-импульсами соответствуют времени двойного прохода по образцу и поэтому скорость распространения ультразвука определяется соотношением:

$$V = 2L / t$$

где L – длина образца.

Из отношения амплитуд последовательных импульсов определяется коэффициент поглощения:

$$a = \frac{\ln\left(\frac{u_n}{u_k}\right)}{2(k-n)L}$$

где n и k - номера эхо-импульсов, ограничивающие используемую часть наблюдаемой серии эхо-импульсов.

В результате того, что поглощение звука является структурно-чувствительным параметром, при проведении опыта с образцами исходными и после обработки их с помощью ПАВ, изменяется амплитуда импульса прошедшего через образец.

Коэффициент поглощения ультразвука, после воздействия конкретной ПАВ, вычислялся относительно коэффициента поглощения в исходном образце согласно формуле:

$$a_i = \frac{1}{L} 10 \lg \frac{u_0}{u_i}$$

где U_0 и U_i – амплитуды импульсов, прошедших через образец до и после воздействия ПАВ;

L - длина образца;

i - номер ПАВ, с помощью которого был обработан образец.

Исследования проводились при комнатной температуре на образцах известняка и мрамора, которые были вырезаны перпендикулярно слоистости горной породы. Образцы для испытаний имели размеры от 1 см до 0,5 см.



Рис. 2. Держатель с образцом, подготовленным для измерений

Продольные ультразвуковые волны на частоте 10 МГц возбуждались с помощью кварцевых пьезопреобразователей Х-среза.

Измерения скорости и коэффициента затухания продольных упругих волн производились для трех состояний исследованных образцов горных пород в следующей последовательности: сухое исходное состояние, насыщенное 1 % водным раствором ПАВ состояние и конечное сухое состояние после воздействия ПАВ. Исследовалось влияние водных растворов пяти ПАВ-эмульгаторов: CF-8201, CF-8901, ОП-10, геронол FF/4, и геронол V-87. Для получения сухого состояния образцы высушивались в сушильном шкафу при температурах около 110 °С. Для насыщения водными растворами ПАВ образцы выдерживались в течение 48 часов в соответствующем растворе.

Скорость упругих волн определялась по временному расстоянию между последовательными упругими импульсами. Оценка снижения прочности производилась по относительному изменению эффективной упругой постоянной $C_{эфф}$ для продольных волн, в образце горной породы, после воздействия раствора ПАВ относительно сухого первоначального состояния:

$$C_{эфф1}/C_{эфф2} = (r \cdot V^2)_1 / (r \cdot V^2)_2,$$

где V - скорость продольной волны;

r - плотность образца, индексы 1 и 2 относятся соответственно к исходному и конечному состояниям исследованного образца горной породы.

На частоте 10 МГц на образцах, приготовленных вручную, и, следовательно, плохого качества, наблюдались слабые и нерегулярные ультразвуковые эхо-импульсы. Это, по-видимому, связано с тем, что ультразвуковые волны на этой частоте имеют длину волны порядка 300-500 мкм, которая соизмерима с размерами микротрещин и полостей, внутри исследованных образцов. В результате проведение достоверных измерений не представлялось возможным.

Лучшие результаты получены на частоте 30 МГц, на которой, однако, большое затухание ультразвуковых волн не позволило провести измерения на всех образцах. В качестве примера, в табл. приведены результаты исследований образца мрамора на частоте 30 МГц. Длина образца составляла $8,57 \pm 0,04$ мм.

Т а б л и ц а

Результаты ультразвуковых исследований в образце мрамора

Образец мрамора	Коэффициент затухания, дБ/см	Скорость продольного звука, V_L , 10^3 м/с	Отношение $C_{эфф1}/C_{эфф2}$
Сухой	0,26	4,18	1
После выдержки в воде (2 суток)	0,22	4,23	0,98
После последующей сушки	0,27	4,16	1,01
После выдержки в ПАВ «Геронол-V-87» ($C=0,1\%$)	0,33	4,23	0,98
После сушки	0,44	4,03	1,08
После выдержки в ПАВ CF-8201 ($C=0,1\%$)	0,76	4,20	0,99
После сушки	Больше 2	4,01	1,09

В целом измерения показали, что во всех исследованных образцах скорость звука при насыщении ПАВ заметно увеличивалась, а затем после воздействия ПАВ и последующей сушки величина скорости продольных волн уменьшалась на 4-8 % по отношению к исходному состоянию. Коэффициент затухания исследованных волн заметно увеличивался каждый раз после воздействия ПАВ. Полученные результаты исследований позволяют сделать вывод, что после воздействия водного раствора ПАВ прочность образцов известняка и мрамора снижается. При этом, прочность на сжатие наиболее заметно снижается у известняка. После воздействия растворами CF-8201 и геронла FF/4 она снижалась примерно на 15 %. Отметим, что выбранный нами метод оценки прочности по относительному изменению эффективной упругой постоянной, определяемой из измерений скорости ультразвука, дает динамическую характеристику прочности материала.

Выводы:

1. Большая величина коэффициента затухания ультразвуковых волн в образцах горных пород является следствием многократных отражений ультразвукового пучка от границ микропустот и соответствующим резким уменьшением амплитуды волны.

2. Многочисленные отраженные волны интерферируют друг с другом, что, в результате, приводит к искажению «регулярности» серии спадающих по амплитуде ультразвуковых импульсов.

3. Исследование упругих свойств горных пород необходимо проводить на относительно низких ультразвуковых частотах, на которых длина волны намного больше характерных (типичных) размеров микротрещин и пустот в образцах, то есть для длин волн порядка 5-10 мм.

4. Для выявления механизмов действия ПАВ необходимы дальнейшие исследования с использованием ультразвуковых волн с длиной волны как больше, так и меньше характерных размеров трещин и пустот в горных породах.

Список литературы:

1. Шоболова Л.А. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. М., 1995.
2. Эдельштейн О.А., Шоболова О.А., Макаров Ю.С. Исследование прочностных и деформационных свойств увлажненных горных пород. В сб. Научные основы управления состоянием горного массива. М., 1985, вып. 225, с. 90-96.
3. Эдельштейн О.А., Шоболова Л.П. О воздействии ПАВ на горные породы. В сб. Новые методы разрушения углей и горных пород. М., 1980, вып. 189, с. 110-117.
4. Норов Ю.Д. Исследование зон ослабления горного массива при взрыве скважинных зарядов ВВ. Сб. научных трудов «Научные основы управления состоянием горного массива», вып. 235, М., 1985, с. 96-104.
5. Эдельштейн О.А., Шоболова Л.П., Макаров Ю.С. Изменение свойств горных пород под воздействием адсорбционно-активных сред. В сб. Вопросы управления состоянием горного массива. 1984, М., вып. 224, с. 80-86.
6. Васильев В.В., Яценко О.Е. Методические вопросы выбора химических составов для упрочнения горных пород. В сб. «Вопросы управления состоянием горного массива». 1984, М., вып. 224, с. 87-92.
7. Яковлев И.А., Величина Т.С., Баранский К.Н. // ЖЭТФ, 1957. Т. 4, № 7.
8. Физическая акустика. / Под редакцией У. Мэзона // Т. 1А. М.: Мир, 1966.
9. Баранский К.Н. Физическая акустика кристаллов. Изд-во МГУ. 1991.

УДК 622.001

© Якубов А.С., Якубов С.И. 2005 г.

ҚАТТИҚ ЁҚИЛҒИНИ ЕР ОСТИДА ЁҚИШИДАГИ ТУТУН МАҲСУЛОТЛАРИДАН ИССИҚЛИКНИ ҚАЙТАРИШ УЧУН ИССИҚЛИК АЛМАШТИРГИЧНИНГ ТАЖРИБАВИЙ КОНСТРУКЦИЯСИ

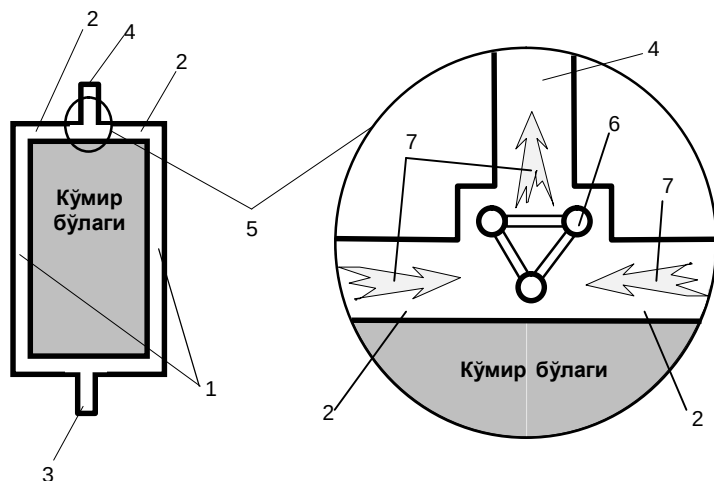
Якубов А.С., ТошДТУ ИЭФ талабаси;
Якубов С.И., ТошДТУ ТИФ декан муовини, техн. фан. номз.

Тажрибавий қурилма ёрдамида кўмирни ер остида ёқиш жараёнини тадқиқ этиш [1, 2], бир неча муаммоларни ҳал этишни талаб этади. Шулардан бири тажри-

бавий қурилмада фойдаланиш мумкин бўлган иссиқлик алмаштиргич масаласидир. Маълумки, аънавий иссиқлик алмаштиргичларнинг мавжуд русумлари ва тур-

лари ер остида иссиқлик алмашиш жараёнини тадқиқ этиш учун мўлжалланмаган. Шунинг учун ушбу ишда, тавсия этиладиган иссиқлик алмаштиргичнинг маъқул нусхасининг конструктив таснифи келтирилган.

Агар, ёқиладиган кўмир бўлагининг ер остидаги шакли, 1-расмдаги кўринишга эга бўлса [3], у ҳолда иссиқлик алмаштиргични ёниш маҳсулотлари кўшилиб, ер усти қисмига чиқадиган қудуқнинг туташган қисмига жойлаштириш зарурдир. Бунда, юқори ҳароратли тутун газлари икки томондан оқиб келиб, кўшилиш ҳудудида маълум даражада аралашади ва иссиқлик алмашигичнинг юзаларини тўла камрашига имкон яратилади.



1-расм. Тажрибавий қурилмадаги кўмир бўлагининг топологик схемаси ва иссиқлик алмашигичнинг жойлашиш ўрни:

1 - ҳаво ва ёниш маҳсулотларининг йўлаклари; 2 - ёниш маҳсулотларининг йўлаклари; 3 - ҳаво бериш қудуғи; 4 - ёниш маҳсулотларини чиқариб оладиган қудуқ; 5 - иссиқлик алмашигичнинг жойлашиш макони; 6 - иссиқлик алмашигич; 7 - ёниш маҳсулотларининг оқими

1-расмдан кўриниб турибдики, ёниш маҳсулотлари (7) ўз йўлакларидан (2) бир-бирига қарама-қарши ҳаракатланиб тўқнашиши оқибатида ўзаро аралашади. Ўзаро аралашган газ оқими чиқиб кетиш қудуғи (4) томон бурилиб, иссиқлик алмашигичнинг даставвал тик ҳолатдаги тарқатувчи-коллекторининг иссиқлик алмашигич юзаси ва ётиқ ҳолатдаги иссиқлик алмашигичнинг бирламчи юзалари устидан оқиб ўтади. Кейин эса тик ҳолатдаги йиғувчи-коллекторларининг иссиқлик алмашигич юзалари, ҳамда ётиқ ҳолатдаги иссиқлик алмашигичнинг иккиламчи юзалари устидан ўтиб, чиқиб кетиш қудуғи (4) томон ҳаракатланади.

Агар, масштаб бирлигини сақлаган ҳолда, саноат миқёсида ёқиладиган кўмир бўлагининг тажрибавий қурилмадаги ўлчамларини ҳисобласак, улар қуйидагича бўлади:

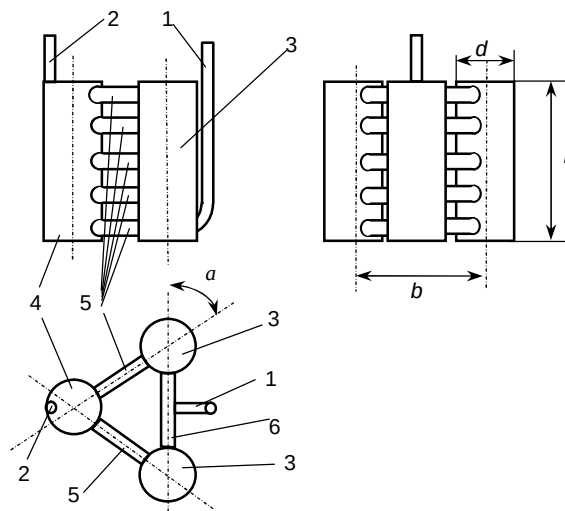
бўйи $L = 3000$ мм
эни $B = 1500$ мм
қалинлиги $H = 300$ мм
тутун йўлагининг диаметри $d = 100$ мм

Демак, тажрибавий иссиқлик алмашигичнинг ўлчамларини юқорида келтирилган кўмир бўлагининг ўлчамларига қиёслаб қабул қилинади. 2-расмда тажрибавий иссиқлик алмашигичнинг конструктив схемаси келтирилган. Агар тутун йўлагининг диаметри $d=100$ мм бўлса, иссиқлик алмаштиргичнинг баландлиги $h=2d$ нисбатда

олинган. Иссиқлик алмашигичнинг асоси бўлган учта коллекторларни (3, 4) тик ҳолатда бир-биридан $\alpha=60^\circ$ бурчак остида фарқ билан жойлаштирилиб, бу коллекторлар ўзаро қувурчалар (5) билан бирлаштирилган.

Иссиқлик алмашиш юзалари бир-бирига газ-алангали пайдвандлаш усули билан пайдвандланган. Пайдванд чокларни барчасини гидравлик синовдан ўтказилган.

Совуқ сувни узатувчи ва қайноқ сувни олиб чиқиб кетувчи қувурларга махсус нуқталар ўрнатилган бўлиб, бу нуқталар орқали иссиқлик даражасини ўлчайдиган «термопара» лар билан сув ҳарорати аниқланади.



2-расм. Кўмирнинг ёниш маҳсулотларидан физик иссиқлигини қайтариб олувчи «иссиқлик алмашигич» конструкциясининг схемаси:

1 - совуқ сувни узатувчи қувур; 2 - қайноқ сувни олиб чиқиб кетувчи қувур; 3 - тик ҳолатдаги тарқатувчи-коллекторларнинг иссиқлик алмашигич юзалари; 4 - тик ҳолатдаги йиғувчи - коллекторнинг иссиқлик алмашигич юзаси; 5 - ётиқ ҳолатдаги иссиқлик алмашигичнинг бирламчи юзалари; 6 - ётиқ ҳолатдаги иссиқлик алмашигичнинг иккиламчи юзалари

Иссиқлик алмашигич «қарама-қарши оқим» тамойил бўйича ишлаш учун мўлжалланган. Чунки иссиқлик берувчи ёниш маҳсулотлари оқимига қарши иссиқлик олувчи сув оқими ҳаракати ташкил этилади. Демак, узатувчи қувурдан (1) совуқ сув ётиқ ҳолатдаги (5) иссиқлик алмашигичнинг бирламчи юзалари пастки унсурдан (элементидан) тик ҳолатдаги (3) тарқатувчи-коллекторларнинг иссиқлик алмашигич юзалари такалади. Бу юзалардан секин аста сув қизийди ва тик ҳолатдаги йиғувчи-коллекторлар томон ҳаракатланади. Қизиган қайноқ сувнинг ҳарорати ётиқ ҳолатдаги иссиқлик алмашигич (6) иккиламчи юзаларида янада кўтарилади. Етарли даражада қизиган қайноқ сув энг юқори қисмига қараб кўтарилади ва қувур (2) орқали олиб чиқиб кетилади.

Шундай қилиб, тавсия этилган иссиқлик алмашигич, кўмирни ер остида ёқиш жараёнларини тадқиқ этиш ва иссиқлик оқимларини миқдорини тўлароқ аниқлаш имконини беради.

Адабиётлар рўйхати:

1. Мухиддинов Д.Н., Якубов С.И. К вопросу моделирования процесса подземного сжигания бурого угля на экспериментальной установке с целью разработки энергосберегающей технологий.



3. Якубов С.И. Варианты топологии угольного целлика для экспериментального подземного сжигания. «Texnika yulduzlari». Тошкент, 2004, № 3, 6.

ОБ ИНТЕРВАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ И РЕШЕНИИ ЛОГИКО-ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Худайбердиев О.Ж., ст. преподаватель кафедры «Математика» НГГИ

1. Логико-динамические системы (ЛДС) как объекты с интервальными параметрами и переменными

В связи с наличием богатейших природных запасов нашей республики особый интерес представляют методы адекватного моделирования процессов добычи, в том числе задач подземного выщелачивания. Реальные объекты и технологические процессы отличаются сложностью, многоцелевым характером функционирования. В свою очередь, эти процессы характеризуются многоэтапностью и многорежимностью. С точки зрения адекватного моделирования эти процессы представимы как логико-динамические системы [1-3]. Воздействующие на них переменные внешних и внутренних сред, их характеристики и параметры варьируют в широких диапазонах. Интервальное задание характеристик и параметров широко распространено, что позволяет рассматривать многорежимные объекты и технологические процессы, как объекты с интервальными параметрами с одной стороны [4] и как ЛДС с другой [3]. В исследовательских и проектных задачах параметры объектов так же задаются интервалами. Например, метод замороженных коэффициентов, когда модель летательного аппарата считается стационарной на некотором интервале высот (H_i, H_{i+1}), чисел Маха (M_i, M_{i+1}) и промежутков времени (t_s, t_{s+1}) [5, 6]. Численные значения коэффициентов модели берутся усредненными для данных интервалов, а результаты моделирования обобщаются на весь этот интервал. В работе [1] даны определения структурных, обобщенных: локальных и локальных состояний ЛДС. С учетом вышеизложенного и отмеченных публикаций рассмотрим возможность описания и исследования ЛДС с позиций интервального анализа [4].

Используя определения технической и логико-динамической системы, а также, понятия интервального анализа, приведем определения интервальной системы и интервальной логико-динамической системы.

Определение 1. Система называется интервальной, если переменным и параметрам ее модели, исходя из диапазонов их возможных значений, вместо вещественных предписываются интервальные величины.

Определение 2. Система называется интервальной логико-динамической, если описывающие ее соотношения содержат аналитические, логические и интервальные зависимости.

Приведем интервальный вид модели ЛДС:

$$\dot{x}(t) = \sum_{s=1}^N L_s^f f_s([x(t)], \sum_{j \in J_s} L_j^u [u_j(t)], t), \quad x(0) \in [x_0] \quad (1)$$

с логическими условиями единственности и полноты:

$$\begin{aligned} L_s^f \cap L_d^f &= 0, \quad L_j^u \cap L_d^u = 0; \quad s \neq d, \quad j \neq d, \\ \bigcup_{s \in S} L_s^f &= 1, \quad \bigcup_{j \in J} L_j^u = 1; \quad J_s \subset r, \quad r = \{1, 2, \dots, N\} \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь и далее интервальность величин обозначается заключением их в квадратные скобки. Сформулируем определение локального состояния интервальной ЛДС:

Определение 3. Локальными состояниями интервальной ЛДС называются:

$$\begin{aligned} [x(t)] &= L_s^f f_s([x(t)], L_j^u [u_j(t)], t), \\ x(0) &\in [x_0], \quad s = 1, 2, \dots, r \end{aligned} \quad (3)$$

выделяемые автоматами A^f и A^u по логическим условиям для всех $t_s \in (T_1, T_2)$.

Примечание. Локальному состоянию интервальной ЛДС (3) соответствует нелинейная интервальная динамическая система с заданной структурой f_s и конкретным законом управления $[u_i(t)] \in U$, которая является стационарной на интервале $t \in [t_s, t_{s+1}]$.

С учетом обозначений интервального анализа [4], модель локального состояния ЛДС с заданной структурой F_s и конкретным законом управления $U_j(t)$ на интервале $[t_s, t_{s+1}]$ запишем в виде:

$$\dot{X}(t) = L_s^f F_s(X(t), L_j^u U_j(t), t), \quad s = 1, 2, \dots, r$$

интервально-аналитическое решение, которое в соответствии с алгоритмом IMOD [7] при наличии соответствующих интервальных условий единственности и полноты, имеет вид:

$$\begin{aligned} X_j^s &= \sum_{i=1}^K a_{-i}^s X_{j-1}^{s-1} + h_s \sum_{i=1}^K b_{-i}^s L_s^f F_s(X_{j-1}^s, L_p^u U_p(t_{j-i}), t_{j-i}) + \\ &+ ch_s^{m+1} \psi_s(X_{j-1}^s, [- (K-1)h_{s-1}, h_s] L_s^f F_s(\Delta^s, t_{j-1} + \\ &+ [-(K-1)h_{s-1}, t_s] L_u^p U_p(t_{j-i}), t_{j-i} + [-(K-1)h_{s-1}, t_s]) \end{aligned} \quad (4)$$

где F_s и Y_s - интервальные расширения f_s и $x^{(m+1)}$ соответственно, $c = \text{const}$; h_s - шаг интегрирования, Δ^s - область определения f_s и u_p , $kh_s = t_{s+1} - t_s$.

При $a_{-i}^s = 0$ формулы (4) учитывают состояние системы описываемой структурой f_{s-1} . В общем случае k и m (порядок метода) также можно выбирать в зависимости от f_s . Показано, что любое решение вырожденной (вещественной) задачи вида содержится в интервальном решении (4), получены оценки ширины интервального

решения вида (4), которые здесь для краткости опущены, поскольку соответствующие коэффициенты инвариантны относительно правых частей уравнений и их производных.

Применение указанного метода в многомерном случае, как правило, приводит к расширению интервалов, что выдвигает потребность в методах более устойчивых к эффекту раскрутки, но, тем не менее, способных дать некоторую приемлемую двустороннюю оценку решения.

Ниже мы опишем такой метод и рассмотрим в интервальном варианте иллюстративную задачу, в которой ЛДС характеризуется двумя состояниями, т.е. $s = 1 \cup 2$.

2. Общий вид и алгоритмы численного решения модели интервальной логико-динамической системы (ИЛДС)

Согласно определению локального состояния интервальной ЛДС запишем ее модель в матричном виде:

$$\dot{x} = [P_{ns}] [x_{so}], [x_{so}] = [x_{(s-1)0}] \quad (5)$$

где $[P_{vs}]$ - интервальная матрица $[P_{vs}] = [A_{vs}] + [B_{vs}][C_{vs}]$; $[A_{vs}]$ - интервальная матрица коэффициентов модели локального состояния;

$[B_{vs}]$ и $[C_{vs}]$ - матрицы управления $[u_{vs}] = [C_{vs}] [x]$.

Применяя формально к (5) метод Мура [4], получим формулу пошагового интервального решения:

$$[x_{k+1}] = [D_{nsm}] [x_k] + [\overline{d_{vsk}}, \underline{d_{vsk}}] \quad (6)$$

где $[D_{vsm}] = E + h_s [P_{vs}]$, $m = 1$ - интервальная функционально-преобразованная матрица;

$\overline{d_{vsk}}, \underline{d_{vsk}}$ - вещественные матрицы, составленные из нижней и верхней оценок на ошибки линеаризации и интегрирования k -го шага.

На практике интервальное решение (5) получается в виде двустороннего решения $[x_k] = [\overline{x_k}, \underline{x_k}]$ с интервалом w_k , в котором гарантированно лежит истинное значение решения x_k ; $w_k = \overline{x_k} - \underline{x_k}$, где $\underline{x_k}$ - нижняя граница, а $\overline{x_k}$ - верхняя граница решения. Интервальная матрица $[\overline{d_{vsk}}, \underline{d_{vsk}}]$ характеризует величины интервала w_k . Основная идея при построении интервального решения заключается в том, что остаточный член соответствующей квадратурной формулы не отбрасывается, как в обычных конечно-разностных методах, а учитывается средствами интервального анализа [4]. Далее, подразумевая наличие вещественных матриц погрешностей линеаризации и интегрирования при выводе численных решений, согласно [1], мы не будем их различать при выводе формул, считая известной матрицу, одновременно учитывающую всевозможные источники погрешностей и, тем самым, гарантирующую двустороннюю аппроксимацию решения.

Численное решение 1-го локального состояния интервальной ЛДС может быть записано следующим образом:

$$[x(t_1)] = [D_{1m}]^{k_1} [x(t_0)]$$

С учетом принятого обозначения функционально-преобразованной матрицы [1], запишем ее в интервальном виде:

$$[K_{sm}] = \exp([P_{vs}] k_s h_s) = \exp([P_{vs}](t_{s+1} - t_s)) \approx [D_{vsm}]^{ks} \quad (7)$$

где m - степень приближения функционально-преобразованной матрицы P_{vs} .

Тогда численное решение 1-го состояния ЛДС, вбирающее в себя погрешности первого, второго и третьего рода, можно записать как:

$$[x(t_1)] = [K_{1m}] [x_0]$$

Интервальное решение второго ($s = 2$) локального состояния можно записать в виде:

$$[x(t_2)] = [K_{2m}] [x(t_1)] = [K_{2m}] [K_{1m}] [x(t_0)]$$

По индукции, в общем случае, численное решение интервальных логико-дифференциальных уравнений (1)-(2) будет иметь следующий вид:

$$[x(t_N)] = \prod_{s=1}^N [D_{vsm}]^{ks} [x(t_0)] \quad (8)$$

Интервальное решение (8) включает в себя все виды погрешностей, в том числе и погрешности третьего рода, не учитываемые при численном решении логико-дифференциальных уравнений на основе аппарата функционально-преобразованных матриц [1]. Несмотря на компактность записи, алгоритмическая и программная реализация вычислений интервальных функционально-преобразованных матриц является более трудной задачей и требует большего объема работ.

Список литературы:

1. Жук К.Д., Тимченко А.А. Автоматизированное проектирование логико-динамических систем. Киев: Наукова думка, 1981. 320 с.
2. Камбаров А.С., Абдукадыров А.А. Синтез логико-динамической модели летательного аппарата / Вопросы кибернетики. Вып.143, Ташкент 1990. с. 81-89.
3. Какичев Л.Г., Солодовников В.В., Федотов А.И. Современное состояние и методы математического описания одного класса логико-динамических систем. - В кн. Автоматическое управление и вычислительная техника. Вып. 12. М.: Машиностроение, 1978, с. 127-146.
4. Калмыков С.А., Шокин Ю.И., Юлдашев З.Х. Методы интервального анализа. Новосибирск: Наука, 1986. 224 с.
5. Боднер В.А. Теория автоматического управления полетом. М.: Наука, 1964, 504 с.
6. Стражева И.В., Мелкумов В.С. Векторно-матричные методы в механике полета. М.: Машиностроение, 1973, 260 с.
7. Абдукадыров А.А., Худайбердиев О.Ж., Юлдашев З.Х. Анализ точности моделирования многорежимных объектов и погрешностей линейных алгоритмов в машинной интервальной арифметике. // ДАН РУз № 12, 1999.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ УПРУГИХ ВОЛН В ИЗОТРОПНОМ ЦИЛИНДРЕ

Сафаров И.И., директор Бухарского регионального научного центра АН РУз, докт. физ.-мат. наук, проф.; Таирова Д.Х., ассистент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ; Балхыбаева З.А., ассистент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам распространения упругих волн в цилиндрах, имеющих неоднородную и анизотропную структуру. Для частных типов волн и в случае двух- и трехслойных изотропных цилиндров построены аналитические решения с помощью цилиндрических функций [1]. Точные решения существенным образом зависят от числа слоев в цилиндре и их анализ весьма затруднителен. В данной работе предложен численный подход к исследованию распространения упругих волн в изотропном слоистом цилиндрическом волноводе на основе трехмерной теории.

Система уравнений движения для указанной задачи в цилиндрической системе координат r, q, z имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial s_{rr}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial s_{rq}}{\partial q} + \frac{\partial s_{rz}}{\partial z} + \frac{s_{rr} - s_{qq}}{r} &= r \frac{\partial^2 u_r}{\partial t^2}; \\ \frac{\partial s_{rr}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial s_{qz}}{\partial q} + \frac{\partial s_{zz}}{\partial z} + \frac{s_{rz}}{r} &= r \frac{\partial^2 u_z}{\partial t^2}; \\ \frac{\partial s_{rq}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial s_{qq}}{\partial q} + \frac{\partial s_{qz}}{\partial z} + \frac{2s_{rq}}{r} &= r \frac{\partial^2 u_q}{\partial t^2} \end{aligned} \quad (1)$$

где ρ – плотность;

$\sigma_{qm}(r, \theta, z, t)$ ($q_1 \leftrightarrow r, q_2 \leftrightarrow \theta, q_3 \leftrightarrow z$) – компоненты тензора напряжений, которые выражаются через компоненты вектора перемещений следующим образом:

$$\begin{Bmatrix} s_{rr} \\ s_{qq} \\ s_{zz} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} l_{11} & l_{21} & l_{31} \\ l_{21} & l_{22} & l_{32} \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \frac{\partial u_r}{\partial r} \\ \frac{1}{r} \left(\frac{\partial u_q}{\partial q} + u_r \right) \\ \frac{\partial u_z}{\partial z} \end{Bmatrix} \quad (2)$$

$$s_{rq} = l_{qq} \left(\frac{\partial u_r}{\partial q} + \frac{\partial u_q}{\partial r} - \frac{1}{r} u_q \right)$$

$$s_{rz} = l_{qq} \left(\frac{\partial u_z}{\partial r} + \frac{\partial u_r}{\partial z} \right) \quad s_{qz} = l_{qq} \left(\frac{\partial u_q}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_z}{\partial q} \right)$$

здесь $\lambda_{\theta\theta}$ – упругие постоянные.

Выбирая в качестве компонент разрешающего вектора следующие величины: $(\sigma_{rz}, \sigma_{r\theta}, \sigma_{rr}, u_r, u_z, u_q)$, получаем систему шести дифференциальных уравнений в частных производных:

$$\begin{aligned} \frac{\partial s_{rr}}{\partial r} &= \frac{l_{12}}{l_{11}} \frac{1}{r} s_{rr} - \frac{l_{12}}{l_{11}} \frac{1}{r^2} u_r + l_{22} \frac{1}{r^2} u_r + l_{22} \frac{1}{r^2} u_r - \frac{s_{rr}}{r} - \frac{\partial s_{rz}}{\partial z} \frac{l_{13} l_{12}}{l_{11}} \frac{1}{r} \frac{\partial u_z}{\partial z} + \\ &+ l_{23} \frac{\partial u_z}{\partial z} - \frac{1}{r} \frac{\partial s_{qr}}{\partial q} - \frac{l_{12}^2}{l_{11}} \frac{1}{r^2} \frac{\partial u_q}{\partial q} + l_{22} \frac{1}{r^2} \frac{\partial u_q}{\partial q} + r \frac{1}{r^2} \frac{\partial u_r^2}{\partial t^2}; \\ \frac{\partial s_{rz}}{\partial r} &= -\frac{s_{rz}}{r} - \frac{l_{13}}{l_{11}} \frac{\partial s_{rz}}{\partial z} + \frac{l_{13} l_{12}}{l_{11}} \frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial z} - l_{33} \frac{\partial u_r}{\partial z} + \frac{l_{13}}{l_{11}} \frac{\partial s_z}{\partial z} - l_{44} \frac{\partial^2 u_q}{\partial q \partial z} + \frac{l_{13} l_{12}}{l_{11}} \frac{1}{r} \frac{\partial^2 u_q}{\partial q \partial z} - l_{23} \frac{1}{r} \frac{\partial^2 u_q}{\partial r \partial q} - l_{44} \frac{\partial u_r^2}{\partial q^2} + r \frac{\partial u_r^2}{\partial t^2}; \\ \frac{\partial s_{rq}}{\partial r} &= -\frac{2}{r} s_{rq} - \frac{l_{12}}{l_{11}} \frac{1}{r} \frac{\partial s_{rr}}{\partial q} + \frac{l_{12}^2}{l_{11}} \frac{1}{r^2} \frac{\partial u_r}{\partial q} - l_{23} \frac{1}{r^2} \frac{\partial u_r}{\partial q} - l_{44} \frac{\partial^2 u_q}{\partial z^2} + \frac{l_{13} l_{12}}{l_{11}} \frac{1}{r} \frac{\partial^2 u_z}{\partial q \partial z} - l_{23} \frac{1}{r} \frac{\partial^2 u_z}{\partial q \partial z} - l_{44} \frac{1}{r} \frac{\partial u_z^2}{\partial q \partial z} + \frac{l_{12}}{l_{11}} \frac{1}{r} \frac{\partial u_r^2}{\partial q^2} + r \frac{\partial u_r^2}{\partial t^2}; \end{aligned}$$

$$\frac{\partial u_r}{\partial r} = \frac{1}{l_{11}} s_{rr} - \frac{l_{12}}{l_{11}} \frac{1}{r^2} \left(u_r + \frac{\partial u_q}{\partial q} \right) - \frac{l_{12}}{l_{11}} \frac{\partial u_z}{\partial z};$$

$$\frac{\partial u_r}{\partial r} = \frac{1}{l_{qq}} s_z - \frac{\partial u_r}{\partial z}; \quad \frac{\partial u_q}{\partial r} = \frac{1}{l_{qq}} s_{rq} - \frac{u_q}{r} - \frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial q} \quad (3)$$

Решение системы уравнений (1) представляем в виде:

$$\begin{aligned} \{\sigma_{rr}, u_r\} &= \{P_G \sigma_{rr}(r), P_h U_r\} \cos n\theta e^{i(kz - \omega t)}; \\ \{\sigma_{r\theta}, u_\theta\} &= \{P_G \sigma_{r\theta}(r), P_h U_\theta\} \sin n\theta e^{i(kz - \omega t)}; \\ \{\sigma_{rz}, u_z\} &= \{P_G \sigma_{rz}(r), P_h U_z\} \cos n\theta e^{i(kz - \omega t)} \end{aligned} \quad (4)$$

где n – количество волн в окружном направлении;

k – волновое число;

ω – частота колебаний;

H – толщина цилиндра;

P_G – коэффициент нормировки напряжений, имеющий размерность модуля Юнга;

P_h – коэффициент нормировки, имеющий размерность h .

Введем в рассмотрение следующие безразмерные величины:

$$\Omega^2 = \frac{P_p w^2 P_h^2}{P_G}; \quad e = \frac{H}{R}; \quad x = \frac{r}{P_h}; \quad x = k P_h; \quad m_{if} = \frac{l_{if}}{P_G}; \quad r = \frac{r}{P_r}$$

где $\left(R - \frac{H}{2}\right)$ - внутренний, а $\left(R + \frac{H}{2}\right)$ - внешний радиус цилиндра; P_ρ - коэффициент нормировки, имеющий размерность плотности. Подставляя представление (2) в систему уравнений (1) получаем для исследования систему обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\frac{dY_n}{dx} = A_n(x, \Omega, x)Y_n \quad (5)$$

Граничные условия на внешней и внутренней поверхности ненагруженного цилиндра задаются следующим образом:

$$(I, 0) Y_n \left(\frac{R - \frac{H}{2}}{P_h} \right) = 0; \quad (I, 0) Y_n \left(\frac{R + \frac{H}{2}}{P_h} \right) = 0 \quad (6)$$

где I - единичная и 0- нулевая матрицы третьего порядка.

При исследовании цилиндрического волновода с кусочно-однородной структурой задаются условия идеального контакта смежных слоев для перемещений и напряжений.

$$\begin{aligned} s_{rr}^{(i)} &= s_{rr}^{(i+1)} & s_{rz}^{(i)} &= s_{rz}^{(i+1)} & s_{rq}^{(i)} &= s_{rq}^{(i+1)} \\ U_r^{(i)} &= U_r^{(i+1)} & U_z^{(i)} &= U_z^{(i+1)} & U_q^{(i)} &= U_q^{(i+1)} \end{aligned} \quad (7)$$

Дисперсионные кривые определяем, решая систему (5) с граничными условиями (6) и условиями идеального контакта (7), устойчивым численным методом дискретной ортогонализации и $\Delta(\lambda)$.

Расчеты проводились для трехслойного изотропного цилиндра с механическими параметрами слоев $h^{(i)} / h^{(2)} = 1$; $H / R = 1$ ($i = 1, 3$); $\mu^{(1)} = 1/4$; $\mu^{(3)} = 4$; $\rho^{(1)} = 1/6$; $\rho^{(3)} = 6$; $\nu^{(i)} = 0,3$ ($i = 1, 2, 3$).

Коэффициенты нормировки выбирались следующие: $P_G = \mu^{(2)}$; $P_h = h^{(2)}$; $P_\rho = \rho^{(2)}$.

Исследовано изменение частоты Ω от волновых чисел k для двухслойного изотропного цилиндра. В качестве материала принято ВТР (силиконовый эластомер) и ЗМ-467 (вязкоупругий клей). В обоих случаях с

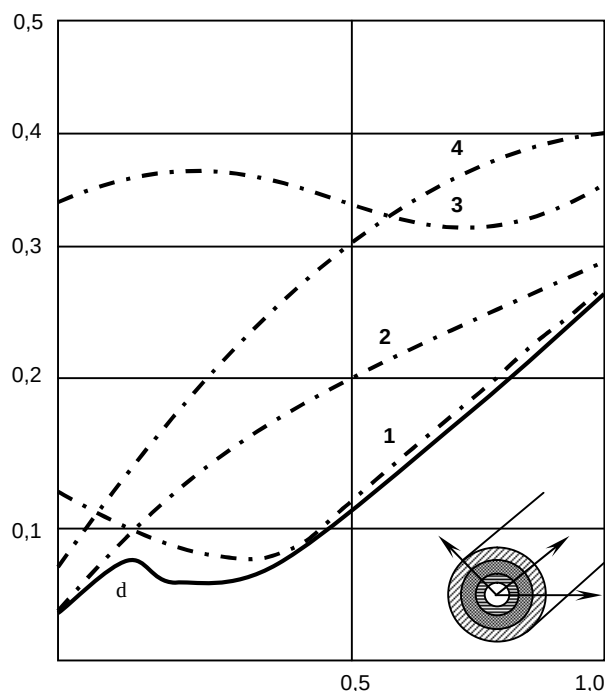


Рис. Зависимость фазовой скорости от волнового числа

целью иллюстрации жесткость выбиралась равной $K = 5,1 \cdot 10^5$ Н/м при 100 Гц, а для материала ВТР $K_i = 1158(1 + 100 f)^{0,1}/i$; $\eta = 0,15$, где f - частота (измеряется в герцах). И материалы ЗМ-647 $K = 113 (4 + f)^{0,7}$, $\eta = 1,4 e^{0,175[\ln(f/100)]1,5}$.

Задача решается при следующих параметрах:

$$\begin{aligned} h^{(i)} / h^{(2)} &= 1; \quad (i = 1, 3); \quad \mu^{(1)} = 1/4; \quad \mu^{(3)} = 4; \quad \mu^{(2)} = 1,0; \\ \rho^{(1)} &= 1/6; \quad \rho^{(2)} = 20; \quad \rho^{(3)} = 6; \quad \nu^{(i)} = 0,3 \quad (i = 1, 2, 3) \\ K_1 &= K_1 / K_3 \quad K_3 = K_3 / K_2 \quad K_2 = 0 \end{aligned}$$

Результаты расчетов представлены на рис. Видно, что изменение мнимой части фазовой скорости от волнового числа оказалось немонокотным.

Список литературы:

1. Базаров Т.Б., Сафаров И.И., Шокин Ю.М. Численное моделирование колебаний диссипативно неоднородных механических систем. Новосибирск, 1996. 189 с.

УДК 533.6:536.46

© Пиримов А.П. 2005 г.

ИССЛЕДОВАНИЯ ДИФфуЗИОННОГО ГОРЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ СТРУЙ РЕАГИРУЮЩИХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

Пиримов А.П., зав. кафедрой «Математика» НГПИ, канд. физ.-мат. наук

Как известно, при исследовании горения трехмерных турбулентных струй реагирующих газовых смесей, например, горения пропано-бутановой смеси, наибольший практический интерес представляет анализ аэро-

динамики турбулентного факела, истекающего из сопла конечного размера сторон [1-3].

При исследовании горения пропано-бутановой смеси

предполагается, что скорости температуры, концентрации компонентов струи и среды однородными и ступенчатыми на срезе сопла и давления равны между собой.

Рассматриваемый процесс описывается системой безразмерных нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка с частными производными (1)-(6).

Уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial r u}{\partial x} + \frac{1}{L} \frac{\partial r u}{\partial y} + \frac{\partial r w}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

Уравнение движения по координате x:

$$r u \frac{\partial u}{\partial x} + r u \frac{\partial u}{L \partial y} + r w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{L^2} \frac{\partial}{\partial y} \left(m \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(m \frac{\partial u}{\partial z} \right) \quad (2)$$

Уравнение движения по координате y:

$$r u \frac{\partial u}{\partial x} + r u \frac{\partial u}{L \partial y} + r w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{\partial P}{L \partial y} + \frac{4}{3L} \frac{\partial}{\partial y} \left(m \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(m \frac{\partial u}{\partial z} \right) - \frac{2}{3L} \frac{\partial}{\partial y} \left(m \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(m \frac{\partial w}{\partial y} \right) \quad (3)$$

Уравнение движения по координате z:

$$r u \frac{\partial w}{\partial x} + r u \frac{\partial w}{L \partial y} + r w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial z} + \frac{4}{3} \frac{\partial}{\partial z} \left(m \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \frac{1}{L^2} \frac{\partial}{\partial y} \left(m \frac{\partial w}{\partial y} \right) + \frac{1}{L} \frac{\partial}{\partial y} \left(m \frac{\partial w}{\partial z} \right) - \frac{2}{3L} \frac{\partial}{\partial z} \left(m \frac{\partial u}{\partial y} \right) \quad (4)$$

Уравнение переноса полной энергии и энтальпия:

$$r u \frac{\partial H}{\partial x} + r u \frac{1}{L} \frac{\partial H}{\partial y} + r w \frac{\partial H}{\partial z} = \frac{1}{L^2} \frac{1}{Pr_T} \frac{\partial}{\partial y} \left(m \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \frac{1}{Pr_T} \frac{\partial}{\partial z} \left(m \frac{\partial H}{\partial z} \right) + Q_{\text{дис}} \quad (5)$$

Уравнение переноса и сохранения i-го компонента:

$$r u \frac{\partial C_i}{\partial x} + r u \frac{1}{L} \frac{\partial C_i}{\partial y} + r w \frac{\partial C_i}{\partial z} = \frac{1}{L^2 Sc_T} \frac{\partial}{\partial y} \left(m \frac{\partial C_i}{\partial y} \right) + \frac{1}{Sc_T} \frac{\partial}{\partial z} \left(m \frac{\partial C_i}{\partial z} \right) + w_i \quad (6)$$

Для замыкания системы уравнений (1)-(6) положим:

$$P = r T \sum_{i=1}^{N_K} \frac{C_i}{m_i} \quad (7)$$

уравнение состояния газовой смеси и:

$$H = C_p T + \frac{u^2 + u^2 + w^2}{2} + \sum_{i=1}^{N_K} C_i h_i^* \quad (8)$$

связь полной энтальпии с температурой.

Граничные условия для решения данной системы имеют вид:

I. $x = 0$

$$1. 0 \leq y \leq 1; 0 \leq z \leq 1$$

$$u = 1, u = 0, w = 0, r = 1, H = H_2$$

$$P = P_2, C_i = (C_i)_2, i = 1, N_K$$

$$2. 1 < y < y_{+\infty}; 1 < z < z_{+\infty}$$

$$u = u_1, u = 0, w = 0, H = H_1$$

$$P = P_1, C_i = (C_i)_i, i = 1, N_K \quad (9)$$

II. $x > 0$

$$1. z = 0; 0 < y < y_{+\infty}$$

$$\frac{\partial u}{\partial z} = 0, \frac{\partial u}{\partial z} = 0, w = 0, \frac{\partial H}{\partial z} = 0, \frac{\partial C_i}{\partial z} = 0$$

$$2. y = 0; 0 < z < z_{+\infty}$$

$$\frac{\partial u}{\partial y} = 0, u = 0, \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \frac{\partial H}{\partial y} = 0, \frac{\partial C_i}{\partial y} = 0 \quad (10)$$

$$z \rightarrow z_{+\infty}, y \rightarrow y_{+\infty}$$

$$u = u_1, u = 0, w = 0, H = H_1$$

$$\left. \begin{aligned} 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1; \tilde{C} = 0 \\ 1 < y < y_{+\infty}, 1 < z < z_{+\infty}; \tilde{C} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

$$\left. \begin{aligned} y = 0, 0 \leq z < z_{+\infty}; \frac{\partial \tilde{C}}{\partial y} = 0 \\ z = 0, 0 \leq y < y_{+\infty}; \frac{\partial \tilde{C}}{\partial z} = 0 \\ z \rightarrow z_{+\infty}, y \rightarrow y_{+\infty}; \tilde{C} \rightarrow 0 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Относительно коэффициента эффективной турбулентной вязкости использовалось выражение:

$$m = m_i + \mu \sigma \left(b^2(Ny) + b^2(Nz) \right) \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)^2} \left(\frac{T}{T_2} \right)^a \quad (13)$$

Для определения концентрации компонентов использовались формулы:

$$\left\{ \begin{aligned} C_1 &= 0 \\ C_2 &= \tilde{C} \left((C_2)_2 + (C_1)_1 \frac{v_3 m_3}{v_1 m_1} \right) - \frac{v_2 m_2}{v_1 m_1} (C_1)_1 \\ C_3 &= (C_1)_1 \frac{v_3 m_3}{v_1 m_1} (1 - \tilde{C}) \end{aligned} \right. \quad (14)$$

$$\left\{ \begin{aligned} C_2 &= 0, \\ C_1 &= (C_1)_1 - \left((C_1)_1 + (C_1)_1 \frac{v_1 m_1}{v_2 m_2} (C_2)_2 \right) \tilde{C} \\ C_3 &= \frac{v_3 m_3}{v_2 m_2} (C_2)_2 \tilde{C} \end{aligned} \right. \quad (15)$$

Распределение относительно избыточной концентрации и граничные условия для инертного газа N_2 будут такими же, как и для $\tilde{C}$, поэтому:

$$\frac{C_4 - (C_4)_1}{(C_4)_2 - (C_4)_1} = \tilde{C} \quad (16)$$

$$C_4 = (C_4)_1 + ((C_4)_1 - (C_4)_2) \tilde{C} \quad (17)$$

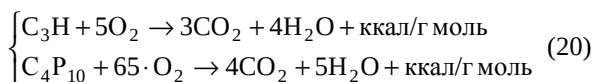
Для оптимального и достоверного учета динамического коэффициента вязкость струи и среды на срезе сопла задавалась в виде:

$$m = const \cdot H \cdot T^{0,6472} \quad (18)$$

$const$ в формуле (18) определяется с учетом диаметра столкновения, характеристической температуры, параметра потенциальной функции межмолекулярного взаимодействия, также интеграла соударений для переноса импульса и определена с достаточной точностью для многих практических приложений по приближенным формулам.

$$m = \sum_{i=1}^{N_k} m_i \left[1 + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{N_k} C_{ik} \frac{x_k}{x_i} \right]^{-1} \quad (19)$$

Реакция, при горении пропано-бутановой смеси, протекает согласно стехиометрическим уравнениям:



В качестве расчетного варианта брались данные работы [2, 3]:

I (Зона окислителя)	II (Зона горючего)
$T_1 = 300 \text{ K}$	$T_2 = 1200 \text{ K}$
$u_1 = 0$	$u_2 = 61 \text{ м/с}$
$(C_1)_1 = 0,232; (C_2)_1 = 0$	$(C_1)_1 = 0; (C_2)_2 = 0,12$
$(C_3)_1 = 0; (C_4)_1 = 0,768$	$(C_3)_2 = 0; (C_4)_2 = 0,88$
$P_r = S_c = 0,7;$	
$P_1 = P_2 = P_{атм.} = 1 \text{ атм.};$	
$a: b = 1:1$	

Теплота образования окислителя, продукта реакции и инертного газа равны между собой и равны нулю, $h_1^* = h_3^* = h_4^* = 0$, а горючего $h_2^* = 11490 \text{ ккал/кг}$. Задача решалась численно на основе разработанной нами методики и алгоритма расчета.

Приведем некоторые результаты расчетов в виде графиков. Так, на рис. (а, б) приведена форма фронта пламени соответственно по осям Oy и Oz при разных значениях эмпирической константы α и исходных значениях температуры окислителя $T_1 = 300 \text{ K}$ и $T_1 = 500 \text{ K}$. Из графика 1, а видно, что уменьшение

значения эмпирической константы α в выражении (13) приводит к увеличению длины фронта пламени, а увеличение его сопровождается уменьшением длины. Кроме того, сужается ширина фронта пламени. При использовании алгебраической модели для коэффициента турбулентной вязкости (13) необходимо подобрать эмпирическую константу α , чтобы полученные результаты соответствовали экспериментальным данным. При необоснованном значении α численно можно получить завышенную длину факела. Например, безразмерная длина $\tilde{L}_\Phi = 30$, получается при значении $\alpha = 0,005$, а также при $\alpha = 0,01$, но при более высокой температуре окислителя.

Сравнение расчетной длины факела, полученной нами и полученной в рамках метода эквивалентной задачи теории теплопроводности расчета турбулентного диффузионного факела, истекающего из сопла прямоугольной формы, показывают, что экспериментальные данные [3] согласуются при $\alpha = 0,01$, где длина факела составляет $\tilde{L}_\Phi = 18$.

Результаты наших исследований, приведенные на рис. (б), тоже подтверждают обнаруженный экспериментальными исследованиями вывод, что при высокой температуре окислителя длина факела становится длиннее.

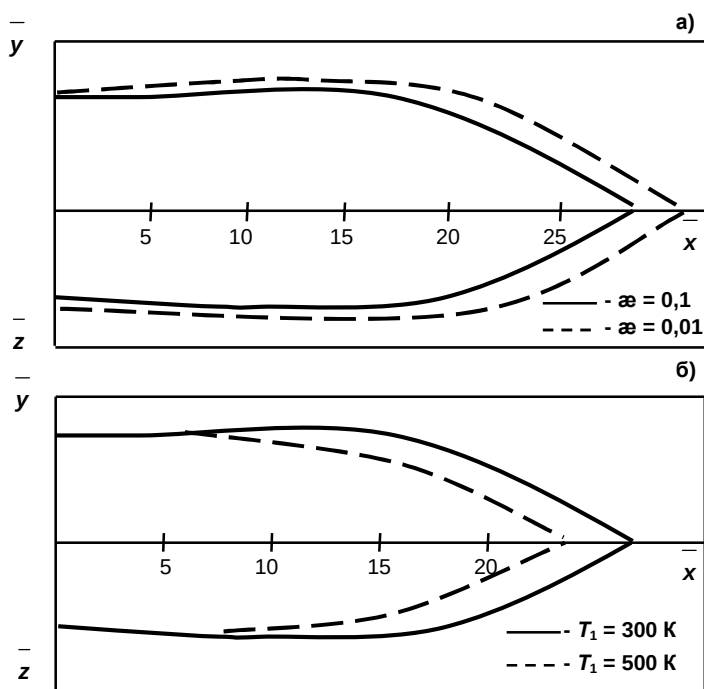


Рис. Форма факела в зависимости от α (а) и от исходного значения температуры окислителя T_1 (б)

Также, получены профили распределения продольной скорости в разных поперечных сечениях струи по осям y и z , изменения плотности потока импульса, температуры и концентрации C_i (горючего, продукта реак-

ции) в струе турбулентного течения с диффузионным факелом.

Список литературы:

1. Лапин Ю.И., Стрелец М.Х. Внутренние течения газовых смесей. М.: Наука, 1997 г. 368 с.
2. Алиев Ф., Жумаев З.Ш. Струйные течения реагирующих газов. Ташкент. Фан, 1987 г. 132 с.
3. Вулис Л.А., Ершин Ш.А., Ярин Л.П. Основы теории газового факела. Л.: Энергия, 1968 г. 203 с.

РАДИАЦИОННОЕ ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЕ ЩЕЛОЧНО-БОРО-СИЛИКАТНЫХ СТЕКОЛ

Нуритдинов И.Н., зав. лабораторией «Радиационной физики» ИЯФ АН РУз, докт. физ.-мат. наук, проф.; **Машарипов К.Ю.**, ст. научный сотрудник лаборатории «Радиационной физики» ИЯФ АН РУз, канд. физ.-мат. наук; **Абдиязов П.З.**, ст. научный сотрудник лаборатории «Радиационной физики» ИЯФ АН РУз, канд. физ.-мат. наук; **Дониев М.О.**, ст. преподаватель кафедры «Физика» НГТИ

В настоящее время со стороны исследователей большое внимание уделяется процессам, сопровождающимся разрывом и переключением валентных связей в стеклообразных соединениях. Многие процессы, в том числе создание и преобразование радиационных дефектов, объясняются с привлечением этих явлений [1-5]. Например, в кварцевых стеклах наиболее предпочтительным механизмом рождения дефектов при облучении γ -лучами и электронами считается разрыв $\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$ связи и последующая перестройка структуры стекла, а не смещение атомов, т.е. удаление мостикового кислорода за счет упругого рассеяния первичных или комптоновских электронов [2-5]. Таким образом, допускается локальная перестройка структуры стекла при валентно-координационных преобразованиях.

В данной работе продолжены исследования создания и разрушения центров окраски (ЦО), происходящих в щелочно-боросиликатном стекле, при воздействии радиации. В качестве зонда для исследования локальных изменений структуры боросиликатного стекла использованы различные борные центры.

Для исследования были выбраны образцы натрово-боросиликатных стекол с содержанием $\text{Na}_2\text{O} \cdot 19\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 30\text{SiO}_2$. Они были синтезированы из синтетического SiO_2 , борного ангидрида B_2O_3 и окиси натрия Na_2O .

Образцы облучались γ -лучами в диапазоне доз $10^3 \div 5 \cdot 10^8$ Гр на источнике Co^{60} ($E_\gamma = 1,25$ МэВ) бассейнового типа при мощности дозы 8,41 Гр/с ($T_{\text{обл}} = 310$ К). Для регистрации спектров оптического поглощения (ОП) в области 200÷1200 нм использовалась спектрофотометр Lambda-35 (Perkins Elmer), для регистрации спектров инфракрасного поглощения (ИК) использовалась Specord-75 IR. Спектры ОП снимались при комнатной температуре.

В спектре оптического поглощения необлученных натрово-боросиликатных стекол в области 290-1200 нм полосы поглощения не обнаружались. С дозы γ -облучения $5 \cdot 10^3$ Гр в

спектре оптического поглощения появляются полосы с максимумами при 306,9 и 480,3 нм. Плотность этих полос увеличивается с повышением дозы γ -облучения. Начиная с дозы $5 \cdot 10^4$ Гр максимум полосы оптического поглощения при 306,9 нм смещается в коротковолновую сторону до 305,8 нм. (рис. 1, кр. 5). Смещение максимума увеличивается с повышением дозы γ -облучения. Это связано с появлением дополнительной полосы поглощения при 290 нм на коротковолновой части УФ области спектра. Начиная с дозы γ -облучения $5 \cdot 10^7$ Гр максимум УФ полосы поглощения смещается в длинноволновую сторону. Одновременно со смещением максимума УФ полосы поглощения в области 350÷380 нм наводится дополнительная полоса поглощения. При дозе γ -облучения $5 \cdot 10^8$ Гр в УФ области появляется отрицательная полоса поглощения с максимумом в области ~300 нм. Кроме того, в коротковолновой и длинноволновой стороне полосы поглощения при 480,3 нм наводятся дополнительные полосы поглощения, ярко проявляющиеся в разностных спектрах поглощения γ -облученных образцов (рис. 2, кр. 2). Полоса поглощения, расположенная в длинноволновой стороне, при 600 нм шире, чем полоса при 450,2 нм. При дозах γ -

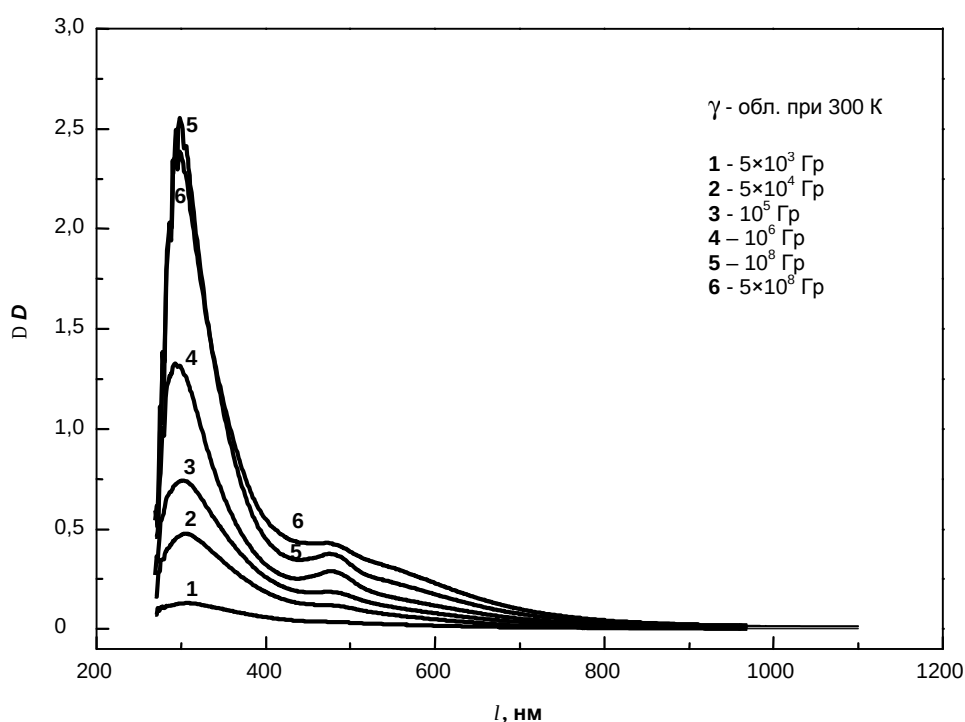


Рис. 1. Спектры наведенного поглощения натрово-боросиликатных стекол γ -облученных при различных дозах



облучения 10^6 , $5 \cdot 10^6$, 10^7 Гр все



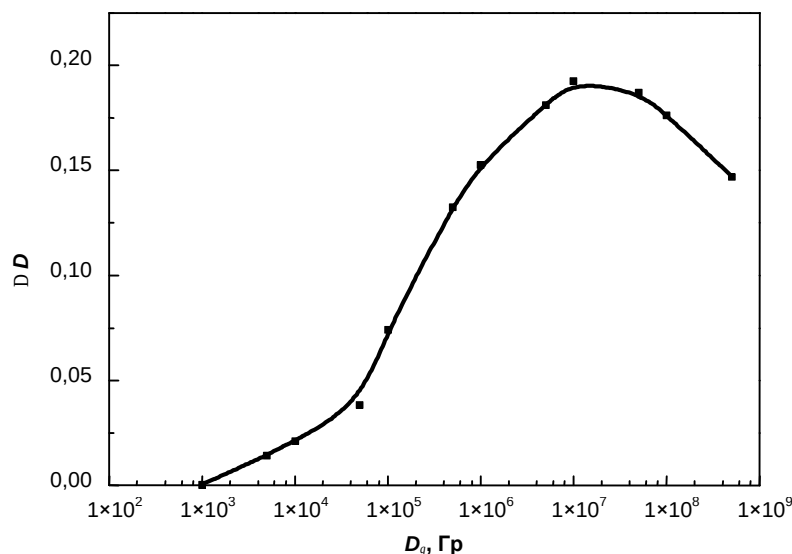


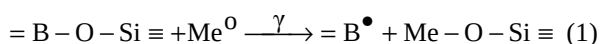
Рис. 2. Дозная зависимость плотности полосы поглощений при 480 нм

ярче проявляется полоса поглощения при 452,6 нм, а широкая полоса при 600 нм, разделяется на две составляющие. Нами определен максимум первой составляющей, которая равна 548,5 нм. При дозе 10^6 Гр полоса поглощения проявляется при 863, 931 нм, а при высоких дозах γ -облучения последние полосы не наблюдаются.

В дозной зависимости полосы поглощения при 480 нм наблюдается увеличение плотности, а затем происходит уменьшение (рис. 2). С уменьшением плотности поглощения полосы при 480 нм, в спектре поглощения появляются дополнительные полосы, максимумы которых находятся около 458,5 и 537,9 нм, соответственно. Кроме того, в спектре ИК-поглощения при дозе $5 \cdot 10^8$ Гр обнаруживается полоса в области $2100 \div 3800 \text{ см}^{-1}$ (рис. 3).

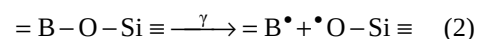
Известно [1-3], что в структуре боросиликатных стекол, наряду с $[\text{SiO}_4]$ -, $[\text{SiO}_3]$ -полиэдрами, мостиковыми и немостиковыми атомами кислорода (НАК) имеются $[\text{BO}_3]$ - и $[\text{BO}_4]$ - полиэдры, причем $[\text{BO}_3]$ - полиэдры являются подавляющими. Увеличение концентрации щелочной компоненты в структуре стекла приводит к увеличению количества $[\text{BO}_4]$ - полиэдров. Вхождение щелочи приводит также и к образованию $[\text{BO}_3]\text{Na}^+$ и $[\text{BO}_4]\text{Na}^+$ состояний.

В малощелочных стеклах ($\text{Na}_2\text{O} < 5$ моль. %) атомы бора, в основном структурно находятся в $[\text{BO}_3]$ состояниях. Предшественниками полосы поглощения при 300-310 нм, возникающей при γ -облучении, являются эти состояния, перестройка их очень легка, если вблизи имеется щелочной металл, поскольку эта полоса появляется с самого начала облучения. Мы предполагаем, что центр, обуславливающий эту полосу, является аналогом $\text{E}'(\text{Al/Me})$ -центра на борных узлах [4, 5], типа $\text{E}'(\text{B/Me})$:

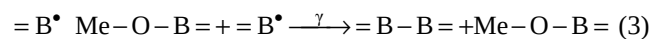


где Me- Na или H, т.е. поглощение при 300-310 нм обусловлено поглощением $\text{E}'(\text{B/Me})$ -центров.

При больших дозах γ -облучения могут быть образованы $\text{E}'(\text{B})$ -центры за счет разрыва связей между бором и мостиковым кислородом ($=\text{B}-\text{O}-\text{Si} \equiv$) и переключением созданного НАК связанного с атомом кремния в структурную пустоту:



Как было отмечено в работе [6], максимум полосы поглощения $\text{E}'(\text{Al})$ -центра расположен в длинноволновой стороне от максимума полосы поглощения $\text{E}'(\text{Al/Me})$ -центра. Появление максимума в области 350-380 нм наводит на мысль, что максимум полосы поглощения $\text{E}'(\text{B})$ -центра тоже находится в длинноволновой стороне. Смещение максимума в коротковолновую сторону связано с протеканием реакции ранее приведенной авторами работ [7], в случае $\text{E}'(\text{Si})$ -центров. Этот механизм образования вакансии кислорода в борных узлах хорошо сочетается с результатами нашего эксперимента. Поэтому, большая часть $\text{E}'(\text{B})$ -, $\text{E}'(\text{B/Me})$ -центров преобразуются в вакансии кислорода в борных узлах, максимум полосы поглощения его находится в коротковолновой стороне полосы поглощения $\text{E}'(\text{B/Me})$ -центра, и это осуществляется по следующей реакции:



Кроме того, при больших дозах γ -облучения могут быть созданы $=\text{B}^\bullet$ -центры за счет разрыва $=\text{B}-\text{O}-\text{Si} \equiv$ связей и образованием ОН- групп, которые обуславливают такую реакцию:

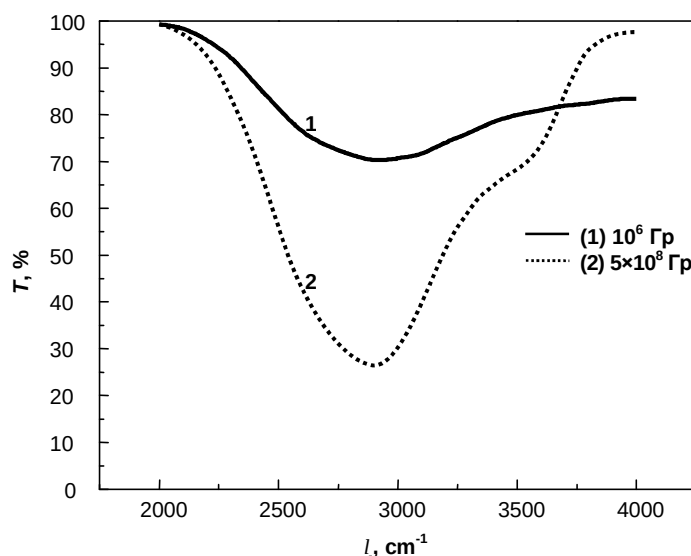
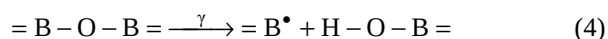
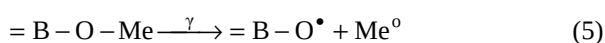


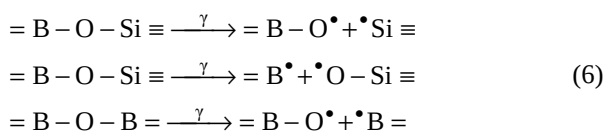
Рис. 3. Спектры ИК-пропускания натрово-боросиликатных стекол γ -облученных при различных дозах

При высоких дозах γ -облучения последняя реакция происходит эффективно. Начиная с дозы 10^7 Гр, максимум УФ полосы смещается в длинноволновую сторону. Потому что, кроме $E'(B)$ -, $E'(B/Me)$ - центров, вакансии кислорода в борных узлах создаются по реакции (3) полосы поглощения $E'(B/H)$ - центров, как это было показано авторами работ [4] в случае алюминиевых центров. Следовательно, эффективность создания $E'(B)$ - центров увеличивается.

Полосу поглощения в области 480 нм приписываем к дырке, локализованной в НАК на $[BO_3]$ - полиэдрах. Во время облучения γ - лучами ионы натрия отрываются от $[BO_3]Na^+$ и образуются НАК, связанные с атомом бора и этот процесс обуславливает следующую реакцию:



Количество $[BO_3]Na^+$ состояний ограничены, поэтому при малых дозах γ -облучения ($<10^5$ Гр) концентрация НАК, связанного с атомом бора, в основном обусловлена уходом ионов натрия. Этим объясняется первый этап появления плотности полосы поглощения при 480 нм до доз $5 \cdot 10^5$ Гр (рис. 1, кр.1). При больших дозах γ -облучения ($>5 \cdot 10^5$ Гр), наряду с вышеупомянутым процессом, НАК, связанный с атомом бора или кремния, создается в результате разрыва регулярных связей ($\equiv Si-O-B=$, $=B-O-B=$), между мостиковым атомом кислорода и связанным с ним атомом (B или Si), и переклочкивания этого созданного НАК в структурную пустоту. При этом, одновременно образуются $E'(Si)$ - или $E'(B)$ - центры:

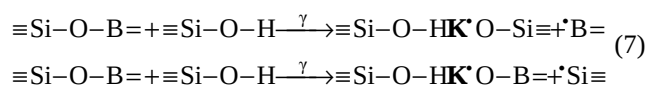


На наш взгляд, этот процесс дает большой вклад в нарастание полосы поглощения при 480 нм.

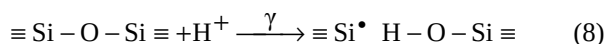
Ранее методом электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР) и снятием спектров добавочного поглощения в области 400-750 нм исследовались γ -облученные натрово-боросиликатные стекла в зависимости от состава компонент [1]. В этой работе было показано, что положение максимумов полос поглощения зависят от состава компонент стекла. Если для одних стекол характерно наличие полос поглощения с максимумом около 430-450 нм, то для других характерна полоса дополнительного поглощения в области 550 нм. Первая полоса добавочного поглощения при 430-450 нм характерна для стекол, в которых соотношения бора больше, чем щелочная компонента. В работе [8] было установлено, что дублетная линия ЭПР с $g = 2,01$ в облученных щелочно-силикатных стеклах, обусловлена дырочными центрами на концевых НАК типа $\equiv Si-O_{\oplus}^-$ (I) и $\equiv Si-O_{\oplus}^- KMe^+$ (II). Первый тип ды-

рочных центров обуславливает α -компоненту, а второй - β -компоненту линии с $g = 2,01$. Ими установлено, что между компонентами линии с $g = 2,01$ и полосами оптического поглощения существует корреляция: α -компонента линии с $g = 2,01$ соответствует полосе при 620 нм, а β -компонента - полосе оптического поглощения при 440 нм. Мы предполагаем, что полоса поглощения при 480 нм соответствует поглощению центра первого типа. Поэтому, природу этой полосы поглощения предполагаем в виде дырки, которая локализована на НАК, связанный с атомом бора, подобно (I) типу. Ранее в работе [9] было показано, что сигнал линии ЭПР с $g = 2,01$ имеет сложную форму для натриево-боросиликатных стекол, в соотношение $Na_2O:B_2O_3 \leq 1$. Такая сложная форма линии ЭПР обусловлена, с одной стороны, сверхтонким взаимодействием дырки с магнитным моментом ядра B^{11} ($I=3/2$), с другой стороны - анизотропией каждой отдельной компоненты сверхтонкой структуры, обусловленной хаотическим распределением парамагнитных центров с осевой симметрией [10].

Полосы поглощения при 440 и 530 нм могут быть обусловлены образованием комплексов водорода:



Ранее в работах [7, 11] было показано, что в кварцевых стеклах при высоких дозах γ -облучения образуются дополнительные радиационные дефекты, связанные с примесью водорода. Водород в кварцевом стекле присутствует в виде гидридных и гидроксильных групп, а также в молекулярном виде. Исследования спектров ИК-поглощения показало, что в процессе γ -облучения в кварцевом стекле происходит увеличение интенсивности полосы с максимумом 3690 см^{-1} , которая обусловлена поглощением гидрооксильной группы ($\equiv Si-O-H$). Этот дефект образуется при высоких дозах γ -облучения за счет разрыва регулярной связи и присоединением водорода к мостиковому кислороду вместо кремния, т.е. происходит такой процесс:



В натрово-боросиликатных стеклах при высоких дозах γ -облучения в спектре ИК - поглощения наблюдается полоса с максимумом при 2900 см^{-1} , соответствующая поглощению ОН-группы, что наблюдается впервые. Максимум этой полосы сдвинут в коротковолновую сторону, в отличие от максимума полосы поглощения ОН-групп при 3690 см^{-1} , которая ранее наблюдалась в кварцевом стекле [7, 11]. Полосы поглощения в УФ и видимых областях в натрово-боросиликатных стеклах под воздействием γ -облучения в большинстве случаев относятся к борным центрам. Из этого вытекает, что радиационные дефекты образуются в борных состояниях эффективнее, чем

в силикатных. Поэтому, гидроксильная группа создается исключительно с бором, т.е. имеется в виду состояния $=B-O-H$. Дальнейшее γ -облучение образцов приводит к тому, что в длинноволновом крае хвоста полосы 2900 см^{-1} ярко выделяется полоса 3690 см^{-1} . Появление полосы поглощения при 2900 см^{-1} при высокой дозе γ -облучения также подтверждает наше предположение о виде реакции (7).

Выводы:

Таким образом, в натрово-боросиликатных стеклах дефекты, наведенные радиационным путем разнообразны. Это говорит о сложности структуры исследуемого объекта. Показано, что под действием γ -лучей наряду с созданием простых дефектов ($E'(B)$ -центр, НАК на боре или в кремнии), наблюдается образование сложных дефектов ($E'(B/(Na, H))$ -центр, НАК вблизи которого имеется натрий или водород, вакансии кислорода в борных узлах). Эти изменения в структуре дефектов сопровождаются переключением валентных связей. Сильные валентно-конфигурационные изменения в структуре стекла происходят в основном в борных узлах. Вхождение водорода в структуру стекла под воздействием γ -облучения повлияло на механизмы создания $E'(B)$ - центров, НАК.

Список литературы:

1. Карапетян Г.О., Юдин Д.М. Изучение действия ионизирующей радиации на стекла системы $Na_2O \cdot B_2O_3 \cdot SiO_2$ методом электронного парамагнитного резонанса. // ФТТ. 1962. Т. 4. Вып. 10. с. 2647-2655.
2. Милунов Е.М. К вопросу о структуре стекол системы $Na_2O \cdot B_2O_3 \cdot SiO_2$. // Неорг. мат. 1972. Т. 8. № 3. с. 594-595.
3. Бреховских С.М., Тюлькин В.А. Радиационные центры в неорганических стеклах. М. «Энергоатомиздат»: 1988. 200 с.
4. Амосов А.В., Малышкин С.Ф. Радиационные центры окраски, ответственные за полосу поглощения 300 нм в спектрах кварцевых стекол // Физ. и хим. стекла. 1982. Т. 8. № 1. с. 88-92.
5. Блинкова Г.Б., Вахидов Ш.А., Нурутдинов И., Хайдарова Х.А., Машарипов К.Ю. Локальное изменение структуры кварцевого стекла при облучении и высокотемпературной обработке. // Физ. и хим. стекла. 1999. Т. 25. № 6. с. 660-663.
6. Нурутдинов И., Машарипов К.Ю., Дониев М.О. Радиационное дефектообразование в кварцевых стеклах при высоких температурах облучения. // Физ. и хим. стекла. 2003. Т. 29. № 1. с. 11-16.
7. Блинкова Г.Б., Вахидов Ш.А., Исламов А.Х., Нурутдинов И., Хайдарова Х.А. Подпороговое дефектообразование в кварцевых стеклах при облучении ионизирующим излучением. // Физ. и хим. стекла. 1988. Т. 14. № 4. с. 494-500.
8. Сидоров Т.А., Тюлькин В.А. Электронные спектры поглощения и спектры ЭПР облученных силикатных стекол. // Теор. и экспер. хим. 1968. Т. 4. Вып. 1. с. 96-101.
9. Сидоров Т.А., Тюлькин В.А., Прудникова Н.А. КР, ЭПР, ИК и электронные спектры поглощения натриевоборосиликатных стекол. // Журн. прикл. спектр. 1968. Т. IX. Вып. 6. с. 992-996.
10. Lee S., Bray P.J. Phys. Chem. Glasses. 1962. Vol. 8. P. 37.
11. Блинкова Г.Б., Гасанов Э.М., Инамов Т.И., Хайдарова Х.А. О роли водорода в преобразовании центров окраски в оболочках импульсных источников света. // Препринт ИЯФ АН РУз. Ташкент. 1984. P-9-147. 9 с.

УДК 535.376:548.0

© Нурутдинов И.Н., Машарипов К.Ю., Дониев М.О. 2005 г.

ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРОВ ОКРАСКИ НА ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ НЕМОСТИКОВОГО АТОМА КИСЛОРОДА В КВАРЦЕВОМ СТЕКЛЕ

Нурутдинов И.Н., зав. лабораторией «Радиационной физики» ИЯФ АН РУз, докт. физ.-мат. наук, проф.; Машарипов К.Ю., ст. научный сотрудник лаборатории «Радиационной физики» ИЯФ АН РУз, канд. физ.-мат. наук; Дониев М.О., ст. преподаватель кафедры «Физика» НГГИ

В [1] показано, что в кварцевых трубках вакуумного наплава в дозной зависимости фотолюминесценции (ФЛ) полосы 665 нм, обусловленной немоستيковыми атомами кислорода (НАК), наблюдается увеличение интенсивности ФЛ до дозы 10^6 рад, а дальнейшее повышение дозы облучения до 10^9 рад приводит к уменьшению ее интенсивности. Так как появление свечения НАК связано с уходом щелочных металлов или водорода от $\equiv Si-O-Me$ состояний [2], где Me – щелочной металл или водород, то с увеличением дозы γ -облучения при определенной дозе интенсивность свечения центра НАК должна была выйти на насыщение, т.к. количество $\equiv Si-O-Me$ состояний в стекле ограничено. Наблюдаемое уменьшение интенсивности ФЛ в интервале дозы облучения $5 \times 10^6 - 10^9$ рад свидетельствует, что она обусловлена другими процессами, протекающими

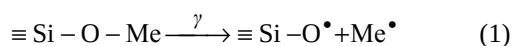
ми в стекле в процессе облучения. В настоящей работе сделана попытка выяснения причины этого явления.

Объектами исследования являлись кварцевые моноблоки, полученные из кварца месторождения Намовары электронаплавом в вакууме, а также трубки, вытянутые из той же стекломассы со скоростью 0,04 м/с. Образцы облучались при комнатной температуре γ -лучами в диапазоне доз $10^5 - 10^{11}$ рад на источнике Co^{60} ($E_{\gamma} = 1,25$ МэВ) бассейнового типа при мощности 1100 р/с. Отжиг образцов γ -облученных при комнатной температуре до дозы 10^7 рад проводился в интервале температур $100 - 650^\circ C$ с шагом $50^\circ C$, с выдержкой при каждой температуре, в течение трех часов. Спектры поглощения (СП) образцов снимались на спектрофотометре SPECORD M-40 в диапазоне 200-900 нм. Фотолюминесценция (ФЛ) и спектры возбуждения в области 200-800 нм регистрировались на

установке, собранной на базе лаборатории. Источником возбуждения люминесценции служили ксеноновая лампа, а также лазер ИЛГИ-503, излучаемый на длине волны 337 нм. Приемником излучения был фотоумножитель ФЭУ-100. Для записи спектров использовались монохроматоры МДР-12 и SPM-2. Все измерения проведены при комнатной температуре.

В спектре ФЛ γ -облученных при комнатной температуре трубок и моноблоков начиная с дозы 10^5 рад появляется полоса 665 нм, обусловленная немостиковыми атомами кислорода (НАК).

В дозной зависимости интенсивности ФЛ полосы 665 нм (рис. 1, кривые 1, 2) и в моноблоках, и в трубках, облученных при комнатной температуре, обнаружено увеличение интенсивности свечения с повышением дозы γ -облучения до 10^6 рад. Это увеличение связано с отрывом щелочного атома от комплексов $\equiv\text{Si-O-Me}$ [2], т.е.:



При дальнейшем повышении дозы облучения наблюдается уменьшение интенсивности этого свечения.

Следует отметить, что дальнейшее поведение интенсивности свечения НАК в моноблоках и трубках несколько отличается. В моноблоках интенсивность свечения при дозах облучения 10^7 рад практически исчезает (рис. 1, кривая 1). Оно вновь появляется при дозе 10^{10} рад и с повышением дозы облучения до 10^{11} рад его интенсивность увеличивается. В трубках, хотя интенсивность свечения уменьшается до дозы 10^9 рад, она не исчезает и начинает увеличиваться при дозах 10^{10} рад и выше (рис. 1, кривая 2).

Возможно, что уменьшение полосы ФЛ 665 нм связано с реабсорбцией излучения алюмодефорными центрами, имеющими широкую полосу поглощения с максимумом в 550 нм. Из дозовой зависимости плотности поглощения полосы 550 нм в моноблоках и трубках видно, что эта полоса с увеличением дозы облучения до 10^8 рад увеличивает свою интенсивность. При дозах больше 10^8 рад интенсивность ее уменьшается (рис. 2). Уменьшение интенсивности полосы поглощения 550 нм при этих дозах обусловлено вхождением в структуру стекла водорода из воздуха и преобразованием алюмодефорных центров [3, 4]. Уменьшение плотности окраски в образцах приводит к уменьшению реабсорбции люминесценции НАК. Однако, уменьшение плотности окраски не приводит к увеличению интенсивности ФЛ НАК. Это кажущееся противоречие снимается с учетом следующего обстоятельства. Вхождение водорода в структуру стекла может повлиять двояко [4, 5, 6]: с одной стороны водород присоединяясь к НАК образует $\equiv\text{Si-O-H}$ состояния, с другой стороны, связываясь с трехкоординированными атомами кремния создает $\equiv\text{Si-H}$ связи:

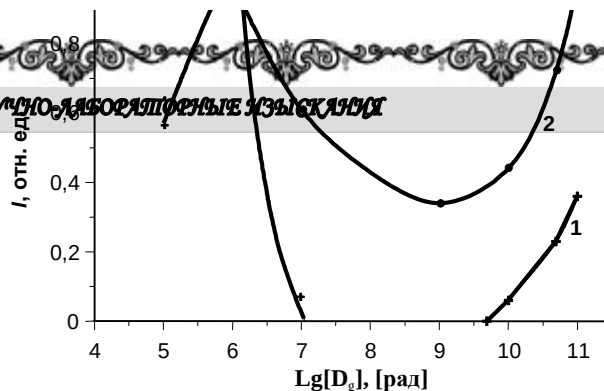
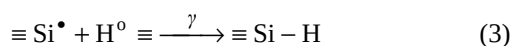
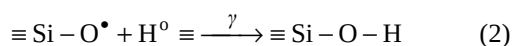


Рис. 1. Дозная зависимость интенсивности полосы ФЛ при максимуме 665 нм кварцевых стекол: 1- моноблок, 2- трубка

Радиационно-стимулированная диффузия водорода из воздуха в структуру стекла обнаружена по спектрам ЭПР и ИК-поглощения. В работах [3, 4] было показано, что в безводородных образцах кварцевого стекла облученных γ -лучами при $D_\gamma \geq 10^9$ рад появляется сигнал ЭПР от атомарного водорода. Одновременно с этим, в спектре ИК-поглощения этих образцов возникает полоса поглощения групп $\equiv\text{Si-O-H}$ и $\equiv\text{Si-H}$, количества которых увеличиваются с повышением дозы γ -облучения. Так как $\equiv\text{Si-O-H}$ – центры образуются при соединении водорода с $\equiv\text{Si-O}^\bullet$ центрами, оно приводит к уменьше-

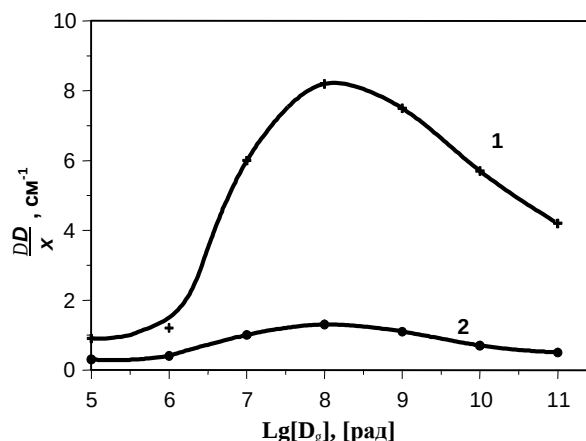


Рис. 2. Дозная зависимость интенсивности полосы поглощения при максимуме 550 нм кварцевых стекол: 1- моноблок, 2- трубка

нию концентрации НАК. Поэтому, в дозной зависимости НАК (рис. 1, кривая 1) в интервале дозы $10^8 \div 10^9$ рад интенсивность ФЛ продолжает уменьшаться. Так как при дозах 10^9 рад преобладает разрыв регулярной $\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$ связи и образования трехкоординированных атомов кремния и НАК [3]. За счет безызлучательного распада электронных возбуждений интенсивности ФЛ НАК заново увеличивается.

Отличие в дозной зависимости свечения НАК в кварцевых моноблоках и трубках, по-видимому, обусловлено отличием плотности окраски алюмодефорных центров в этих образцах. При дозе облучения 10^8 рад, где максимальна интенсивность поглощения этих центров, в трубках по сравнению с моноблоками плотность оптического поглощения в 6,3 раз меньше. Поэтому при дозе 10^7 рад в моноблоках окраска полностью реабсорбирует свечение НАК, а в трубках плотность по-

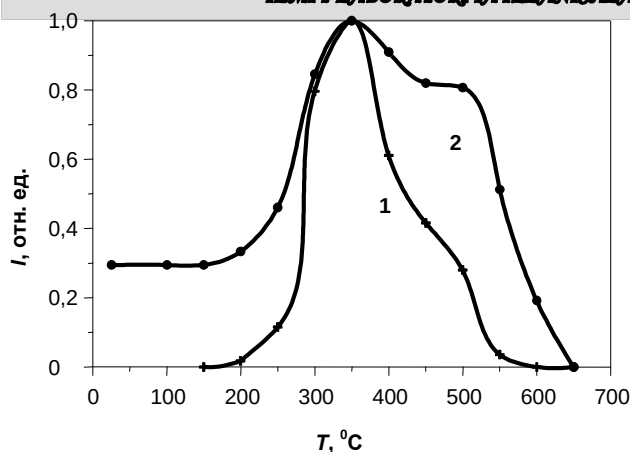
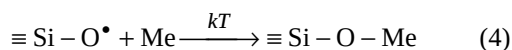


Рис. 3. Температурная зависимость интенсивности ФЛ НАК в кварцевых стеклах, γ -облученных при комнатной температуре дозой 10^7 рад: 1 - моноблок, 2 - трубка

глощения даже при дозе 10^8 рад не достаточна для полной реабсорбции излучения.

В спектре ФЛ кварцевых моноблоков γ -облученных при комнатной температуре дозой 10^7 рад, а также отожженных в температурном интервале 20-200 °C полоса 665 нм не наблюдается (рис. 3, кривая 1), а в случае обработки трубок при температуре 20 °C эта полоса имеется и ее интенсивность остается постоянной до температуры 200 °C (рис. 3, кривая 2). Из рис. 4 (кривая 1, 2) видно, что и в трубках, и в моноблоках в температурном интервале 20-200 °C плотность оптического поглощения полосы 550 нм также остается постоянной. Сопоставление спектров поглощения γ -облученных при комнатной температуре дозой 10^7 рад образцов показало, что в моноблоках плотность оптического поглощения в 5,1 раз больше, чем в трубках. Поэтому, в моноблоках, из-за сильной окраски, не наблюдается свечение в области 665 нм. Плотность оптического поглощения полосы 550 нм начиная с 200 °C резко падает и полностью отжигается при температуре 350 °C, при этом, интенсивность полосы ФЛ 665 нм в кварцевых трубках, наоборот, повышается, а в моноблоках это свечение появляется. Этот результат дополнительно подтверждает высказанное нами предположение о том, что поглощение полосы 550 нм сильно влияет на выход свечения в области 665 нм. Дальнейшее повышение температуры отжига приводит к уменьшению интенсивности полосы ФЛ 665 нм на двух этапах. На первом этапе (350-500 °C) щелочные металлы становятся подвижными и восстанавливают ранее оборванную связь с НАК, т.е.



Так как НАК образуются не только при удалении щелочных металлов от $\equiv \text{Si} - \text{O} - \text{Me}$ состояний, но и при захвате дырок $\equiv \text{Si} - \text{O}^\bullet$ -состояний, в этом температурном интервале отжигаются не все НАК. Поэтому, на втором этапе (в интервале температуры 500-650 °C) сами НАК становятся подвижными и в результате многократного переключения связей рекомбинируют с трехкоординированными атомами кремния и вакансиями кислорода, восстанавливая регулярную сетку. В результате, в ука-

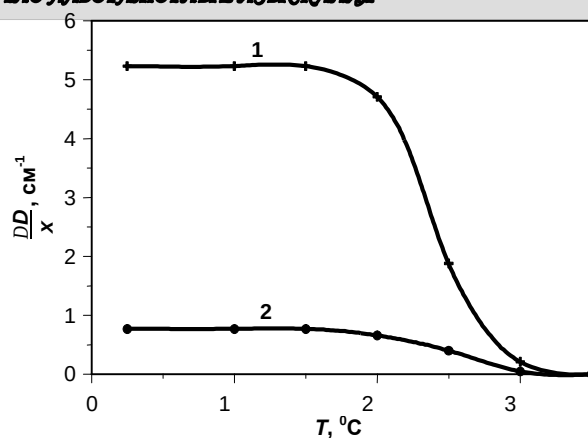
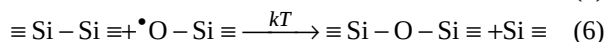
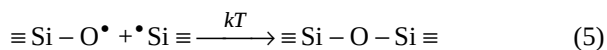


Рис. 4. Изменение интенсивности полосы поглощения 550 нм в кварцевых стеклах от температуры отжига: 1 - моноблок, 2 - трубка

занном температурном интервале, происходит уменьшение интенсивностей полосы поглощения 215 нм, а также полос ФЛ 465 нм и 280 нм:



Выводы:

В γ -облученных кварцевых стеклах, полученных методом электровакуумного наплава, уменьшение ФЛ НАК обусловлено реабсорбцией ФЛ на полосе поглощения 550 нм связанной алюмодырочными центрами.

Список литературы:

- Амосов А.В., Блинкова Г.Б., Вахидов Ш.А., Дониёв М.О., Исламов А.Х., Нурутдинов И., Хайдарова Х.А. Влияние температуры облучения и окружающей среды на эффективность радиационного дефектообразования в кварцевых стеклах. // Препринт ИЯФ АН РУз. Ташкент. 1992. Р-9-566. 16 с.
- Силинь А.Р., Скуя Л.Н., Шендрик А.В. Радиационные собственные дефекты в стеклообразном кремнеземе: Немостиковый кислород. // Физ. и хим. стекла. 1978, Т. 4, № 4, с. 405-410.
- Блинкова Г.Б., Гасанов Э.М., Инамов Т.И., Хайдарова Х.А. О роли водорода в преобразовании центров окраски в оболочках импульсных источников света. // Препринт ИЯФ АН РУз. Ташкент. 1984. Р-9-147. 9 с.
- Блинкова Г.Б., Вахидов Ш.А., Исламов А.Х., Нурутдинов И., Хайдарова Х.А. Подпороговое дефектообразование в кварцевых стеклах при воздействии ионизирующим излучением. // Физ. и хим. стекла. 1988, Т. 14, № 4, с. 494-500.
- Блинкова Г.Б., Гасанов Э.М., Инамов Т.И., Хайдарова Х.А. О роли водорода в преобразовании центров окраски в оболочках импульсных источников света. // Препринт ИЯФ АН УССР. Ташкент. 1984. Р-9-147. 9 с.
- Билан О.Н., Черенда Н.Г., Юдин Д.М. Стабилизация радиационных центров на немостиковых атомах кислорода стеклообразной двуокиси кремния. // ЖПС. 1986, Т. 45, № 6, с. 995-998.

ВЫСОКОВОЛЬТНОЕ И НИЗКОВОЛЬТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ И УСТРОЙСТВА УЗБЕКСКО-РОССИЙСКОГО СОВМЕСТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «NVA»

Шакиров Р.М., генеральный директор СП «NVA»

УЗБЕКСКО-РОССИЙСКОЕ СОВМЕСТНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «NVA» (Низковольтная аппаратура) создано на базе завода «Электромонтажных изделий» («ЭМИ») ОАО «Узэлектромонтаж» Ассоциации «Узмонотажспецстрой» в 1999 г. в городе Ташкенте.

Узбекско-Российское СП «NVA» является одним из ведущих предприятий в Республике Узбекистан, производящих электротехническую продукцию и электромонтажные изделия в широком ассортименте, на которые имеется спрос в промышленном и гражданском строительстве, нефтегазовой добывающей и перерабатывающей, химической и металлургической промышленности, коммунальных хозяйствах, агропромышленном и топливно-энергетическом комплексах и других отраслях народного хозяйства (4 стр. обл.).

Продолжая традиции трудового коллектива завода «ЭМИ» и с непосредственной поддержкой учредителей России в последние годы СП «NVA» своей основной задачей развития считает выпуск импортозамещающей конкурентоспособной продукции, соответствующей современным технологическим требованиям.

СП «NVA» располагает своей производственной базой - цехами и участками, оснащенными оборудованием по заготовке металлоконструкций, механической обработке, сборке, покраске, испытаниям электротехнической продукции и электромонтажных изделий.

Наличие квалифицированных специалистов позволяет разрабатывать, осваивать и производить различные электротехнические устройства и изделия - от простейших электромонтажных профилей до сложных высоковольтных ячеек и трансформаторных подстанций, изготовление которых диктуется потребностью развития промышленных и социальных структур Республики.

Все изделия СП «NVA» сертифицированы! В целях гарантии качества выпускаемой продукции создана и аттестована в Агенстве «Узстандарт» электротехническая лаборатория, которая позволяет производить 100 % входной и выходной контроль комплектующих и готовой продукции.

Для расширения рынка сбыта и увеличения объема пакета заказов на предприятии организован отдел маркетинга, который активно работает над поставленными задачами, изучая рынок спроса и предложения, ведется работа по увеличению поставок комплектующих, производимых предприятиями Российской Федерации.

Опыт работы специалистов, рабочего персонала и технологические возможности СП «NVA» позволяют

изготавливать и поставлять заказчикам следующие виды и типы продукции:

I. КОМПЛЕКТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ:

- столбовые подстанции типа КТПс 25 - 250 кВА/10-6/0,4кВ, предназначенные для питания небольших объектов;

- передвижные подстанции «киоскового» типа тупикового и проходного исполнения наружной установки - ПКТПм-П(Т) 100-630 кВА/ 10-6/0,4 кВ У1;

- городские подстанции наружной и внутренней установки типа ГКТПм (2ГКТПм) 160-630 кВА/10-6/0,4 кВ для энергоснабжения жилых массивов, объектов народного хозяйства, небольших промышленных предприятий;

- железнодорожные подстанции типа КжТП мощностью от 25кВА до 630 кВА, напряжением 27,5/0,4кВ;

- подстанции внутренней установки типа КТПм (2КТПм) мощностью 250-2500 кВА/10-6/0,4 кВ для питания электроэнергией производственных мощностей промышленных предприятий;

- высоковольтные ячейки типа КСО-272, КСО-285, КСО-366, КСО-386 для распределения электроэнергии 6-10 кВ;

- подстанции типа К-42 мощностью 160-630 кВА 6-10/0,4 кВ и типа ГКТПм-П (2ГКТПм-П) мощностью 160-1000 кВ для установки в кирпичных и железобетонных помещениях.

Все комплектные трансформаторные подстанции по желанию заказчиков комплектуются силовыми масляными или сухими трансформаторами производства Чирчикского трансформаторного завода, Бакинского трансформаторного завода или Алтайского трансформаторного завода «Алтранс».

II. НИЗКОВОЛЬТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И УСТРОЙСТВА:

- щитки освещения и учета ОПВ-6, ОПВ-6М, ОЩВ12, ЯОУ8500, ЩЭ3000, ЩК1100, ЩК1200 и другие;

- ящики управления и силовые Я5000, ЯОУ9600, ЯТП-0,25, ЯРВ, ЯВЗ, ЯВШ, ЯБПВУ;

- шкафы силовые ШРС, ШР11; клеммные коробки У614, У615; панели вводные и распределительные ЩО70, ЩО94; вводно-распределительные устройства ВРУ; щитки и шкафы АВР; шкафы управления освещением ИПНО; светильники с лампами накаливания и люминесцентными лампами.

III ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ:

- профиля K225, K240, K241, K101, K106, K108; лотки НЛ, К-420; коробки КЛ1, У1105, У1179, У1198, У994, У995, У996; стойки К1150; полки К1160; ящики протяжные К654-К659; скобы К142-К145, К1157 и многое другое.

СП «NVA» изготавливает по заявкам заказчиков нестандартное низковольтное оборудование для объектов промышленности, гражданского строительства и индивидуальных заказчиков.

Осуществляются поставки высоковольтного и низковольтного оборудования на объекты строительства лицеев и колледжей, для специальных учебных заведений и объектов здравоохранения Республики Узбекистан.

За последние три года СП «NVA» на внутренний рынок было поставлено электротехнической и низковольтной продукции на сумму 1779,5 млн сум., на экспорт отправлено продукции на сумму 136 тыс. дол. США.

На внутренний рынок поставка продукции осуществлялась на предприятия индустрии, отраслевые социальные и хозяйственные объекты Республики: Ферганский АО «Азот», Бухарский НПЗ, НГПО «Восток», здание «Сенат» в г. Ташкенте, «Фарм Гласс», Министерство обороны, колледжи, лицеи, объекты городского хозяйства г. Ташкента и других городов Республики Узбекистан.

На внешний рынок продукция поставлялась: на объект «Посольство России» в г. Душанбе, на объекты в г. Астана, в Россию на Рязанский НПЗ, в г. Орел, Кот-

ласский ЦБК, в Монголию для компании «Эрденет» и на другие объекты стран Центральной Азии и СНГ.

СП «NVA» регулярно принимает участие в конкурсных торгах и тендерах на поставку продукции.

У коллектива СП «NVA» основополагающими направлениями деятельности являются выпуск импортозамещающей продукции высокого качества и выпуск продукции, ориентированной на экспорт. Это побуждает коллектив к совершенствованию системы внутренней организации управления производством, техническому переоснащению, применению новых разработок в сфере производства.

Заказчики у специалистов СП «NVA» всегда могут получить консультации по номенклатуре выпускаемой продукции и ее техническим характеристикам, обсудить различные вопросы, касающиеся размещенных заказов.

СП «NVA» в работе с заказчиками стремится к поставке продукции и исполнению своих договорных обязательств качественно и в кратчайшие сроки.

Приглашаем всех заинтересованных лиц и организации к взаимовыгодному сотрудничеству.

Подробные сведения о выпускаемой продукции можно получить на **сайте в Интернете**

www.spnva.narod.ru,

по адресу: **700073, г. Ташкент, ул. Джаркурганская, 76.**

Контактные телефоны: **приемная - (3712) 90-99-78;**

отдел маркетинга - 92-06-93;

технический отдел - 90-96-87.

Факс - 90-96-96; 92-06-93.

E-mail: nva@tkt.uz

УДК 622.271.002

© Курбонов А.А., Мухаммедов Ш. 2005 г.

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И МАШИНОЙ СИСТЕМЫ

Курбонов А.А., доцент кафедры «Электроэнергетика» НГГИ, канд. техн. наук; **Мухаммедов Ш.**, ст. преподаватель кафедры «Горная электромеханика» НГГИ

Современные системы автоматизированного проектирования горных машин и приборов базируются как на самом широком учете технологических особенностей производственных процессов, так и на учете динамики взаимодействия сырья с рабочими инструментами машины. При этом, особое место занимает учет колебания машины и оборудования (вибрационные молоты, уплотнители, трамбовочные машины и множество других машин вибрационного действия - горнокомбайны, вибростроги, виброклины, вибробуры и отбойные молотки, виброфильтры, сушилки, охладители, смесители, дробилки, мельницы и т.д.), в результате которого происходит преждевременный выход из строя деталей машин или простого оборудования.

В качестве примера рассмотрим имитированные свободные гармонические колебания, условно принятые отдельные части машины, которые в совокупности могут составлять машинную систему. Допустим, задана система с одной степенью свободы, состоящая из массы и пружины, связанной с неподвижной опорой. Так как все горные машины снабжены пружиной той или иной формы, то подобное допущение считаем приемлемым.

В тех случаях, когда масса пружины мала по сравнению с массой груза, эта система является системой с одной степенью свободы и совершает гармонические колебания (рис. 1). По рис. 1:

k - жесткость пружины. Это сила, необходимая для деформирования пружины на величину, равную едини-

це длины $[H \cdot M^{-1}]$, $[kГс^{-1}]$, m – масса колеблющегося тела, $m = \frac{p}{g}$;

O_1' – точка, соответствующая положению конца недеформированной пружины;

O – положение конца пружины при статическом нагружении грузом P ;

X – деформация пружины, отсчитываемая от положения статического равновесия системы;

P – вес груза, прикрепленного к концу пружины;

d_{cm} – статическая деформация пружины или деформация пружины при статическом приложении груза p_{cm} , $d_{cm} = \frac{P}{k}$.

Перейдем к составлению дифференциального уравнения движения массы m . Пользуясь вторым основным законом динамики, напомним:

$$m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} = P - (P + kx) \quad (1)$$

$$m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} + kx = 0; \frac{d^2 x}{dt^2} + p^2 x = 0; p = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (2)$$

$$\text{Т.к. } m = \frac{P}{g} \text{ и } d_{cm} = \frac{P}{k}, \text{ то имеем } p = \sqrt{\frac{g}{d_{cm}}}.$$

Если рассматривается колебание системы с одной степенью свободы (рис. 2.), которая движется в горизонтальной плоскости (« O » – положение конца недеформированной пружины):

$$m\ddot{x} = \sum \bar{F}_k \quad (3)$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + p^2 x = 0 \quad (4)$$

$$x = c_1 \cos pt + c_2 \sin pt \quad (5)$$

С учетом вышеизложенного определим период колебаний массы m (по схеме)

$$\begin{aligned} p(t+T) - pt &= 2p \\ pT &= 2p; T = \frac{2p}{p} \end{aligned} \quad (6)$$

где T – период колебаний, $[с]$;

p – круговая частота колебаний, $[с^{-1}]$.

$$\text{Обозначим } T = \frac{1}{f}; \frac{1}{f} = \frac{2p}{p}; f = \frac{p}{2p} \text{ [Гц].}$$

Пусть, например, в начальный момент движения массы m при $t = 0$ деформация пружины x равна x_0 , а начальная скорость – $\dot{x}_0$. $x|_{t=0} = x_0$; $\frac{dx}{dt}|_{t=0} = \dot{x}_0$. Из начального условия задачи продифференцируем (5) по

времени и получим $c_1 = x_0$ и $c_2 = \frac{\dot{x}_0}{p}$, где

$$x = x_0 \cos pt + \frac{\dot{x}_0}{p} \sin pt$$

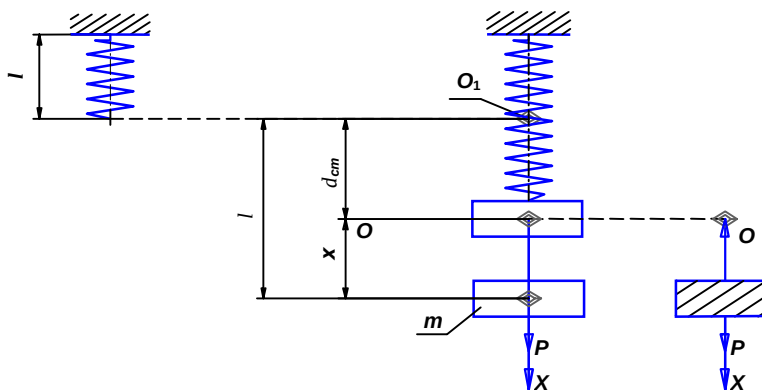


Рис. 1. Масса и пружина, связанная с неподвижной опорой

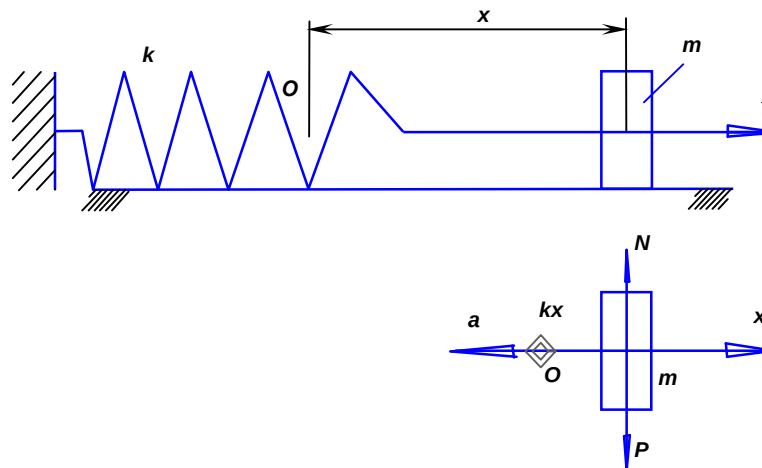


Рис. 2. Колебание тела, движущегося в горизонтальной плоскости

Свободные колебания, возникающие в одно- или многомассовых системах с течением времени затухают. Указанные явления объясняются наличием сил трения различного вида, упругими несовершенствами материала и другими видами рассеивания энергии. Силы рассеивания энергии, в общем случае изменяются самым произвольным образом. Такие силы могут быть пропорциональны квадрату или кубу скорости. Часто рассматривается условие, при котором силы сопротивления среды могут быть представлены в виде функций, прямо пропорциональных скорости.

Приведенный теоретический анализ показывает, что возможные моменты примерного поведения работающей под нагрузкой отдельно взятой рабочей детали машины, могут являться началом отсчета для исследования свободного колебания деталей машинной системы. Авторы в результате предложенного теоретического анализа свободного колебания пришли к следующим выводам:

1. Условно взятая из состава машины любая отдельная система имеет частоту собственного колебания, где последняя может отрицательно влиять на долговечность и работоспособность оборудования.

2. Для предотвращения резонанса или аварии необходимо соблюдать соответствие частоты собственного колебания деталей и звеньев с колебанием корпуса машины, грунта и обрабатываемого сырья.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЁРДОСТИ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Мирзаев М.Ш., ассистент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ; Муродова Д.Д., ассистент НГГИ

Для создания и развития техники и технологии многих отраслей народного хозяйства, особенно в нынешних условиях, важнейшую роль играют квалиметрические характеристики, изготавливаемых деталей узлов механизмов и машин. Эксплуатационные характеристики последних определяют их потребительские свойства и надёжность.

Поверхностную твёрдость можно измерить непосредственно на твердомере. Для оценки глубины наклепа и распределения твёрдости вырезаем образцы из обработанной заготовки. Впоследствии из этих образцов готовим металлографические шлифы по методу «косого среза». Необходимо исключить возможность внесения дополнительных деформаций в процессе изготовления этих шлифов. Методика подготовки таких шлифов подробно описана в работе [1]. Измерение твёрдости производилось на твердомере ТШ-2 по методу Виккерса, где наконечником служит твёрдосплавный конус. Микротвёрдость измерялась на приборе ПМТ-3 по методу Хрущёва и Бабичева, при нагрузке 100 г алмазная пирамида с углом при вершине 136° вдавливалась в исследуемую поверхность, затем на микроскопе измеряется диагональ отпечатки и по таблице, заданной в паспорте прибора, определяется величина микротвёрдости. Измерение твердости в процессе обработки этим методом производится без образования нароста, чего нельзя сказать об известном методе измерения твердости царапанием. Также устанавливаются закономерности формирования квалиметрических характеристик качества поверхностного слоя и выработка оптимальных вариантов выбора режима резания [2].

Эксперименты проводились на установке для моделирования процессов резания, смонтированной на токарно-винторезном станке модели 1К62, оснащённом приводом от двигателя постоянного тока, позволяющим плавно регулировать частоту вращения шпинделя. Напряжением обмотки возбуждения двигателя постоянного тока можно регулировать ток на основной обмотке, с целью плавного изменения частоты вращения шпинделя. Величину скорости вращения изменяли для исследуемых материалов одинаково. Измерение проводили с помощью универсального скоростомера СК-1.

В качестве исследуемых материалов служили:

1) *коррозионностойкая сталь 12Х18НЮТ* (ГОСТ 5632-72) со следующими свойствами:

- механическими: $\sigma_T=24$ кгс/мм²; $\sigma_B=54$ кгс/мм²; $\delta=38\%$;
- технологическими: обрабатываемость – низкая; свариваемость – высокая; пластичность при холодной обработке – удовлетворительная;

2) *конструкционная сталь 45* (ГОСТ 1050-88) имеющая следующие свойства:

- механические: $\sigma_T=36$ кгс/мм²; $\sigma_B=61$ кгс/мм²; $\delta_5=16$ кгс/мм²; $a_4=5$ кгс/см²;

- физические в отожженном состоянии: HB 197; $\gamma=7,814$ г/см³; $\lambda=0,162$ кал/(см с °C); $\alpha=10^0=11,649$ 1/°C;

- технологические свойства: обрабатываемость – высокая; свариваемость – удовлетворительная; интервал температурковки – 800...1250 °C, пластичность при холодной обработке – удовлетворительная.

3) *серый литейный чугун СЧ 18-36* (ГОСТ 1412-85) с $\sigma_B=36$ кгс/мм² и HB 170-229.

Для всех исследуемых материалов производились следующие изменения скорости деформации:

$V_1=20$ мин/м=0,33 м/с	$V_2=25$ мин/м=0,41 м/с
$V_3=28$ мин/м=0,46 м/с	$V_4=33$ мин/м=0,35 м/с
$V_5=42$ мин/м=0,7 м/с	$V_6=50$ мин/м=0,83 м/с
$V_7=60$ мин/м=1,0 м/с	$V_8=70$ мин/м=1,16 м/с

Эксперименты проводились в следующем порядке:

1. Определялось значение температур поверхности при резании на заданных скоростях $V_1, V_2, \dots, V_8$.

2. Измерялась ширина следа индентора в зависимости от скорости деформации ϵ без резания.

3. То же самое в момент резания.

4. Измерялась ширина следа индикатора в зависимости от скорости деформации ϵ за пол оборота обрабатываемого материала.

5. Измерялась ширина следа индикатора в зависимости от скорости деформации ϵ при постоянной температуре 120 °C; 620 °C; 820 °C без резания.

6. То же в момент резания.

Пункты 5 и 6 для конструкционной *стали 45* и *серого чугуна СЧ 18-36* не выполнялись. Постоянство нормальной нагрузки обеспечивалось с помощью рычажной системы, придающей усилие напряжения на вал гидростатического подшипника, что позволило свести к минимуму влияние сил трения на опоры, отрицательно влияющих на точность.

Выводы:

Нормальная нагрузка была подобрана таким образом, чтобы обеспечить нормальное давление. Рычажная система позволяет обеспечить проведение эксперимента в диапазоне давления равном 0...196 кг/мм². При проведении эксперимента по определению твердости без резания, индентор был установлен непосредственно на предварительно проточенную поверхность образца ($V=0,66$ м/с; $\rho=0,07$ мм/об), а при выполнении экспериментов по определению твердости в момент резания, резец с помощью каретки выставлялся в положение «под индентор», т.е. под поверхность, находящуюся в контакте индентора с образцом. Такое положение индентора относительно лезвия резца дает максимальную приближенность к реальному процессу.

Список литературы:

1. Бобров В.Ф. Влияние угла наклона главной режущей кромки инструмента на процесс резания металлов. М.: 1962. 132 с.
2. Грановский Г.И. Кинематика резания. М.: Высшая школа, 1946. 173 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЛЕКТИВНОСТИ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКИХ МИНИАТЮРНЫХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ РУДНИКОВ И ШАХТ

Серикбаев Б.А., ведущий научный сотрудник Института органического катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского (Казахстан); **Дружинин Ю.А.**, главный метролог НГМК; **Кочетов А.В.**, начальник ЦЛКУТ и ООС Центрального рудоуправления НГМК; **Абдурахманов Э.А.**, доцент СамГУ; **Гайсин А.М.**, главный инженер «Нодир ЛТД»; **Абдурахманов Б.М.**, ассистент кафедры неорганической химии СамГУ; **Сахибов Ш.Д.**, директор – главный конструктор НПЛ и КБП «Нодир ЛТД»

На страницах журнала «Горный вестник Узбекистана» № 1 2002 г. читатель мог ознакомиться с новыми газоанализаторами индивидуального пользования для рудников и шахт, определяющих содержание следующих газов: аммиака, метана, водорода, окиси углерода и суммы углеводородов. В основе работы этих газоанализаторов положен термокatalитический метод измерения газов [1, 2].

Портативными и автономными приборами, изготовленными НПЛ и КБП «Нодир ЛТД» в Узбекистане и в России, укомплектована передвижная газоаналитическая лаборатория, обслуживающая карьер Мурунтау, предназначенная для выполнения оперативных и контрольных измерений на исходящей струе карьера, в доступных местах выработанного пространства и на рабочих местах карьера [3].

Задачу оптимального проектирования и конструирования газоаналитических средств измерения следует отнести к многокритериальным задачам оптимизации. При выборе критериев оптимальности, еще на стадии проектирования, лицу, принимающему решение, приходится выбирать необходимое из ряда альтернатив, таких как: при минимизации размеров конструкции и массы, иметь максимальный срок службы средства измерения, обеспечивающее все возрастающие требования международных стандартов к большому числу метрологических характеристик, с одновременным удовлетворением жестких требований, предъявляемых к условиям эксплуатации. Газоаналитические средства измерения должны обеспечивать полную безопасность в работе и, в то же время, должны быть достаточно удобными для их практического применения в шахтах и на рудниках, обладать достаточно низкими ценами. [4]

Из множества решенных и решаемых при конструировании задач мы попытаемся в этой статье обозначить и осветить более подробно сущность используемых оригинальных способов обеспечения селективности в применяемых термокatalитических сенсорах и датчиках. Ибо, показатель селективности является одним из важнейших метрологических характеристик газоаналитических средств измерения.

Под селективностью газоанализатора подразумевается способность средства измерения избирательно из состава сложной газовой смеси выделять и определять искомый компонент с максимальной минимизацией влияния на конечный результат измерения других, не

измеряемых компонентов, входящих в состав этой же газовой смеси.

Иными словами, влияние не измеряемых компонентов газовой смеси на результат измерения искомого компонента по своей величине должно быть меньше установленной максимальной абсолютной погрешности прибора. Средство измерения, удовлетворяющее это требование, считается селективным.

Строго говоря, абсолютно селективных приборов не бывает. В каждом выбранном методе измерения, обязательно, имеет место существование некоторого количества влияния не измеряемых компонентов на результат измерения. Конструкторы различными способами минимизируют это влияние до требуемых допустимых размеров. Применяемые способы, методы и ухищрения для обеспечения селективности, серьезно загромождают и усложняют конструкцию прибора. Порой узлы, предназначенные для обеспечения селективности, занимают более половины конструкции и объема средства измерения, а испытание на селективность отнимают времени вдвое больше, чем требуется для метрологии. Создание газоаналитических средств измерения является наукоёмким и очень дорогостоящим процессом, в котором особое «отягчающее» место занимает его фундаментальное и прикладное метрологическое обеспечение. О них речь будет в последующих номерах.

В научной литературе и практике традиционно считалось, что широко используемые термохимические датчики не обеспечивают селективность в присутствии горючих газов. Поэтому, они применялись в основном для индикации и сигнализации наличия горючих газов, например СТХ-1, СТХ-10, ТС-92 ВМ и т.д. А полупроводниковые газовые сенсоры на основе оксида металлов используются в газоанализаторах от самых простых детекторов, до самых сложных интеллектуальных систем распознавания газов типа «электронный нос». Однако, и они не селективны и практически не позволяют распознать газовый состав даже воздушных бинарных смесей, например CO и H₂, CO и NH₃, NO и O₂ и др., если о присутствии компонента заранее неизвестно [5].

Проблема перевода термохимических датчиков от функции детектирования и индикации на функцию измерения с соблюдением селективности является актуальной многие десятилетия в аналитическом приборостроении. Проблема состоит из десятков сложнейших подпроблем, взаимосвязанных между собой.

В рамках концепции создания Центрально-азиатского общего рынка в области науки и информационных технологий ученые Самаркандского государственного университета совместно с учеными Института органического

катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского (г. Алматы) приступили к поиску, разработке, созданию и исследованию высокоэффективных и селективных катализаторов. Первым результатом этих научных поисков явилась докторская диссертация Э. Абдурахманова на тему: «Разработка термokatалитических методов для создания высокоселективных анализаторов токсичных и взрывоопасных газов».

Конструкция термokatалитического сенсора (ТКС) представляет собой пару чувствительных элементов ($R_{из}$ и $R_{кэ}$) и пару резисторов (R_1 и R_2), включенных в неуравновешенную мостовую схему (рис., а). Чувствительные элементы (ЧЭ) в зависимости от назначения подразделяют на измерительный ($R_{из}$) и компенсационный ($R_{кэ}$). Общим в конструкции обоих видов чувствительных элементов является спираль из платинового микропровода в стеклоизоляции, на которую нанесен слой оксида алюминия в форме шарика. В чувствительном измерительном элементе на поверхность шарика наносят каталитическое покрытие. Оба чувствительных элемента сенсоров находятся в реакционной камере 1 (рис., б).

Автором разработана технология приготовления катализаторов, обеспечивающая селективность для разных ингредиентов, а также технология изготовления самих ТКС, в которых применяются эти катализаторы.

Схема ТКС представляет собой (рис.) схему неуравновешенного моста, с включенным сопротивлением $R_{из}$ измерительного элемента, состоящего из четырех плеч – сопротивления измерительного элемента (ИЭ) $R_{из}$, между точками «а» и «б», сопротивления компенсационного элемента (КЭ) $R_{кэ}$, между точками «б» и «с» и двух постоянных сопротивлений R_1 и R_2 . Стабилизированный источник напряжения $U_{ист}$ включен в диагональ «bd», а с диагонали моста «ac» снимается напряжение (сигнал пропорциональный концентрации определяемому компоненту) и подается на вход электронного усилителя и, далее, на отсчетное устройство вторичного прибора [6].

Физическая химия работы термokatалитического сенсора основана на измерении концентрации определяемого компонента из газовой смеси по количеству тепла, выделяющегося при химической реакции каталитического окисления.

Одним из возможных приемов обеспечения селективности термokatалитического сенсора горючих газов является использование термочувствительных ($R_{из}$ и $R_{кэ}$) элементов, содержащих катализаторы, обладающие различной активностью к компонентам газовой смеси.

В результате проведенных совместных исследований ученых СамГУ и ИОКЭ установлена возможность применения смеси оксидов определенных металлов в

качестве катализаторов чувствительных элементов селективных ТКС горючих веществ.

Например, работа сенсора, обеспечивающая селективность определения СО в присутствии H_2 , заключается в следующем: анализируемая газовая смесь подается на чувствительные элементы сенсора, при попадании анализируемого газа на катализатор ИЭ происходит полное окисление смеси оксида углерода и водорода.

В результате, выходной сигнал ИЭ пропорционален суммарной концентрации оксида углерода и водорода, а выходной сигнал КЭ пропорционален концентрации водорода. Разность сигнала измерительного и компенсационного элементов пропорциональна точной концентрации оксида углерода.

Принцип действия ТКС в общем случае и способ обеспечения селективности заключается в следующем. Анализируемая газовая смесь диффузионно, либо принудительно, попадая в реакционную камеру 1 (рис.), входит в механическое соприкосновение с поверхностью катализаторов 2, предварительно согретых электрическим током до температуры окисления искомого компонента. Катализаторы, в виде слоеного пирога, облегают платиновые спирали 3 и обладают не адекватной степенью активности [7].

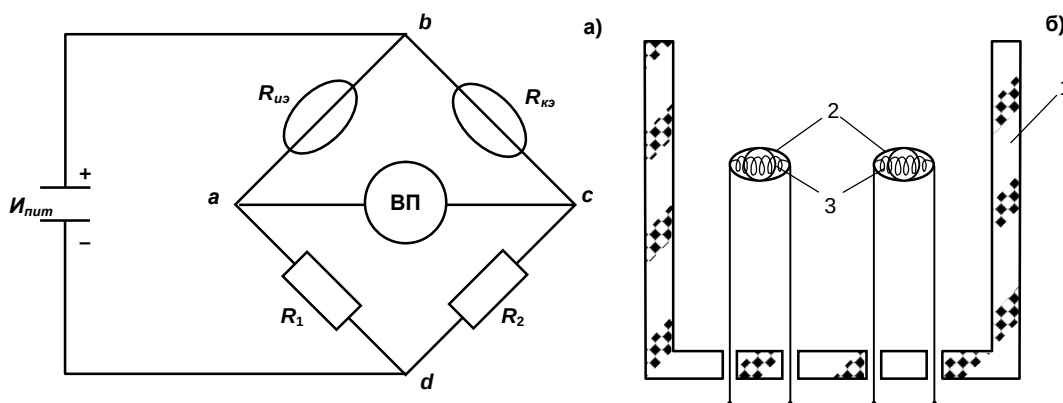


Рис. Конструкция термokatалитического сенсора:

а) мостовая схема; б) 1 - реакционная камера; 2 - катализаторы; 3 - платиновые спирали

Катализатор, облегающий ИЭ, обладает особой активностью к искомому компоненту. При попадании на ИЭ искомого компонента происходит каталитическое беспламенное его окисление, вследствие чего повышается температура пирога. Сопротивление $R_{из}$, заключенного внутри пирога, также повышается пропорционально повышению его температуры, а, значит, и пропорционально концентрации измеряемого компонента.

Катализатор, облегающий КЭ, обладает инертной активностью по отношению к измеряемому искомому компоненту.

Перед измерением при отсутствии искомого компонента мост находится в уравновешенном состоянии, выходной ток равен нулю.

При появлении на ТКС искомого компонента, мост выходит из состояния равновесия вследствие изменения сопротивления $R_{из}$ и в диагонали моста появляется ток, по величине пропорциональный измеряемой концентрации искомого компонента из газовой смеси.

Таким образом, в ТКС осуществляется одновременно избирательное разделение определяемого компонен-

та из смеси газов и проводится измерение его содержания. На этом принципе была разработана и изготовлена первая модификация термокаталитического сенсора – ТКС-1. Проведено его исследование.

Проведенные исследования химических свойств катализаторов на их способность обеспечения селективности в ТКС-1 дали вполне удовлетворительные результаты – в пределах установленной погрешности измерения прибора.

Известно, что каждый из газов обладает присущими только ему не только химическими, но и определенными физическими свойствами. Такими, как: молекулярный вес, плотность, вязкость, удельные электропроводимость и теплопроводность, температура воспламенения и так далее.

Определяя физические параметры искомого газа из смеси газов, так же возможно, в определенном смысле, осуществить селективность. В качестве основного физического параметра для обеспечения селективности нами выбрана температура воспламенения горючих газов. В табл. 1 даны температуры воспламенения горючих газов.

Таблица 1	
Температуры воспламенения горючих газов	
Формула воспламенения	Температура в °C
H ₂	580-590
CO	644-658
CH ₄	656-750
C ₂ H ₆	542-547
C ₂ H ₂	406-440

Устанавливая на ИЭ ТКС температуру, соответствующей температуре воспламенения искомого газа, проводится полное дожигание искомого компонента из состава горючих газов.

С целью дальнейшего повышения селективности ТКС-1 исследователи СамГУ совместно с лабораторией Уз-Каз СП «Нодир ЛТД» модернизировали конструкцию ТКС-1.

В стаканчик вместо двух шариков установили четыре шарика, электрическая схема включения была так же изменена, вместо одной мостовой схемы были использованы две мостовые схемы неуравновешенного моста, включенные между собой последовательно.

Таким образом, ТКС-1 был видоизменен в ТКС-2.

Принцип селективного определения искомого газа в газовой смеси с использованием ТКС-2, также, будет выглядеть несколько иначе.

С двух неуравновешенных мостов, заранее сбалансированных по температуре, давлению, влажности и других влияющих, но не измеряемых факторов, снимаются два сигнала.

Предположим, имеется газовая смесь следующего состава:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \quad (1)$$

где $X_1, \dots, X_4$ – объемные доли горючих газов;
 $Y_1, \dots, Y_4$ – объемные доли негорючих газов

Задача: необходимо найти из этой газовой смеси (1) объемную долю газа, скажем X_4 . Задача может быть

поставлена и иначе. Смесь газов (1), поступая в реакционную камеру, омывает все ЧЭ ТКС-2. Влияния негорючих газов $Y_1, \dots, Y_4$ на ТКС-2 заведомо, исключаются, что обусловлено внутренней химической и физической сущностью метода термокаталитического окисления и химическими свойствами негорючих газов. Они окисляться не могут, поэтому ТКС на них совершенно не реагируют, исключая их влияние полностью.

Остаются горючие газы $X_1, \dots, X_4$. В принципе, все они могут гореть и окисляться на поверхности катализатора ТКС-2 при определенных условиях. Как их разделить между собой – вопрос?

Новая модель ТКС-2 состоит из 4-х шариков – чувствительных элементов. Как сказано выше, два шарика измерительных элементов, покрыты активными, но не одинаковыми катализаторами, а два других компенсационных шарика покрыты одинаковыми инертными катализаторами.

Величина установленного тока, на первом ИЭ такова, что происходит (сгорание) окисление всех горючих газов ($X_1 + X_2 + X_3 + X_4$), а на втором ИЭ установлен ток такой величины, что происходит окисление (сгорание) только ($X_1 + X_2 + X_3$).

На выходе двойного моста величина тока будет пропорциональна разности величин:

$$(X_1 + X_2 + X_3 + X_4) - (X_1 + X_2 + X_3) = X_4 \quad (2)$$

Что и требовалось доказать. Выходной ток (сигнал) вторичного прибора будет пропорционален концентрации искомого газа X_4 . Таким образом, из сложной газовой смеси, устанавливая на каждом ИЭ и КЭ токи, по величине обусловленные температурой сгорания X_1, X_2, X_3 поочередно можно выделять и измерять содержание газов X_1, X_2, X_3, X_4 . Процедуры калибровки и настройки, сам по себе, очень сложный и трудоемкий процесс.

Следовательно, процесс осуществления селективности проводится в два, одновременно проводимых и взаимодополняющих, этапа.

На первом этапе происходит химическое разделение газов. Путём подбора активности различных катализаторов, предназначенных для термокаталитического беспламенного окисления, соответствующей группы горючих газов на ТКС-2.

А на втором, физическом этапе селективность обеспечивается путём дополнительного дожигания на этом же чувствительном элементе за счет температуры, специально установленной для дожигания искомого компонента, которая, в свою очередь, устанавливается подбором соответствующего размера величины тока, протекающего по ИЭ от стабилизированного источника питания вторичного прибора.

Испытания газоанализатора со встроенным датчиком новой модификации ТКС-2 дали обнадеживающие результаты, как по селективности, так и по точности измерения.

Общепризнанными в мировой практике по обеспечению селективности оксида углерода в выхлопных газах автомобилей являются приборы: Инфралит 2500 (Германия), ГИАМ-21 (Аналитприбор, Смоленск) и 121ФА-01 (Украина).

Для сравнения с выше перечисленными приборами мы выставили газоанализатор ГА-СО с встроенным

Таблица 2

Результаты измерения по стандартным поверочным газовым смесям (ПГС)

№ пп.	ГИАМ-21 (Россия)			ГА-СО (Узбекистан)			Инфралит 2500 (Германия)		
	Показания	Абсол. погр., %	Сред. абсол. погр., %	Показания	Абсол. погр., %	Сред. абсол. погр., %	Показания	Абсол. погр., %	Сред. абсол. погр., %
I. ПГС СО в азоте 1,98 об %									
1.	1,87	0,11		1,95	0,03		2,0	0,02	
2.	1,89	0,09		1,95	0,03		2,0	0,02	
3.	1,89	0,09	+0,96	1,97	0,01	+ 0,023	2,0	0,02	- 0,02
II. ПГС СО с азотом 3,53 об %									
1.	3,26	0,27		3,61	0,08		3,30	0,23	
2.	3,37	0,16		3,60	0,07		3,40	0,13	
3.	3,30	0,23	+ 0,220	3,70	0,17	- 0,106	3,30	0,23	+ 0,19
III. ПГС СО с азотом 0,188 об %									
1.	0,22	0,032		0,24	0,052		Не реагирует		
2.	0,22	0,032		0,26	0,054				
3.	0,22	0,032	- 0,032	0,26	0,054	- 0,053			
IV. ПГС СО с азотом 0,50 об %									
1.	0,52	0,02		0,59	0,09		Не реагирует		
2.	0,54	0,04		0,57	0,07				
3.	0,53	0,03	- 0,030	0,57	0,07	- 0,0796			
Сред. абсол. погр.	ГИАМ – 21		0,559	ГА-СО		0,055	Инфралит 2500		0,17

датчиком ТКС-2 и представили в Госкомприроды Республики Узбекистан для сравнительных испытаний.

По поручению Госкомприроды Республики Узбекистан за № 1 – 17 от 05.05.2000 г. были произведены дополнительные производственные испытания газоанализатора ГА-СО производства НПЛ и КБП «Нодир ЛТД» Государственной специализированной инспекцией аналитического контроля [8]. По результатам проведенных испытаний в заключении ГосСИАКа отмечено:

- в процессе проведенных производственных испытаний установлена удовлетворительная, сходимость результатов измерения с известными газоанализаторами;
- абсолютная погрешность прибора составила 0,037 % от максимального значения диапазона измерений, а установленная погрешность по ТУ и паспорту составляет 0,25 %;
- по времени прогрева и готовности к работе, времени выхода на нулевые значения, а так же по габариту и массе газоанализатор ГА-СО превосходит такие газоанализаторы, как ГИАМ-21, Инфралит 2500, 121 ФА-01.

В приложении к Заключению ГосСИАКа приведены результаты измерения по стандартным поверочным газовым смесям (ПГС) (табл. 2).

Из полученных сравнительных данных последней строки в табл. 2 нейтрального арбитра ГосСИАКа видно, что абсолютная погрешность измерения ГА-СО на порядок ниже аналогичных зарубежных средств измерения. Отсюда следует, что применение термодаталитических сенсоров ТКС-2, изготовленных по методу Э. Абдурахманова в составе газоанализаторов позволяет повышать точность измерения и создавать высокоселективные и прецизионные средства измерения, которые можно применять в качестве образцовых и эталонных приборов. Этот вывод и признание нашли отражение в решении научно-практической конференции Узстандарта [9].

Термодаталитические газоанализаторы обладают ещё одним серьёзным и не маловажным преимуществом и достоинством по сравнению с другими приборами, основанными на других методах - это их миниатюрность.

При изготовлении газоанализаторов с применением термодаталитического метода возможно изготовление миниатюрной конструкции ТКС-2 с размером в спичечную головку, а газоанализатор - размером с портсигар, помещающийся в ладони человека и в кармане шахтёра. В этом направлении, впрочем, ещё предстоит поработать.

Для сравнения, газоанализаторы, основанные на инфракрасных, ультрафиолетовых, магнитных, пламенно-ионизационных, кондуктометрических и хроматографических методах, весят от нескольких до десятков килограммов.

Малые размеры и масса, высокая селективность и высокая точность измерения, надёжность и быстродействие, экспрессность и простота эксплуатации и обслуживания, а также низкая стоимость позволяют предположить, что термодаталитические газоанализаторы найдут своё достойное место, широкое применение и обращение на рудниках и в шахтах.

Выводы:

В результате исследовательских работ разработаны: технология приготовления высокоселективных катализаторов, используемых в составе термодаталитических сенсоров, совместно с казахстанскими учеными; технология изготовления термодаталитических сенсоров ТКС-1; оригинальный способ обеспечения селективности на ТКС-2, состоящий из двух этапов: химического (разделение газов проводится на селективном катализаторе сенсора, беспламенным каталитическим окислением) и физического (разделение газов осуществляется электроникой вторичного прибора, путём отдельного дожигания на ТКС-2); технология изготовления высокоселективных и высокоточных сенсоров ТКС-2; технология изготовления высокоселективных и высокоточных газоанализаторов с применением ТКС-2, по метрологическим и техническим характеристикам отвечающая требованиям международных стандартов.

Впервые в Центральной Азии создана реальная

предпосылка для создания и организации серийного производства миниатюрных газоанализаторов для рудников и шахт, содержащих газы: H_2 , NN_3 , H_2S , CH_4 , C_xH_x , O_2 , CO и др. на базе НПЛ и КПБ «Нодир ЛТД» при СамГУ, по метрологическим и техническим параметрам не уступающим мировым аналогам.

Список литературы:

1. Абдурахманов Э., Дружинин Ю.А., Кочетов А.В., Сахибов Ш.Д. и др. Новые портативные газоанализаторы индивидуального пользования для рудников и шахт. Горный вестник Узбекистана, 2002. № 1.
2. Абдурахманов Э., Сахибов Ш.Д., Гайсин А.М., Кочетов А.В. Тезисы докладов международной научно-технической конференции: «Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития». Навои, 2004, сентябрь.

3. Сытенков В.Н., Шеметов П.А., Сахибов Ш.Д., Бикулов А.О. Средства оперативного контроля пылегазового режима карьеров. Горный вестник Узбекистана, 2003. № 4.
4. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Наука. 1992, с. 189-212.
5. Антоненко В.И., Соколов А.В. Металлоокисные газовые сенсоры – основа интеллектуальных систем. Журнал «Сенсор» 2002, № 4.
6. Зыков А.А., Сахибов Ш.Д. Термохимические датчики для измерения газов. Журнал измерительная техника, 1989. № 7.
7. Абдурахманов Э.А. Автореферат, докт. хим. наук. Ташкент. 2004 г.
8. Шеримбетов Х.С. «Заключение о проведении производственных испытаний газоанализатора ГА-СО, Государственной специализированной инспекцией аналитического контроля». (ГосСИАК) Госкомприроды г. Ташкент 2000 г., 6 ноября.
9. Жебровский С.К. «Решение республиканской научно-практической конференции» Развитие метрологии Узбекистана за годы независимости. Ташкент 4.06.2002 г.

УДК 505.55:628.51

© Петухов О.Ф. 2005 г.

СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОСОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПОЧВ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

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

Электросорбционная технология (ЭСТ) очистки почв и подземных вод [1] основана на направленном удалении заряженных ионов-загрязнителей из почвы и (или) воды с помощью постоянного электрического поля и последующего их связывания в концентрированном виде в специальных электродах-сорбентах, к которым подключается источник электрического тока.

По окончании процесса очистки электроды-сорбенты вместе со сконцентрированными в них загрязнителями удаляются из почвы или воды и после соответствующей обработки захораниваются.

В общем случае ЭСТ очистки состоит из следующих основных операций:

- перевод элементов-загрязнителей в подвижную ионную форму с помощью добавки десорбирующих реагентов;
- наложение поля постоянного тока в пределах загрязненного участка и обеспечение направленного движения ионов-загрязнителей к электродам-сорбентам;
- связывание загрязнителей в компактном объеме электрода-сорбента;
- удаление электродов-сорбентов из почвы или воды и захоронение загрязнителей в концентрированном виде в прочно связанных соединениях.

В основе разработки ЭСТ очистки почв и подземных вод лежат работы по электромелиорации, электроосмотическому переносу растворов и сорбции ионов природными минералами.

Электромелиорация. Как известно, целью мелиорации является вытеснение обменного натрия из поглощающего комплекса почвы ионами кальция и уда-

ление из почвы обогащенного натрием почвенного раствора. Роль постоянного электрического тока здесь сводится к увеличению водопроницаемости за счет электроосмоса, миграции гидратированных ионов в постоянном электрическом поле или за счет обоих механизмов.

В одной из первых работ [2] по электромелиорации почв исследователями обрабатывался участок серобурой солонцеватой почвы постоянным и переменным электрическим током. В результате было отмечено изменение емкости обмена, перераспределение обменного натрия, кальция, а также гумуса и рН между катодом и анодом.

В работе [3] по результатам лабораторных и полевых опытов определен выход $NaOH$, расход электроэнергии на выход 1 г соли и наиболее выгодные параметры тока при различной степени увлажнения почвы. Показано, что наибольший эффект достигается при малой плотности тока и полной влагоемкости почвы.

Важными представляются выводы работы [3] о том, что скорость удаления избытка солей, степень рассоления и экономическая эффективность электромелиорации в значительной мере зависят от соотношения электроосмоса и миграции ионов в общем явлении. Это соотношение, при прочих равных условиях, зависит от концентрации и состава солей в почве и почвенном растворе: при данной напряженности поля поток ионов, мигрирующих в электрическом поле, растет с увеличением их концентрации в растворе; с другой стороны, электроосмотический поток воды и солей пропорционален величине электрокинетического потенциала поч-

вы, который понижается с увеличением концентрации почвенного раствора.

Понижение pH среды, происходящее под действием постоянного тока в анодной зоне электромелиорируемой почвы, способствует вытеснению натрия, находящегося в поглощающем комплексе, ионом H^+ в почвенный раствор, после чего ионы натрия переносятся к катоду. Вытеснению поглощенного Na^+ из почвы способствует увеличение концентрации ионов Ca^{+2} в почвенном растворе, на чем основаны обычные приемы мелиорации солонцов. Однако, способствуя вытеснению натрия из поглощающего комплекса, ионы кальция в то же время эффективно понижают электрокинетический потенциал почвы, уменьшая электроосмотический поток воды и солей.

В работе [4] указывается на сложный характер воздействия рассматриваемых факторов на результаты электромелиорации и рекомендуется делать выводы после экспериментальных исследований для каждого конкретного типа почв. В частности, показано, что эквивалентное соотношение $Na^+ : Ca^{+2} = 1:1$ оказывается наиболее благоприятным как с точки зрения эффективности электроосмоса, так и с точки зрения ионного обмена, при этом наблюдается наибольший выход католита и наименьшие затраты электроэнергии на 1 г NaOH в католите. Установлено, что при малой плотности тока среди механизмов, вызывающих удаление натрия, преобладает электроосмос, интенсивность которого падает с увеличением засоления и практически приближается к нулю при солесодержании около 6 %.

При плотности тока 5 mA/cm^2 на процесс электроосмоса накладывается заметная миграция ионов в постоянном электрическом поле. Сочетание этих двух процессов – затухание электроосмоса с увеличением степени засоления и одновременное усиление электромиграции – приводит к существованию максимального полезного эффекта при солесодержании 3 %.

При плотности тока 10 mA/cm^2 миграция ионов превалирует над электроосмосом, что приводит к увеличению выноса натрия с возрастанием степени засоления.

Для плотностей тока 5 mA/cm^2 и 10 mA/cm^2 минимум затрат электроэнергии наблюдается при солесодержании 3 %.

Что касается удаления анионов, то здесь можно отметить, что Cl^- частично удаляется электроосмотическим потоком, и уже через 50 часов его содержание у катода резко понижается при незначительном повышении в прианодной зоне. С увеличением плотности тока, когда миграция ионов в электрическом поле преобладает над электроосмотическим переносом, передвижение ионов Cl^- в сторону анода возрастает.

Электромелиорация сопровождается возникновением в межэлектродном пространстве сильно уплотненной зоны с пониженной влажностью, образующей своеобразный экран.

С образованием экрана возрастает электрическое сопротивление почвы, достигающее таких величин, что процесс электромелиорации затухает: в условиях, когда экран не образуется или его формирование только намечается, из почвы выносятся 80-90 % солей, в то время как при образовании хорошо выраженного экрана из почвы успевает удалиться не более 30-40 % исходного количества солей.

Образование уплотненного экрана в процессе электромелиорации почв можно объяснить следующим образом.

Повышение pH в катодной зоне приводит здесь к

диспергированию коллоидных частиц (с изменением pH среды от 3 до 10-12 величина ξ -потенциала увеличивается в 2-2,5 раза, что влечет за собой увеличение ионно-электростатической составляющей расклинивающего давления и, как следствие, диспергирование частиц). Отрицательно заряженные коллоидные частицы из катодной зоны электрофорезитически перемещаются в сторону анода, при этом, плотность их потока прямо пропорциональна величине ξ -потенциала и плотности тока. Одновременно, в сторону анода распространяется понижение pH. Скорость передвижения коллоидных частиц по мере удаления от катода уменьшается вследствие уменьшения pH и соответствующего понижения ξ -потенциала. При некотором pH ξ -потенциал достигает критической величины и частицы коагулируют – начинается формирование экрана.

Образование экрана представляется возможным и за счет коагуляции частиц, движущихся вместе с потоком от анода к катоду. В обоих случаях, а также в случае смешанного механизма образование экрана связано с коагуляцией коллоидных частиц в зоне с критическим pH.

Процесс вытеснения натрия из обменного комплекса может быть ускорен, если в качестве промывающего раствора электролита использовать растворы многовалентных электролитов, например, раствор нитрата кальция.

Концентрация промывного раствора электролита должна быть такой, чтобы, с одной стороны, происходило наиболее полное вытеснение натрия из поглощающего комплекса, а с другой стороны, концентрация не должна превосходить критическое значение, при котором ξ -потенциал близок к нулю, так как в этом случае возрастают затраты электроэнергии для удаления порового раствора.

При длительном пропускании постоянного электрического тока место обменного Ca^{+2} будет постепенно занимать ионами H^{+} , а Ca^{+2} – переноситься в катодную зону.

Опыты показали, что при значительном содержании в поглощающем комплексе исходного образца обменного Ca^{+2} добавление его в промывающий раствор не приводит к уменьшению энергетических затрат. Вытеснение из поглощающего комплекса Na^{+} приводит к коагуляции коллоидных частиц и к снижению дисперсности по всему образцу и, особенно, в анодной и средних зонах.

Отмечено [5], что в производственных условиях, где расстояния между электродами могут достигать десятков и сотен метров, а приэлектродные зоны составляют незначительную часть обрабатываемой площади, естественно, перераспределяется вклад различных процессов в эффект электромелиорации по сравнению с лабораторными опытами.

В качестве положительного примера применения электромелиорации в полевых условиях можно привести данные работы [6]. Полевой опыт проводился на солонцеватом солончаке. Часть делянок использовали в качестве контрольных, на них осуществлялась промывка почвы без наложения постоянного тока. В качестве анода использовали металлические сетки, а в качестве катода – металлические трубы. Средняя сила тока составляла 130 А, напряжение 34 В. Расход промывной воды составил 6000 м^3 на 1 га.

На делянке, где промывка осуществлялась без дренажа, а сеточный электрод имел площадь 16 м^2 , произошло рассоление на площади $36,3 \text{ м}^2$ до глубины $0,7 \text{ м}$. Соли вынесены на глубину $0,7-1,2 \text{ м}$. На делянке, где использовали анод площадью 9 м^2 , рассоление произошло на площади $87,5 \text{ м}^2$ до глубины $1,5 \text{ м}$; накопления солей глубже этой толщи не было, так как рядом с делянкой находилась дрена, в которой был установлен катод и в которую сбрасывались соли. В итоге в изучаемом профиле почвы ($0-120 \text{ см}$) содержание солей после промывки с помощью электрического тока оказалось на 10 т/га меньше, чем при промывке только водой.

Изменился и качественный состав оставшихся в почве солей под влиянием тока. Из катионов преобладал Ca^{+2} , из анионов – SO_4 . При электромелиорации карбонатных почв в анодной зоне гипс образуется вновь; подкисление же среды в процессе электролиза обуславливает растворение карбонатов. Активизированный при этом Ca вступает во взаимодействие с анионом SO_4 , который приносится в эту зону током. Таким же путем в почве может образоваться и CaCl_2 . Накопление ионов Ca^{+2} способствует рассолонцеванию солонцовых почв.

Динамика удельного электрического сопротивления в полевых условиях приведена в работе [7]. По результатам измерений удельного электрического сопротивления хорошо прослеживается характер промачивания почвы и выщелачивания солей при промывках. Зависимость удельного электрического сопротивления водонасыщенной почвы от плотного остатка водной вытяжки позволяет ориентировочно оценить классификационные пределы удельного электрического сопротивления, соответствующие грациям засоления.

Оригинальная схема размещения электродов, которая в максимальной степени использует изменение влажностности почво-грунтов в электрическом поле, приведена в работе [8]. Полевой опыт проводили на участке, представленном луговым содово-сульфатным глинистым солончаком. Катод – в виде сеток из алюминиевой проволоки с ячейками размером $1,0 \times 1,0$ и $1,5 \times 1,5 \text{ м}$ – укладывали на поверхность почвы; анодом служили металлические штыри, устанавливаемые в центр каждой клетки. Расход электроэнергии составил $12000 \text{ кВт} \cdot \text{час/га}$ (сила тока 90 А , напряжение 40 В).

Электроосмотический перенос растворов в почво-грунтах справедливо рассматривается большинством авторов как процесс, протекающий совместно с фильтрацией под действием градиента давления [9]. Для оценки влияния каждого из процессов введено понятие коэффициента электроосмотической активности ($K_{Э.А.}$), представляющего собой отношение коэффициента электроосмоса ($K_Э$) к коэффициенту фильтрации ($K_Ф$). Экспериментальные данные, представленные в табл. 1 [10], показывают, что коэффициент электроосмотической активности значительно увеличивается в области более узких пор, характеризуя, таким образом, большую эффективность использования электроосмоса для высокодисперсных грунтов.

В работе [9] приведены зависимости удаления воды от напряжения электроосмоса из песка различной крупности. Показано, что увеличение напряжения от

400 до 1500 В приводит к возрастанию количества удаленной воды. Уменьшение размеров частиц также обуславливает увеличение эффективности обезвоживания. Так, если для фракции – $0,044 \text{ мм}$ остаточная влажность составила $0,69 \%$, то при этих же условиях проведения электроосмоса для фракции – $0,074 \text{ мм}$ остаточная влажность составила $3,87 \%$.

Отмечено, что за анодом создается пространство, где также происходит движение жидкости в порах по направлению к катоду за счет сил молекулярного сцепления. Рекомендовано напряжение повышать постепенно, чтобы избежать быстрого образования сухого анодного слоя. Это дает возможность увеличить количество удаленной влаги на 6% .

В работе [11] исследовалось применение постоянного электрического поля для осушения осадочных пород и суглинков. В результате проведения полевого опыта показано, что при подаче напряжения 180 В и тока 19 А дебит на участке возрос с $0,4$ до $60 \text{ м}^3/\text{сутки}$. Показано, что скорость фильтрации в постоянном электрическом поле пропорциональна росту напряжения и внешнему давлению. С повышением солёности воды скорость ее фильтрации через кварцевые песчаные керны увеличивается. В глинистых средах электрическое поле способствует разрушению частиц глины, которые закупоривают отдельные поровые каналы.

Таблица 1

Влияние содержания глины в грунте на $K_Ф$, $K_Э$ и $K_{Э.А.}$

Содержание глины в грунте, %	Коэффициенты		
	$K_Ф$, $\text{см/сек } 10^{-2}$	$K_Э$, $\text{см}^2/\text{В сек } 10^{-5}$	$K_{Э.А.}$, $\text{см}^2/\text{В } 10^{-3}$
0,0	2,0	2,8	1,4
2,5	1,3	3,6	2,8
5,0	1,1	3,9	3,5
7,5	0,9	4,1	4,6
10,0	0,6	4,3	7,0
15,0	0,3	4,8	16,0

Авторы работы [12] определяли значения коэффициента электроосмоса ($K_Э$) для грунтов, имеющих различную пористость. Найденные ими значения $K_Э$ находятся в пределах $3-6 \times 10^{-5} \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$. (Отметим, что по физическому смыслу коэффициент электроосмоса ($K_Э$) представляет собой электроосмотическую подвижность ($M_Э$) [13]. Представляет интерес и поведение противоионов при наложении постоянного электрического поля. Содержащиеся в грунте обменные катионы (Ca^{+2} , Na^+ , Mg^{+2}) эквивалентно обмениваются на катионы, находящиеся в фильтруемом растворе. При воздействии постоянного электрического поля на грунт его обменная емкость уменьшается.

В результате пропуска постоянного электрического тока в грунте образуются агрегаты, частицы укрупняются. Так, до обработки частиц с диаметром менее $0,002 \text{ мм}$ было $24,2 \%$, после 84 ч обработки постоянным током (напряженность 1 В/см) их осталось только 1% . Частицы и агрегаты со временем продолжают укрупняться.

Испытания грунтов на сдвиг показали, что если до электрохимической обработки глинистые грунты имели

Таблица 2

Рекомендуемые значения напряженности и плотности тока

Грунты	Напряженность, В/см	Плотность тока, А/см ²
Глины	0,3-0,6	2,0
Илы	0,2-0,5	2,0
Суглинки	0,4-1,0	3,0
Супеси	0,5-1,5	3,5
Мелкие пески	0,8-2,0	4,0

Таблица 3

Значения $K_{об}$ для различных грунтов

Грунты	Средний размер частиц, мм	Исходная влажность, %	Удельное сопротивление, Ом·см	$K_{об}$, см ³ /Кл
Супеси	0,05-0,25	10-20	2000-4000	0,06
Суглинки	0,01-0,05	18-28	1000-2000	0,08
Глины	0,001-0,005	40-70	500-1000	0,09
Илы	менее 0,001	60-80	100-500	0,10

сцепление 0,004-0,012 МПа, то после обработки оно увеличилось до 0,03-0,04 МПа.

Сохраняется повышение pH от анода к катоду. В катодном пространстве увеличивается содержание Са и Mg, у анодного пространства увеличивается содержание железа (за счет растворения анода).

В процессе электрохимической обработки грунт интенсивно уплотняется: за 20-30 суток его объем может уменьшиться на 15-20 %.

Электрохимическая обработка (напряженность 0,4 В/см) повышает модуль деформации грунта в 2-2,5 раза.

Подчеркивается, что электроосмотический метод наиболее выгодно использовать в глинистых грунтах и мелких песках, содержащих значительное количество связанной воды, не подчиняющейся закону гравитационного оттока.

Приведены практические рекомендации по проектированию и производству работ, связанных с электроосмотическим переносом жидкости в грунтах (табл. 2).

И, наконец, авторами этой работы вводится понятие объемного коэффициента электроосмоса ($K_{об}$), представляющего собой количество электричества, необходимого для выделения из данного грунта 1 см³ воды. На основании экспериментов рассчитаны $K_{об}$ для различных грунтов (табл. 3).

Сорбция ионов природными минералами. Из природных минералов наибольшую способность сорбировать некоторые катионы и анионы, а также удерживать их в обменном состоянии проявляют глинистые минералы [14, 15, 16]. Обменные реакции являются стехиометрическими. Обменные ионы удерживаются вокруг внешних краев кремнезем-глиноземных элементарных структурных слоев глин, и обычно обменные реакции не влияют на структуру кремнезем-глиноземной постройки.

Способность глинистых минералов к катионному обмену вызвана следующим:

- разрушенные связи по краям кремнезем-глиноземных структурных единиц будут давать свободные заряды,

которые должны быть сбалансированы адсорбированными катионами;

- замещение в кристаллической решетке Si⁴⁺ на Al³⁺ или Al³⁺ на Mg²⁺ вызывает появление несбалансированных зарядов, которые должны быть сбалансированы адсорбированными катионами;

- H⁺ в краевых гидроксильных группах может быть замещен катионом, способным к обмену.

В табл. 4 представлены катионообменные емкости (КОЕ) некоторых глинистых минералов.

Некоторые глины проявляют сорбционную способность и к анионам.

Реакции анионного обмена объясняются:

- разрушенными связями по краям частиц с образованием наряду с положительными и свободных отрицательных позиций;

- OH⁻ на поверхности частиц могут также участвовать в обменных реакциях.

Анионообменные емкости (АОЕ) некоторых глин представлены в табл. 5 [15].

Свойство глин сорбировать ионы может быть, в частности, использовано для удаления радиоактивных отходов. В табл. 6 приведены данные работы [15] по сорбции радиоактивных изотопов иллитом с исходной КОЕ 29 мг-экв/100 г.

Методика и расчет термодинамических характеристик ионного обмена на монтмориллоните и аттапульгите приведена в работе [17]. Здесь важно отметить, что при увеличении валентности противоиона изобарно-изотермический потенциал обменного процесса возрастает (табл. 7).

Адсорбция переходных металлов на окислах и гидроокислах (особенно Fe, Al, Mn) изучалась авторами работ [18, 19, 20], а на силикатах – [21]. Эти окислы повсеместно распространены в почвах и осадках, они

Таблица 4

КОЕ глинистых минералов

Минералы	КОЕ (мг-экв/100г) по данным работ		
	[14]	[15]	[16]
Каолинит	2-10	3-15	1-10
Мусковит	10-11		
Иллит	13-42	10-40	10-40
Аттапульгит	18-22		
Нонтронит	57-64		
Сапонит	69-81		
Монтмориллонит	80-150		
Биотит	3-4		
Вермикулит	100-150	100-150	120-200
Смектит		20-30	8-150

Таблица 5

Анионообменные емкости (АОЕ) глин

Глины	АОЕ, мг-экв/100 г
Монтмориллонит	23-31
Бейделлит	21
Нонтронит	12-20
Вермикулит	4
Каолинит	6-20

Таблица 6

Результаты по сорбции радиоактивных изотопов иллитом

Изотопы	Ионная форма	рН	Извлечение на глину (%) при исходной концентрации, мг/л			
			1,0	2,0	3,0	4,0
Sr ⁹⁰ -Y ⁹⁰	катионная	7,7	83,4	89,1	92,9	95,0
Ba ¹⁴⁰ -La ¹⁴⁰	катионная	7,8	88,8	92,0	94,3	97,1
Ce ¹⁴⁴ -Pr ¹⁴⁴	катионная	8,0	99,7	99,8	99,9	99,9
Zr ⁹⁵ -Nb ⁹⁵	катионная, коллоидная	7,5	98,0	99,1	99,4	99,6
Ru ¹⁰⁶ -Rh ¹⁰⁶	смешанная	5,2	50,5	59,3	61,5	-
I ¹³¹	анионная	7,5	4,9	5,0	4,7	3,4

Таблица 7

Термодинамические характеристики обмена на монтмориллоните при температуре, T=298° K

Система	K _p	DG, ккал/моль	DH, ккал/моль
K ⁺ - Cs ⁺	0,076	1,5	6,2
Sr ²⁺ - Cs ⁺	1,9 × 10 ⁻³	3,7	6,5
Y ³⁺ - Cs ⁺	3,8 × 10 ⁻⁴	4,7	6,6

очень тонкозернисты, поэтому имеют большую площадь поверхности. Показано, что при очень низких значениях рН адсорбции почти нет, при высоких - все катионы сильно сорбируются. Для каждого катиона имеется довольно узкий диапазон рН, в котором наблюдается переход от почти полного отсутствия адсорбции к почти полной адсорбции. Предложено два механизма адсорбции. По первому механизму адсорбция металлов происходит в виде гидрохсокомплексов. Гидратная оболочка катиона металла мешает адсорбции; после гидролиза при высоких рН ион уже не имеет такой сильно удерживаемой гидратной оболочки и может адсорбироваться. По второму механизму адсорбция аналогична комплексообразованию.

Десорбция металлов с почв менее изучена. Результаты по десорбции Cs и Sr с почв растворами нитратов щелочных металлов представлены в работе [22]. Показано, что десорбция стронция возможна лишь на почвах с малой емкостью обмена при концентрациях солевых растворов не менее 0,01 N. Цезий прочно фиксируется почвами, вследствие чего промывка (десорбция) его рассмотренными солевыми растворами окажется мало эффективной.

Десорбция тяжелых металлов (Pb, Zn, Cd, Hg), а также U и Ra слабыми растворами азотной кислоты подробно изучалась автором этой статьи [23, 24].

Отмечая достаточно высокую эффективность этого десорбента в отношении тяжелых металлов, необходимо указать и на ряд недостатков его применения.

В частности, применение слабых растворов азотной кислоты приводит к разрушению питательного слоя почвы и вторичному ее загрязнению нитрат-ионами.

Использование более щадящих в отношении почвы растворов карбонатов и (или) нитратов возможно лишь для десорбции металлов (U и Th), склонных к образованию с ними прочных комплексов [24].

Можно констатировать, что эффективность десорбции токсичных металлов с почв зависит от многих факторов: природы почвы и элемента-загрязнителя, состава и концентрации десорбента и т.д.

Анализ существующего уровня работ позволяет сформулировать следующие направления развития физико-химических основ, технологии и аппаратуры электро-сорбционной очистки почв и подземных вод.

1. Изучение сорбции токсичных металлов на глинах - минералах, имеющих наибольшую сорбционную энергию поглощения токсичных элементов, с расчетом основных термодинамических характеристик и установлением механизма процесса.

2. Изучение десорбции токсичных металлов с почв, выбор «универсального» десорбирующего реагента (-ов), способного не только эффективно десорбировать металлы, но и не нарушать структуру почвы (грунтов) и не вносить в них вторичное загрязнение. Исследование механизма десорбции токсичных металлов с помощью такого реагента.

3. Исследование полноты и скорости очистки, как результирующей скоростей всех электрокинетических явлений (электролиза, электроосмоса).

4. Разработка устройств, способных предотвращать отрицательные факторы, возникающие при воздействии электрического поля на систему почва (грунт) - раствор и одновременно сорбировать (связывать) удаляемые токсичные металлы в компактном объеме.

Список литературы:

1. Петухов О.Ф. Электросорбционная технология рекультивации подземных вод и земельных площадей. // Горный журнал. 1991, № 7, с. 77
2. Смирнов-Логинов В.П. Влияние электрического тока на солонцеватую серо-бурую почву. //Труды Азербайджанского филиала АН СССР. 1938, т.11, № 53.
3. Бондаренко Н.Ф. Физика движения подземных вод. Л.: Гидрометеоиздат, 1973.
4. Айбасов Э.Б., Бондаренко Н.Ф. Некоторые вопросы электро-мелиорации засоленных почв. // Сборник трудов по агрономической физике. - М.: МГУ, 1967, № 14.
5. Тихомолова К.П. Исследование зависимости электроосмоса от условий наложения внешнего электрического поля. // Коллоидный журнал. 1967, т. 29, № 6.
6. Ведюнина А.Ф., Березин П.Н. Влияние постоянного электрического тока на эффективность промывки солонцеватых солончаков. // Вестник МГУ. Серия: биология и почвоведение. 1968, № 4.
7. Березин П.Н. Применение полей постоянного электрического тока для мелиорации почв засоленного ряда. // Автореферат канд. диссертации. М.: МГУ, 1969.
8. Шеринев А.Л. Мелиорирующее действие постоянного электрического тока на луговые почвы. // Автореферат канд. диссертации. М.: МГУ 1970.
9. Григоров О.Н. Электрокинетические явления. Л.: ЛГУ, 1973.
10. Поливанов К.М., Нетушил А.В., Бурдак Н.М. Применение электроосмотического воздействия в гидротехнических сооружениях. // Электричество. 1951, № 8.
11. Вахитов Г.Г., Симкин Э.М. Использование физических полей для извлечения нефти из пластов. М.: Недра, 1985.
12. Жинкин Г.Н., Колганов В.Ф. Электрохимическая обработка глинистых грунтов в основаниях сооружений. М.: Стройиздат, 1980.
13. Григоров О.Н., Карпова И.Ф. Практикум по коллоидной химии. Л.: Химия, 1964.
14. Амфлетт Ч. Неорганические иониты. М.: Мир, 1966.
15. Грим Р. Минералогия и практическое использование глин. М.: Мир, 1967
16. Драйвер Дж. Геохимия природных вод. М. Мир, 1985
17. Journal Physical Chemistry, 1960, № 64.
18. James R.O., Healy T.W. Adsorption of hydrolysable metal ions at the oxide-water interface. // Journal Colloid Interface Sci. 1972, v. 40.

19. Николаев Н.И. Сорбция Ра на гидроокисях железа и марганца. // Атомная энергия. 1962, № 12.

20. James R.O., Murray W. The interaction of metal ions at the manganese dioxide – solution interface. // Geochimica and Cosmochimica Acta. 1975, v. 39.

21. James R.O. The adsorption of aqueous heavy metals on inorganic minerals. // Geochimica and Cosmochimica Acta. 1977, v. 41.

22. Кокотов Ю.А., Попова Р.Ф. Сорбция долгоживущих продуктов деления почвами и глинистыми минералами. // Радиохимия. 1961, № 2.

23. Петухов О.Ф., Козай М.П. и Прозоров Л.Б. Способ удаления токсичных соединений из верхних горизонтов почвы. // Авторское свидетельство № 1596496, 1998 г.

24. Петухов О.Ф. Десорбция токсичных металлов с почв. // Горный вестник Узбекистана. 2003, № 2.

УДК 550.40

© Петухов О.Ф. 2005 г.

ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРАХ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

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

Основным источником загрязнения окружающей среды при подземном выщелачивании (ПВ) являются технологические растворы, находящиеся в непрерывном обороте в системе: пласт - скважины - магистрали - технологическая установка - отстойник - пласт [1]. Для очистки почв и подземных вод методом электросорбционной технологии (ЭСТ) [2] важное значение приобретает знание форм нахождения токсичных элементов и их соединений. Знание форм нахождения элементов позволяет:

- а) подобрать эффективный десорбирующий раствор;
- б) определить направление движения элементов при наложении внешнего электрического поля;
- в) подобрать сорбент-нейтрализатор для электродов-сорбентов.

Для определения форм нахождения элементов в технологических растворах ПВ были использованы следующие методы [3, 4]:

- метод ультрафильтрации для определения взвешенной формы;
- метод электродиализа для определения анионной, катионной и суммы нейтральной и коллоидной форм.

В начале исследований определяли какая часть элементов находится во взвешенной форме. Для этого, пробу раствора (1000 мл) фильтровали через целлюлозный мембранный фильтр с размером пор 0,45 мкм под давлением 6×10^5 Па. Фильтр с взвесью высушивали в

сушильном шкафу при 60° до постоянного веса. Если взвесь образовывалась, определяли её вес вместе с фильтром, разлагали смесью кислот при нагревании и определяли концентрацию элементов.

Для электродиализного метода был изготовлен трёх-камерный электродиализатор из органического стекла с объёмом камер 100 см³. Средняя и катодная камеры разделялись между собой катионообменной мембранной маркой МК-40, а средняя и анодная камеры - анионообменной мембраной маркой МА-40 с рабочей поверхностью 1,5 см² каждая. В качестве электродов применялась платиновая сетка с рабочей площадью 10 см². Постоянное значение тока, $I = 10$ мА, и напряжения, $U = 20$ В задавали с помощью источника постоянного тока «И-50». Перед электродиализом исследуемые растворы фильтровали через целлюлозный мембранный фильтр с размером пор 0,45 мкм. Заданный объём раствора помещали в центральную камеру, а в боковые камеры заливали 10^{-3} м раствор KCl в деионизированной воде. Интересующие элементы анализировали в исходном растворе, а также в анодной, катодной и центральной камерах по окончании электродиализа.

В качестве объектов исследований нами выбраны остаточные (т.е. после отработки блоков ПВ) технологические растворы двух месторождений.

На первом месторождении ПВ осуществляют методом серноокислотного выщелачивания, на втором –

Таблица 1

Концентрация макрокомпонентов

Схема отработки	Тип раствора	Концентрация, мг/л													
		pH	SO ₄ ⁻²	HCO ₃	Cl	NO ₃	Na ⁺ K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Fe ⁺³	Fe ⁺²	Al ⁺³	NH ₄ ⁺	SiO ₂	Сухой остаток
Серноокислотная	Природная вода	7,7	1802	189	1207	–	846	317	117	–	–	–	–	–	3780
	Технологический раствор	1,1	24100	–	1209	267	3100	570	1470	2720	730	810	176	440	22600
Миниреагентная	Природная вода	7,8	1718	196	1450	–	1250	250	175	–	–	–	–	–	4250
	Технологический раствор	7,4	1950	315	1453	5,2	1340	397	220	1,9	–	1,4	0,15	2,0	5370

«миниреагентным» методом [5].

Химический состав остаточных технологических растворов и, для сравнения, пластовых вод представлен в табл. 1, 2.

Таблица 2

Концентрация тяжелых токсичных металлов в остаточных технологических растворах и природных водах

№ п/п	Элементы	Концентрация, мг / л		
		Природные воды	Технологические растворы	
			Сернокислотное ПВ	Миниреагентное ПВ
1.	Mn	—	54,7	
2.	Cu	$(1+3) \times 10^{-3}$	1,1	0,04
3.	Zn	$(4+6) \times 10^{-3}$	8,2	0,36
4.	Cd	$(1,4+1,6) \times 10^{-4}$	0,7	0,001
5.	Pb	$(2+4) \times 10^{-3}$	1,2	0,07
6.	As	$(1+3) \times 10^{-3}$	0,008	0,001
7.	Mo	0,04 ÷ 0,06	0,7	0,3
8.	Cr	0,01	5,1	0,02
9.	Se	0,14 ÷ 0,16	0,4	0,07
10.	U	0,5 ÷ 0,7	2,0	1,5

природной водой увеличивается в десятки, а по некоторым компонентам (Fe^{+3} , Al^{+3} , SiO_2) в сотни раз.

При использовании миниреагентной схемы ПВ остаточные технологические растворы имеют слабощелочную реакцию ($\text{pH} = 7,4-8,0$), концентрация макрокомпонентов и общая минерализация повышается всего на 10-15 % в сравнении с природными водами.

Также существенно отличаются остаточные технологические растворы и по концентрации тяжелых токсичных металлов, представляющих собой наибольшую экологическую опасность (табл. 2). Так, в растворах миниреагентного ПВ концентрация наиболее токсичного из перечисленных металлов - Cd (ПДК = 0,001 мг/л) снижается в 70 раз, а Mn вообще отсутствует, т.к. по этой технологии в качестве окислителя используют кислород.

Полученные результаты по определению форм нахождения исследуемых элементов в растворах приведены в табл. 3.

Как следует из результатов табл. 3, металлы Al, Fe, Cu, Zn, Cd, Pb, Cr, Mn в сернокислых остаточных растворах ПВ находятся в основном в катионной форме. В нейтральных остаточных растворах миниреагентного ПВ преобладающей формой этих металлов становится нейтральная и коллоидная.

Для Mo, As, Se и U в сернокислых остаточных растворах ПВ преобладают анионные формы. В растворах миниреагентного ПВ преобладают нейтральная и коллоидная формы.

Список литературы:

1. Мосинец В.Н., Шестаков В.А., Авдеев О.К., Мельниченко В.М. Охрана окружающей среды при проектировании и эксплуатации рудников. М.: Недра, 1981, с. 179-186.
2. Петухов О.Ф. Электро-сорбционная технология. // Горный журнал. 1991, № 7.
3. Серебрякова М.Б. Опыт применения физико-химических методов для экспериментального определения форм нахождения металлов в подземных водах. // Геохимия. 1964, № 9, с. 926-935.
4. Кулматов Р.А., Кист А.А., Рахматов У. Формы миграции металлов в природных водах. // Журнал аналитической химии, 1982, т. 37, № 3, с. 393-397.
5. Толстов Е.А. Физико-химические технологии освоения урана и золота в Кызылкумском регионе при рациональном использовании ресурсов. М.: Изд. Дом «Руда и металлы», 1999.

УДК 622.271; 662 (075.8); 504.06

© Салимов Х.В., Рахимов Н., Темиров Б.Р., Бакоев Х.Ю. 2005 г.

МЕСТО НАВОЙСКОГО ВИЛОЯТА В ГЛОБАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМАХ

Салимов Х.В., зав. кафедрой «Охрана труда» НГГИ, канд. биол. наук; Рахимов Н., ст. преподаватель кафедры «Охрана труда» НГГИ; Темиров Б.Р., председатель Навоийского областного комитета по охране природы; Бакоев Х.Ю., начальник специнспекции аналитического контроля Навоийского облкомприроды

На стыке двух последних веков перед человечеством возникли некоторые экологические проблемы, настораживающие мировое сообщество в сохранении

собственной среды обитания. Возрастающий демографический рост, развитие цивилизации и потребность в повышении материального благосостояния людей – да-

леко не полный перечень факторов, приведших к усилению антропогенного, главным образом, техногенного влияния на природную среду. Жизнью доказано, что для удовлетворения потребности в пище каждому жителю требуется в среднем 45 т продовольствия и 60 тыс. л питьевой воды. Помимо этого требуется немало условий для создания комфорта в его жизни. Все это требует все большего освоения природных ресурсов, имеющих определенную ограниченность. Современная цивилизация в отдельных регионах мира, в частности, в развитых странах Америки и Западной Европы достигла уровня, в котором уже возникло противоречие между возрастающими материально-энергетическими потребностями населения и потенциальной возможностью природных ресурсов. В перспективе, если аналогичная ситуация приобретет общемировой характер, то возникнет реальная угроза жизненно важным интересам всего человечества. Некоторые экологические проблемы уже сегодня приобрели глобальный характер. Наиболее существенные из них – потепление климата Земли, истощение озонового слоя, возрастающее загрязнение окружающей среды, связанное с ускорением темпов вовлечения к переработке материально-сырьевых ресурсов, опустынивание Земли и т.п.

Исследования показывают, что температура приземного слоя атмосферного воздуха за последние полвека возросла в среднем на 0,7 °C (за Полярным кругом – до 2 °C). Степень потепления в Мировом океане выше, чем в атмосфере. На Северном полюсе подледная вода потеплела на 1 °C и ледяной покров начал подтаивать снизу [1]. Главная причина потепления – результат сжигания огромной массы органического топлива и выделения при этом в атмосферу больших количеств углекислого газа, создающего так называемый «парниковый эффект». Несмотря на то, что еще в XIV веке английский король Эдуард II из-за большой задымленности лондонского городского воздуха запретил, под угрозой смертной казни, употребление угля для отопления домов [2] и, несмотря на указание Д.И. Менделеева о том, что «... сжигание органического топлива – это есть сжигание ассигнаций ...», пока основным источником получения тепловой энергии остается органическое топливо с возрастающим расходом кислорода на его сжигание. Ежегодно в мире сжигается свыше 10 млрд. т условного топлива, при этом выбрасываются в воздух более 1 млрд. т различных взвесей, в т.ч. и канцерогенных веществ. За последние сто лет в атмосферу попало более 1,5 млн т мышьяка, 1 млн т кремния, 900 тыс. т кобальта, колоссальное количество углекислоты, окислы азота, окись углерода, сажи, пыли и многих вредных аэрозолей [3]. Количество выбросов только окислов азота в последнее время возросло до 20 млн т в год.

Не менее сложна экологическая проблема озонового слоя. Истощение его представляет явную угрозу гибели всего живого на Земле. Хотя причины истощения озонового слоя среди специалистов пока оспоримы (английские геофизики Хьюитт и Леви, выступив по CNN в

2000 г. заверили, что «... фреон, сколько его не распыляй у поверхности Планеты, поднимаясь ввысь, оказывается нейтрализованным задолго до того, как достигнет верхнего слоя атмосферы») [4], но роль техногенного загрязнения среды в этом, и, в первую очередь, испарение в атмосферу хладагентов, среди специалистов общепризнанно.

Быстрый рост промышленности, сопровождающий глобальным загрязнением внешней среды, остро ставит проблему сырьевых ресурсов. В условиях 0,002 % возрастания концентрации углекислого газа в атмосфере (от чего уже немало бед!) наблюдается истощение кислорода. Между тем считается, что в недрах Земли содержатся порядка $6,4 \times 10^{15}$ т горючих ископаемых, на сжигание которых потребуется $1,7 \times 10^{16}$ т кислорода, т.е. больше, чем его насчитывается в атмосфере. Полагается, что США выжгли над собой весь кислород и поддерживают энергетические процессы за счет кислорода прилегающих регионов. США (6 % населения) потребляют около 40 % мировых природных ресурсов и дают примерно 60 % всех загрязнений на Планете [3].

В возникающих глобальных экологических проблемах большую или меньшую лепту вносят все регионы мира. Проводимая в Узбекистане природоохранная политика предусматривает цель поддержания экологического баланса во всех его уголках, и в промышленных городах в особенности. Одним из промышленно развитых регионов республики является Навоийский вилоят с промышленными гигантами, имеющими сотни локальных источников загрязнения среды. Среди них по особому выделяются такие, как ОАО «Навоизот», ОАО «Кызылкумцемент», НГМК, НГРЭС и др. Основными загрязнителями техногенного характера являются: цементная пыль, диоксид серы, окислы углерода, окислы азота, фенолы и аммиак.

Нельзя отрицать, что благодаря расширению потенциала пылегазоочистных установок, по данным 1998-2002 гг., количество выбросов в атмосферный воздух г. Навои по отдельным вредным компонентам уменьшено (табл.).

Таблица
Количественные показатели выбросов некоторых вредных веществ в атмосферу г. Навои

Год	Пыль (тыс. т)	Диоксид серы (тыс. т)	Диоксид азота (тыс. т)	Оксид азота (тыс. т)	Фенолы (мг/м ³)
1998	10,5	3,378	6,750	0,996	0,007
1999	8,531	3,613	6,206	0,332	0,006
2000	7,488	3,548	5,986	1,006	0,005
2001	7,401	4,539	5,950	0,979	0,005
2002	6,175	3,913	4,963	0,790	0,004

Как видно из данных табл., при небольшом увеличении количества выбросов диоксида серы значительно уменьшены выбросы пыли, благодаря улучшению работы 99 фильтров в ОАО «Кызылкумцемент», где производство цемента по сравнению с 1998 г. возросло на 51 тыс. т. Содержание диоксида серы, окиси углерода и озона в атмосферном воздухе г. Навои в 2000 г. было в пределах установленных норм. Однако положение отнюдь не утешительное – содержание в воздухе отдельных компонентов заметно превышает ПДК. Так, содер-

жение диоксида азота превышает ПДК в 1,25 раза, пыли и фенолов – в 1,3 раза, аммиака – в 2,0 раза.

Данные Навоийского областного комитета охраны природы за последние годы показывают тенденцию на уменьшение количества выбросов вредных веществ в атмосферу Навоийского вилоята в целом. Этому способствует расширение мощности и наладка работы пылегазоочистителей. На Кызылкумском фосфоритном комбинате установлены дополнительно 6 пылегазоочистных установок, мощностью 365 тыс. м³/час. Общее число пылегазоочистных установок ныне по области составляет 501. В 2003 г., по сравнению с 2002 г., выбросы уменьшены на предприятиях НГМК на 1126 т, по ОАО «Кызылкумцемент» - 1329 т и по С/П «Зарафшан-Ньюмонт» - 5176 т. Вместе с тем, на сегодня, от общих выбросов вредных веществ в атмосферный воздух 32 % приходится на долю НГМК, по 21 % на ОАО «Кызылкумцемент» и ОАО «Навоiazот», 9 % - на прочих предприятиях. Только от автотранспорта в 2003 г. выброшено 62, 9 тыс. т выхлопных газов.

Таким образом, промышленные предприятия Навоийского вилоята приносят свою лепту в возникающих глобальных экологических проблемах сегодняшнего дня, хотя нельзя отрицать принимаемых действенных мер по снижению техногенной нагрузки на природную среду. Здесь, как нам кажется, вместе с технологическими и инспекционными мерами по охране внешней среды от загрязнений необходимо повышать экологи-

ческое сознание у людей, а у работников промышленности - в первую очередь. Специалисты НГМК считают, что при добыче и переработке полезных ископаемых ущерб окружающей среде возможно снизить на 60-65 % за счет внедрения прогрессивных технологий, около 15 % - за счет экологического сознания у персонала и только 20 % экологического ущерба является неизбежным, вызываемым спецификой горного производства [5]. Поэтому, для снижения техногенной нагрузки на природную среду Навоийского вилоята необходимо наращивать мощности пылегазоочистных установок во всех действующих локальных источниках загрязнения воздушной среды, развивать «сервотехнологию» с последующим переходом на «экотехнологию», усилить работу по массовой экологизации населения Навоийского вилоята.

Список литературы:

1. Яншин А.Д. Научные проблемы охраны природы и экологии. Журн. Экология и жизнь, 1999, № 3
2. Маркович Д.Ж. Социальная экология. М. 1997
3. Рябчиков А.М., Саушкин Ю.Г. Современные проблемы исследования окружающей среды. Вестник МГУ (География). 1973, № 3
4. Названы три крупнейшие авантюры ушедшего года. Газета Экспресс, 2001, № 4
5. Таратынов В.Н., Кочетов А.В. – Внедрение экологически чистых технологий при освоении месторождений Кызылкумского региона. Горный журнал, 2003, № 8

УДК 613.62+616-057(035)

© Шарипова Д.И., Назарова С.Э. 2005 г.

О ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НАГРЕВАЮЩЕГО МИКРОКЛИМАТА В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Шарипова Д.И., ст. преподаватель кафедры «Педагогика» НГГИ; Назарова С.Э., ст. преподаватель кафедры «Педагогика» НГГИ

В условиях производства, где технологический процесс основан на термической обработке сырьевого материала, особое влияние на производственный микроклимат приобретает воздействие высокой температуры воздуха, его влажности и движения, а также излучения от нагретого оборудования, изделий и материалов [1, 2]. Совокупность этих факторов рабочей среды составляет понятие «производственный микроклимат горячих цехов», зависящий от сезонных колебаний метеорологических показателей внешней атмосферы и состояния санитарно-технических средств борьбы с избыточными тепловыделениями. К числу таких производств относятся: горячие цеха цветной и черной металлургии, машиностроительной, химической и текстильной промышленности, стекольных и сахарных заводов, добыча угля и руды в глубоких шахтах и др. Температура воздуха в горячих цехах может достигать 33-40 °С, а в ряде случаев, в особенности в летнее время, и более высоких уровней. В некоторых горячих цехах и глубоких шах-

тах высокая температура воздуха сочетается с повышенной относительной влажностью (80-90 %).

Микроклиматические условия горячих цехов вследствие значительных тепловыделений могут оказывать существенное влияние на теплообмен работающего организма человека. Состояние теплового баланса организма человека определяется количественным соотношением теплопродукции и теплоотдачи обеспечивающих в организме человека почти постоянный уровень температуры тела, необходимый для правильного течения жизненных процессов. В нормальных климатических условиях отдача тепла организмом осуществляется в основном конвекцией и за счет испарения (около 30 %). По мере повышения температуры воздуха значение конвекции уменьшается, а испарение резко повышается, так что эти явления могут произойти при температуре воздуха выше температуры поверхности тела (около 33 %), где тепло отдается только лишь за счет испарения пота для отдачи тепла. Однако, следует учитывать,

что для отдачи тепла 400-600 ккал/ч организму необходимо расходовать пота около 0,8-1 л, или 6-8 л в смену. С такой нагрузкой могут справиться только адаптированные к теплу люди. У неадаптированных или мало адаптированных к теплу людей выполнение тяжелой работы в этих условиях приводит к постепенному накоплению тепла в организме, т.е. к перегреванию.

Ученые утверждают, что приспособление организма к тепловому фактору осуществляется в две стадии при помощи физиологических и биохимических механизмов. Физиологические механизмы адаптации являются мерой экстренной защиты и включаются немедленно при воздействии высокой температуры воздуха. При длительном тепловом воздействии вступают в действие сложные механизмы биохимической адаптации. Если адаптация оказывается недостаточной, тогда воздействие высокой температуры и теплового излучения на организм сопровождается напряжением компенсаторных механизмов терморегуляции. Длительное поступление, при этом, большого количества тепла в организм, превышающего его возможности по теплоотдаче, вызывает нарушение терморегуляции, что приводит к перегреванию организма или к тепловому поражению.

Ведущую роль в патогенезе тепловых поражений отводят функциональным нарушениям нервной системы. Сложные вегетативно-эндокринные нарушения, нарушения водно-солевого обмена, обезвоживание и гипохлоремия следует рассматривать как последовательные патогенетические звенья.

Патогенез основных признаков тепловых поражений можно представить следующим образом. Действие на организм эндогенного тепла осуществляется тремя путями: раздражением терморцепторов, нагреванием тканей и нагреванием крови. В результате раздражения терморцепторов рефлекторно понижается интенсивность обмена веществ, усиливается потоотделение, расширяются периферические сосуды, перераспределяется кровь (гиперемия поверхностных частей тела, анемия внутренних органов), усиливается кровоток вследствие учащения сердечной деятельности, появляются одышка и ряд других изменений, направленных на повышение теплоотдачи и уменьшение теплообразования. Дальнейшее воздействие тепла на терморцепторы приводит к возбуждению центральной нервной системы. Параллельно с рефлекторным воздействием тепла отмечается непосредственное влияние его и нагретой крови на нервные клетки.

Нарушение дыхания и возникающие циркуляторные расстройства становятся причиной уменьшения поступления в организм кислорода и наступающего, таким образом, кислородного голодания. К указанным повреждающим факторам присоединяются нарушения водно-солевого обмена. Дегидратация, возникающая при усиленном потоотделении, способствует выведению из организма хлоридов, что приводит к развитию гипохлоремии. Гипохлоремия усиливает патологические процессы, вызванные дегидратацией, в том числе сгущение крови, которое создает значительную нагрузку на сердце. В результате перегрузки сердца и изменений в сердечной мышце и сосудах, вызываемых высокой

температурой, возникает острая сердечно-сосудистая недостаточность.

Острое перегревание (тепловой удар) в последнее время встречается очень редко, в основном, при аварийных ситуациях. Подострые формы тепловых поражений возможны у неадаптированных людей в первые дни работы в горячем цехе. При длительной работе в условиях горячих цехов могут развиваться признаки хронических перегреваний как следствие длительного функционального напряжения организма, направленного на поддержание постоянства внутренней среды.

При острых тепловых поражениях наблюдаются три клинические формы: легкая, средней тяжести и тяжелая. Тяжесть поражения определяется в основном степенью нарушения терморегуляции. Основными в патогенезе этой формы тепловых поражений являются кислородное голодание и аутоинтоксикация, развивающиеся при тепловом повреждении тканей в результате денатурационных изменений белка.

Характерными симптомами для каждой формы острых тепловых поражений являются признаки поражения в основном центральной нервной системы.

При легкой форме отмечаются жалобы на утомление, общую слабость, вялость, сонливость, головную боль, тошноту. Дыхание и пульс бывают несколько учащены. Температура тела – субфебрильная, реже – нормальная. Кожа влажная, прохладная на ощупь. Отдых и устранение теплового воздействия бывают достаточными для ликвидации этих симптомов в течение 2-3 ч.

Тепловое поражение средней тяжести характеризуется значительными нарушениями различных функций организма и сопровождается следующими симптомами: резко выраженной общей слабостью, головной болью, тошнотой, рвотой. Может наблюдаться кратковременная потеря сознания. Кожа гиперемирована, влажная, потоотделение усилено. Пульс и дыхание учащены, артериальное давление в пределах нормы или незначительно повышено. Температура тела повышена до субфебрильных цифр (40-41 °С). Длительность периода выздоровления при своевременной медицинской помощи 2-3 сут.

Тяжелая форма острого теплового поражения может развиваться из легкой и средней тяжести заболевания. Может возникнуть внезапно, без заметных предвестников, и, также внезапно, в течение нескольких минут, закончиться смертью пострадавшего. В большинстве случаев, при тяжелой форме острого теплового поражения причиной летального исхода являются резко выраженные функциональные расстройства и структурные нарушения в тканях. Эта форма поражения характеризуется быстрым нарастанием тяжести поражения и поэтому бывает кратковременна.

Исследования показали, что лечение тепловых поражений должно способствовать нормализации процессов терморегуляции и других нарушенных функций. Начинать лечение следует с гидропроцедур. В легких случаях лучше всего рекомендовать теплый душ 26-27 °С в течение 5-8 мин., при выраженных формах – ванны 29 °С в течение 7-8 мин. с последующим душем 26 °С. При отсутствии душа и ванн следует применять влажное обертывание в течение 10-15 мин. Холод на голову. Необходи-



димо обильное питье до полного утоления жажды. Полный покой, отдых в лежачем положении.

При наличии показаний необходимо назначать успокаивающие (препараты брома, валерианы) и сердечно-сосудистые средства (камфора, кофеин, кордиамин).



Использовать кислородную терапию. При наличии судорог внутримышечно или внутривенно вводят седуксен – 2 мл (20 мг). Для устранения явлений интоксикации, дегидратации и гипохлоремии показано внутривенное введение изотонического раствора хлорида натрия, глюкозы, плазмы. При судорожной форме дополнительно рекомендуется вводить внутривенно 10 % раствор хлорида натрия. При ослаблении или остановке дыхания рекомендуется вдыхание кислорода в смеси с углекислотой (карбоген), искусственное дыхание, внутривенно – лобелин, цититон.

Очень широко используется опыт специалистов, который предусматривает мероприятия санитарно-технического характера, направленные на улучшение условий микроклимата в горячих цехах и нормализацию физиологических функций организма. Для ограничения отдачи тепла от производственного оборудования в горячих цехах необходимо широко использовать средства локализации тепловыделений и теплоизоляции: теплопоглощительные, теплоотводящие, теплоотражательные экраны. Удаление избытка тепла из горячих цехов осуществляется вентиляцией и аэрацией (организованной естественной вентиляцией). Эффективной считается аэрация, обеспечивающая не менее чем 40-60 – кратный воздухообмен [2]. Создание необходимых условий микроклимата в рабочих помещениях горячих цехов достигается широким внедрением кондиционирования воздуха. Для улучшения отдачи тепла от тела рабочих путем конвекции и испарения в горячих цехах широко используется воздушное душирование. Важное значение для профилактики перегреваний имеет организация места отдыха – комнат с кондиционированным воздухом, водовоздушными душами.

Наряду с санитарно-техническими мероприятиями большое значение имеют рациональные режимы труда и отдыха рабочих горячих цехов. Немалая роль в профилак-

тических мероприятиях перегреваний отводится спецодежде, средствам индивидуальной защиты рабочих, рациональному питьевому и пищевому режиму.

В результате анализа «О профессиональных заболеваниях, вызываемых последствием воздействия окружающей среды на организм человека» можно сделать следующие выводы:

1. Организация питьевого режима должна преследовать цель обеспечения рабочих достаточным количеством питьевых средств. Потребление воды при работе в условиях высокой температуры, как правило, соответствует жажде. В горячих цехах рабочим рекомендуют употреблять корректирующие напитки, содержащие витамины, полноценные белки, минеральные соли. Употребление подсоленной воды (0,3-0,5 % хлорида натрия) рекомендуется только в случае, если влаготери за смену превышают 5 л.

2. Большое значение в профилактике тепловых поражений имеют первичный отбор поступающих на работу в горячий цех, периодические медицинские осмотры, диспансерное наблюдение, позволяющие оценить степень приспособления организма к воздействию высокой температуры, выявить ранние признаки хронических перегреваний.

3. При приеме на работу по ремонту нагревательных печей и агрегатов, связанную с неблагоприятными условиями труда и с повышенной опасностью возникновения аварийных ситуаций, следует проводить испытания будущим рабочим на тепловую устойчивость, а при необходимости – курс тепловой подготовки.

Список литературы:

1. Измерова Н.Ф. Руководство по профессиональным заболеваниям. М.: Медицина, 1983. 382 с.
2. Шабхазян Г.Х. Гигиена производственного микроклимата. Киев. Здоровье, 1977. 135 с.

УДК 577.1:550.4

© Бадалов С.Т. 2005 г.

БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ НЕСТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

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

В работе приводятся новейшие данные по закономерностям распределения 16 важнейших химических элементов: с нестабильными изотопами (K, Zn, Rb, Cd, V), моноизотопов (P, Na, F, I, Mn, Al) и элементов с активной переменной валентностью (S, Fe, Ti, Mo, Cr) в органах и системах человека. В предыдущих работах рассматривались и некоторые другие вопросы этой проблемы [1-3]. Каждый из элементов, приведенных в трех группах, является незаменимым в отношении его особой роли в деятельности конкретных органов и систем. По имеющимся общим сведениям примерное коли-

чественное распределение только 44 из 81 стабильного химического элемента (табл. 1) составляет в человеке (в среднем на 70 кг веса) около 69520 г или 99,3 %. На все остальные 37 стабильных элементов приходится всего 480 г или 0,67 %. В число этих неучтенных элементов входят фтор, селен, теллур, кремний, вольфрам, бром, рений и другие, а также все 6 платиноидов и 14 элементов группы редких земель.

К сожалению, по многим химическим элементам, особенно из числа наиболее редких и рассеянных, данных по их участию в жизнедеятельности человека

Таблица 1

Примерное распределение химических элементов в организме человека (на 70 кг веса)

Содержание элементов в пределах (от - до) (в г)	Количество элементов	Общее содержание в человеке		Химические элементы
		по массе	в % от общего	
45500 - 1000	5	68950	98,5	O, C, N, H, Ca
1000 - 100	5	525	0,75	P, S, Na, K, Cl
100 - 1	4	42,5	0,06	Mg, Fe, Zn, Rb
1 - 0,1	3	0,34	0,005	Sr, Cu, Al
0,1 - 0,01	13	0,45	0,006	Pb, Sn, I, Cd, Mn, Ba, As, Sb, Ti, B и др.
0,01 - 0,001	10	0,038	0,0005	Cr, Ru, Tl, Zr, Mo, Co, Be, Au, Ag, Li
0,001 - 0,0001	4	0,0013	0,00001	Bi, V, Cs, Ga
	44	69518,38	99,32	

крайне недостаточно для учета в данной работе. Что касается радиоактивных элементов (уран, торий, радий, радон и др.), то по их роли в живом веществе существует специальная литература [4]. Отметим, что роль и значение каждого химического элемента или его изотопа (особенно нестабильного) почти не зависит от их содержания в организме в целом, т.к. многие из них, особенно из числа редких и рассеянных, даже при их минимально-возможных количествах (обычно до 1 г и даже в мг), тяготеют в организме только к его конкретным органам или системам, в каждом из которых они являются незаменимыми.

Так, например, весь радий-226, присутствующий в организме в количестве всего 10^{-10} г, приурочен к костной системе [5], в которой замещает кальций в структуре апатита; почти весь рений, которого всего менее 10^{-6} г концентрируется в селезенке; никель, с содержанием около 10 мг, находится, в основном, в костной ткани; йод, которого около 30 мг, тяготеет к щитовидке и мозгу; кобальт, с содержанием всего 3-5 мг, находится в крови и т.д.

Приведенные в табл. 2 данные, составленные с уче-

том специальных работ [6-11], характеризуют только наиболее значимые для организма человека химические элементы и их изотопы.

Рассмотрение биогеохимических особенностей элементов и их изотопов в организме начинаем с элементов, имеющих по одному нестабильному изотопу, каждый из которых в процессах превращений (но не распада атомов) переходит в смежные им изобарные изотопы (K^{40} в Ca^{40} ; Rb^{87} в Sr^{87} и т.д.). Хотя общее количество 5 элементов с нестабильными изотопами в человеке не превышает всего около 150 г, из которых на долю калия приходится почти 140 г, однако, их роль и значение в организме и его отдельных органов и систем уникальна. Только за счет переходов калия в кальций, рубидия в стронций, ванадия в титан и хром и др. в человеке ежеминутно происходит более 550000 превращений, сопровождающихся выделением энергии. Если еще учесть переход углерода - 14 в азот-14 (более 200000), то общее количество этих процессов только за счет всего 4-5 элементов составит не менее 700000 превращений в минуту. Элемент калий с его изотопом K^{40} является одним из важнейших источников энергии в организме. Образующийся при его превращениях Ca^{40} также является крайне необходимым, особенно для постоянного обновления состава костной ткани. По аналогии с периодом полураспада (T) вводится понятие период полувывноса (ПВ). Это время, в течение которого из организма выносятся 50 % конкретного вещества. За почти 6 лет 50 % кальция, которого в организме около 1000 г, должно выводиться и обновляться. Следует при этом учитывать, что основная масса превращений K^{40} и Rb^{87} происходит в сердце, мышечной ткани и мозге, а переход C^{14} в N^{14} – в легких, в газовом состоянии, что очень важно для организма в целом, т.к. азот, которого около 2000 г должен обновляться каждые 90 суток на 50 %.

Следующие два элемента с нестабильными изото-

Таблица 2

Распределение важнейших химических элементов и их изотопов в органах и системах человека (в мг/кг сухой массы, кроме крови) (в круглых скобках - общее количество изотопов)

Элементы Органы	Элементы с нестабильными изотопами					Моноизотопы						Элементы переменной валентности				
	K/K ⁴⁰ (12)	Zn/Zn ⁶⁴ (16)	Rb/Rb ⁸⁷ (24)	Cd/Cd ¹¹³ (23)	V/V ⁵⁰ (10)	P (6)	Na (7)	F (5)	I (25)	Mn (10)	Al (10)	Fe (10)	Ti (14)	Mo (21)	S (10)	Cr (11)
Сердце	9200/0,9	110/52	13/3,6	0,05/0,006	0,01/0,0002	6000	4500	2	-	0,8	0,8	190	0,4	0,2	95000	0,025
Мозг	11600/1,2	46/21	15/4,1	3/0,3	0,3/0,0006	12900	10000	2	0,4	1,1	0,92	200	0,5	0,2	6700	0,12
Кровь	6700/0,6	30/15	10/0,3	0,1/0,01	0,06/0,0001	1000	8000	2	0,3	0,12	1,2	2350	0,1	0,02	8000	0,026
Легкие	8600/0,86	62/30	18/5	0,08/0,01	0,05/0,0001	4800	1200	2,4	0,12	0,82	96	1300	0,3	0,2	-	0,62
Почки	7800/0,78	210/100	17/5	130/16	0,03/0,00006	6900	800	3,2	0,09	3,8	1,1	200	0,4	1,4	6600	0,05
Печень	7400/0,74	130/60	30/8,3	6,7/0,6	0,4/0,001	7400	5500	4	0,001	3,7	1,7	520	0,4	2,8	8400	0,026
Кости	1800/0,18	110/52	5/1,5	2/0,2	10/0,004	120	10000	10000	-	70	30	2000	-	70	500	15
Мышечная ткань	10500/1,0	180/85	24/6,6	0,06/0,007	0,04/0,0001	6300	4000	5	0,12	0,21	5	110	0,4	0,2	6800	0,042
Кожа	1900/0,19	13/0,6	81/22,5	1/0,1	0,02/0,0005	680	9300	-	1,7	0,22	-	29	0,2	0,07	3200	0,29
Сред. содерж. в организме (в г/70 кг)	140	2,3	1,2	0,03	0,000X	700	105	?	0,03	0,02	0,1	4	0,015	0,005	140	0,006
Время выведения из организма 50% (в сутках)	58	245	?	13-47 лет	2-5	0,5	11	808	138	4-40	100	2000	600	30	?	?

пами Zn^{64} , а также Cd^{113} , хотя и считаются одними из наиболее канцерогенных элементов, однако, при их оптимальном содержании в организме человека в пределах их суммы всего 2,0-2,5 г. Они являются фактически более полезными, чем вредными. Последнее зависит от того, что кроме изобарных превращений они могут частично распадаться с образованием более легких элементов (Zn^{64} в Ni^{60} , а Cd^{113} в Cd^{112}). Если цинк должен возобновляться на 50 % каждые 240-250 суток, то у кадмия это время составляет до 50 лет. Повышенная канцерогенность цинка заключается в том, что около 49 % его представлено наиболее легким нестабильным изотопом Zn^{64} с $T = 8 \cdot 10^{15}$ лет, тогда как все остальные 4 стабильных изотопа составляют примерно столько же. От общего количества цинка в организме (около 2-3 г) около 50-55 % его находится в мышечной ткани, примерно 30 % в костной ткани. От цинка, находящегося в крови, около 75-90 % приурочено к эритроцитам и только 15-20 % – к плазме и лейкоцитам. Возможно, что возникновение лейкемии нередко может быть обусловлено именно распадом атомов цинка в эритроцитах, а рак печени также зависит, вероятнее всего, от наличия избытка цинка в этом органе. В распределении кадмия отмечается его тяготение, в основном, к почкам, которые нередко подвергаются его отрицательному воздействию. В отличие от цинка, кадмия в организме всего около 30 мг, из которых его нестабильный изотоп Cd^{113} составляет всего 12,26 %, а наиболее активный и опасный изотоп Cd^{113m} имеет период полураспада всего 13,6 года.

Рубидий с его нестабильным изотопом Rb^{87} , который составляет 27,85 % от общего его количества, с величиной $T = 4,8 \cdot 10^{10}$ лет, концентрируется в основном в печени и мышечной ткани. Изотоп Rb^{87} переходит в Sr^{87} , который в свою очередь активизируется до своего нестабильного изомера Sr^{87m} с $T = 2,8$ часа. За счет этих переходов в человеке происходит около 100000 превращений и распадов в минуту.

Последний элемент этой группы ванадий с его нестабильным изотопом V^{50} , который находится в основном в костной ткани, а также в печени, мозге и крови. В организме человека общее содержание ванадия составляет 0,10 мг, а изотопа V^{50} всего 0,25 % от общего ванадия. Изотоп V^{50} превращается в Cr^{50} и Ti^{50} с выделением энергии. Следует еще учесть, что ванадий способен к изменениям своего валентного состояния от 2 до 7, что также сопровождается высвобождением или поглощением энергии.

Группа моноизотопных элементов по своей количественной значимости в организме начинается с фосфора. Биогеохимической особенностью моноизотопов является то, что по сравнению с другими стабильными химическими элементами, представленными от 2 до 10 стабильными и нестабильными изотопами, они сравнительно легко активизируются за счет различных процессов, протекающих в организме. Не случайно, что именно по этой причине максимальная концентрация фосфора, помимо костной ткани находится в мышечной ткани, мозге и нервной системе. Само слово фосфор означает «светоносец», т.к. он обладает способностью светиться в

темноте. Постоянное свечение с окислением элемента сопровождается выделением свободной энергии, необходимой всем органам и системам человека. Возможно, что при своей активации за счет воздействия различных причин (в том числе космического излучения) обычный его стабильный изотоп P^{31} превращается в свои нестабильные изотопы P^{32} , P^{33} и P^{34} , которые очень быстро распадаясь переходят в более легкие изотопы других элементов с выделением энергии. В связи с этим, количество фосфора в организме человека требует постоянного восполнения. Важнейшим концентратором фосфора является костная ткань, в которой его находится до 90 % от всего фосфора в человеке (почти 700 г из около 800 г). Особенно важно оптимальное содержание фосфора в мозге человека. Фосфор как самый активный из всех моноизотопов за счет процессов распада и превращений за время менее суток на 50 % выводится из организма.

Следующий моноизотоп – это натрий, который составляет в организме около 100 г. Значительная часть натрия тяготеет к мозгу, крови и костной ткани. Как моноизотоп он представлен почти на 100 % в виде Na^{23} , однако у него имеются в незначительных количествах (до 0,00X %) и нестабильные изотопы с массовыми числами 20, 21, 22, 24, 25 и 26, которые после их возникновения сравнительно быстро распадаются с образованием новых более легких элементов (углерод, неон, бор и др.). По этой причине он, также как и фосфор, при окислении светится с выделением энергии, необходимой всем органам, в которых находится. За время около 10 суток 50 % натрия расходуется и выводится из организма, при условии постоянного восполнения.

Следующий моноизотоп – это фтор, представленный почти на 100 % изотопом F. У него также, как и у натрия, имеется еще несколько нестабильных изотопов – с массами 17, 18, 20, 21 и 22, при распаде которых возникают новые элементы, что сопровождается выделением энергии. Общее содержание фтора в организме столь крайне незначительно, что официальные данные об этом пока отсутствуют. Из всех органов и систем человека наивысшие его концентрации приурочены в основном к костной ткани, в которой он участвует в составе фтор-апатита. В значительно меньших количествах фтор входит в мышечную ткань, печень, почки и легкие. Как химический элемент он является весьма активным как в чистом виде, так и в форме различных его соединений. За около 800 дней 50 % фтора должно выводиться из организма и соответственно восполняться в организме в целом.

Особо следует отметить биогеохимическую роль йода, общее количество которого в организме может колебаться в пределах 25-35 мг. Из органов человека он наиболее необходим щитовидной железе, мозгу, а также коже. Даже незначительный недостаток йода (в пределах 5-10 мг) резко отрицательно отражается на общем состоянии организма в целом. Хотя моноизотоп йода представлен почти на 100 % изотопом I^{127} , однако у него имеется много (более 25) нестабильных изотопов с массами от 117 до 139, каждый из которых при распаде атомов с выделением энергии переходит в другие элементы и их изотопы. При радиоактивных процессах,

особенно с участием урана, возникают его нестабильные изотопы (особенно I^{129} с $T = 107$ лет), которые весьма опасны для человека (например, при аварии на Чернобыльской АЭС). За время около 140 суток 50 % йода выводится из организма, что требует обязательного полного восполнения. Недостаток йода в некоторых йододефицитных регионах (Средняя Азия и др.) приводит к эндемическому заболеванию щитовидной железы, что естественно отражается и на работе мозга. Проблема йододефицита была не менее острой еще в древности, когда еще 2500 лет назад в Китае по официальному Кодексу было рекомендовано более широкое использование в пище морских водорослей, как органогенных концентраторов йода из вод морей и океанов.

Моноизотоп Mn^{55} хотя и представлен в очень малом количестве (около 20 мг), однако его роль в жизнедеятельности отдельных органов и организма в целом является уникальной. Наиболее необходим он в костной ткани, а также в печени, почках, но особенно в крови и мозге. Наиболее активно он участвует в процессах кроветворения, а также в ускорении образования антител, нейтрализующих вредное воздействие чужеродных белков. Хотя практически почти на 100 % он представлен одним стабильным изотопом Mn^{55} , однако у него также имеются многочисленные короткоживущие нестабильные изотопы с массами от 50 до 58, каждый из которых после своего зарождения распадается с образованием других более стабильных элементов и их изотопов. Данные процессы, а также значительный диапазон изменения его валентного состояния (от 2 до 7) являются дополнительными источниками образования энергии, необходимой живому организму. За время от 4 до 40 суток 50 % марганца из организма должно выводиться и возобновляться.

Последним элементом из рассматриваемых моноизотопов является алюминий-27, количество которого в организме составляет всего около 100 мг, которые приурочены в основном (в порядке их значимости) в легких, костной и мышечной ткани, а также частично в крови, печени и почках. Алюминий, также как и все другие моноизотопы, кроме основного изотопа с массой 27 (почти 100 %) имеет еще ≈ 10 нестабильных короткоживущих изотопов с массами от 24 до 30, которые с превращениями в изотопы магния, натрия и других элементов сопровождаются выделением свободной энергии. Роль и значение самого алюминия с биогеохимических позиций в организме почти не рассматривалась. За, примерно, 100 суток 50 % алюминия выносятся из организма и соответственно восполняются.

В заключение к разделу о моноизотопах следует особо подчеркнуть их способность к очень интенсивной активации, а также, что не менее важно, наличие у каждого из единственных моноизотопов большого комплекса нестабильных короткоживущих изотопов, которые при их распадах и превращениях переходят в изотопы других элементов, выделяя при этом весьма значительное количество энергии, столь необходимой живому организму для его оптимальной жизнедеятельности.

Из 5 элементов с переменной валентностью особое и незаменимое положение в организме человека играют

железо и сера. Хотя их общее содержание в человеке составляет для серы 170-180 г, а для железа всего около 4 г, однако даже весьма незначительный дефицит этих элементов (для серы 10-20 г, а для железа около 1 г) отрицательно отражается на жизнедеятельности организма в целом. В связи с этим, для примера, рассмотрим более детально роль железа в качестве как положительного, так и отрицательного фактора в жизни человека. Из четырех граммов железа в организме человека только около 2 г должно находиться в крови, а остальные 2 г приурочены к костной ткани и легким. В крови железо присутствует в эритроцитах, в которых в артериальной крови представлено в форме Fe_2O_3 , т.е. в окисной форме, доля кислорода в нем составляет 30 %, тогда как в закисной форме (FeO) кислорода всего 22 %. Эта разница между окисью и закисью Fe и является основой дыхания.

Наиболее характерна роль «лишнего» кислорода (почти 8 %) при поступлении артериальной крови в мозговую область человека, где избыток кислорода должен полностью усваиваться клетками мозга, а все железо в закисной форме с венозной кровью должно возвращаться вновь в легкие для насыщения кислородом и, затем, через сердце повторяется новый цикл кровообращения. Все это происходит или должно происходить только в случае, когда весь избыточный кислород в форме Fe_2O_3 может быть освоен клетками мозга, что характерно для здорового человека с интенсивно работающими клетками мозга. Однако, нередко, особенно для лиц пожилого возраста, избыток кислорода уже не является жизненной необходимостью, т.к. клетки мозга не способны его полностью использовать. В этом случае, неиспользованная часть кислорода в форме Fe_2O_3 фиксируется в клетках, в которых вместе с возникшим здесь-же FeO образует соединение $FeO:Fe_2O_3$ или Fe_3O_4 , что представляет собой кристаллическую форму магнетита со свойственной ему магнитностью. Постоянное увеличение количества магнетита резко отрицательно отражается на деятельности мозга в целом особенно при магнитной активности Солнца, что в конечном счете, нередко, приводит к тяжелейшему заболеванию - склерозу или болезни Альцгеймера [12]. В целях профилактики от этой болезни крайне необходимо более детальное рассмотрение химизма и механизма данного процесса, что должно позволить либо полностью, либо частично уменьшить возможность образования магнетита в клетках мозга.

В этом же отношении, по нашему представлению, необходимо научное обсуждение проблем использования для лечебных целей барокамер различного типа, а также радоновых ванн, что должно быть строго регламентировано. Последнее обусловлено тем, что кроме возможного временного облегчения состояния человека, не менее опасными являются очевидные вредные последствия от радона, что соответствует древним изречениям — «все в меру» и «не навреди», т.е. чтобы в любом случае было больше пользы, чем вреда, а не наоборот. Ведь известно, что именно радон с периодом полураспада всего 3,8 дня является одним из самых опасных для здоровья человека. Наиболее опасными в

этом отношении являются районы городов Янгибад и Алмалык, в которых соответственно происходит 400000 и 10000 распадов радона в м³ воздуха в каждую минуту [13].

Следующим по значимости в организме человека является органогенная сера, которая составляет по массе примерно 170-180 г. Локальные концентрации она образует в наиболее активных органах и системах - сердце, печени, крови, мозге, мышечной ткани и почках. Сера относится к весьма активным элементам почти во всех своих формах нахождения, поэтому ее наличие способствует оптимальной деятельности организма, а ее препараты (сульфамидные) очень широко используются в лечебных целях.

Следующие элементы - молибден и хром хотя и представлены в организме в крайне низких содержаниях (всего по 5-6 мг на кг сухой массы органов человека), однако, их значение особенно резко отражается на оптимальной деятельности, в основном, костной ткани, а также для молибдена еще его весьма активное участие в работе печени и почек. Оба эти элемента обладают способностью изменять состояние валентности от 2 до 5 и даже 7, что естественно сопровождается выделением или поглощением энергии. Молибден участвует в организме и в составе фермента ксантиноксидазы, оптимальное количество которого зависит только от молибдена. При избытке этого фермента ускоряется азотистый обмен в организме, что приводит к заболеванию суставов, т.к. к подагре (артрит); недостаток молибдена приводит к уменьшению количества фермента, что также отражается на общем состоянии здоровья.

Таким образом, из краткого рассмотрения некоторых аспектов биогеохимической роли только 16 химических элементов и их нестабильных изотопов в органах и системах человека вытекают следующие предварительные выводы:

1. Каждый из рассмотренных химических элементов (особенно с нестабильными изотопами, а также моноизотопов или с резко выраженной переменной валентностью) почти независимо от его общего количества в организме в целом (от десятков килограммов до долей миллиграммов) тяготеет в основном только к отдельным органам или системам организма.

2. Наличие подобной избирательной концентрации отдельных элементов или их парагенных сочетаний является одним из критериев оптимальной жизнедеятельности организма в целом.

3. Для многих органов и систем организма определяющим фактором их деятельности нередко является обязательное присутствие одного или нескольких очень редких элементов в минимально возможных количествах (нередко до 1 мг и менее). В частности это относится к щитовидной железе с йодом; селезенке с рением и др.

4. Естественные сочетания химических элементов в отдельных органах или системах зависят в основном от близости их биогеохимических свойств.

5. Организм человека, как необратимая единая динамически-равновесная открытая система, нуждается в постоянной корректировке работы всех его органов и систем с тем, чтобы предотвратить возможные нега-

тивные процессы. Это вытекает из очевидного факта, что профилактику следует проводить для организма в целом как единой системы, а затем, уже как следствие, и ее отдельных органов.

Следует полагать, что XXI век в истории человечества - это век активнейшего учета биогеохимической роли и значения стабильных и, особенно, нестабильных изотопов (с изобарными превращениями и с распадом атомов) в косной и живой материи. Об этом, еще до 1940 г., писал великий биогеохимик современности В.И. Вернадский [6] - «Жизнь и распад, и превращаемость элементов - основа всего сущего на Земле». Он же особо выделил роль философии в науке: «Без философской работы научная мысль не может действовать - не может интенсивно и глубоко идти на углубление ни научных гипотез и теорий, ни космогонических построений».

Фактически, почти каждый из рассмотренных химических элементов, представленных в своих различных формах нахождения и физического состояния, почти независимо от его количественного участия в человеке, является незаменимым и уникальным для оптимальной жизнедеятельности его органов и систем, а также организма в целом. Следует полагать, что одной из важнейших причин возникновения онкологических заболеваний всех органов (кроме сердца) и систем человека является ослабление их жизненных функций, что приводит к застойным условиям, в которых, как правило, распад и превращение клеток и тканей постепенно превращаются в необратимые последствия, завершающиеся онкологией. Наиболее благоприятными условиями их возникновения являются «доброкачественные» опухоли, бородавки и другие образования, как внутренних органов и систем человека, так и его кожной ткани.

Список литературы:

1. Бадалов С.Т. Биогеохимическое значение природных нестабильных изотопов в жизнедеятельности органов и систем человека. Узб. биол. журн., № 1-2, 2003, с. 83-91.
2. Бадалов С.Т. Биогеохимические особенности количественного распределения важнейших химических элементов в органах и системах млекопитающих. Узб. биол. журн., № 3, 2004.
3. Бадалов С.Т. Биогеохимические основы Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева на изотопном уровне. Узб. биол. журн., № 6, 2003, с. 102-111.
4. Чечев В.П., Крамаровский Я.М. Радиоактивность и эволюция вселенной. М.: Наука, 1978, 207 с.
5. Касавина В.С., Торбенко В.П. Минеральные ресурсы организма. М.: Наука, 1975, 198 с.
6. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988, 520 с.
7. Кист А.А. Феноменология биогеохимии и бионеорганической химии. Ташкент, Фан, 1987, 236 с.
8. Популярная библиотека химических элементов. Кн. 1, М.: Наука, 1977, 567 с. Кн. 2, М.: Наука, 1977, 520 с.
9. Романкевич Е.А. Живое вещество Земли. // Геохимия, 1988, № 2, с. 292-306.
10. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: Оникс, XXI век, Мир, 2004, 216 с.
11. Эмсли Дж. Элементы. М.: Мир, 1993, 256 с.
12. Намагиченность предшествует забывчивости. Журнал, М., № 18 (69), 2003, с. 44.
13. Яфасов А. Цветы радонового поля. Газета «Правда Востока» от 07.02.2003 г., с. 4.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ЗАКЛАДОЧНЫХ СМЕСЯХ

Аскарров Б.А., ректор ТАСИ, докт. техн. наук, проф.; **Газиев У.А.**, директор Центра по переподготовке менеджеров для строительства при ТАСИ, канд. техн. наук; **Оруджов У.С.**, зам. технического директора по горным работам АГМК, инженер

Использование отходов промышленности - это экономия труда, природных ресурсов, уменьшение топливно-энергетических и транспортных расходов, защита окружающей среды и уменьшение пахотных земель под отвалы для хранения этих отходов. Так, например, применение промышленных отходов позволяет на 10-30 % снизить затраты на изготовление строительных материалов, а экономия капитальных вложений достигает 35-50 %.

Известно, что капитальные вложения на добычу сырья из недр земли в 2,5 раза превышают капитальные вложения на их переработку. Вот почему такой актуальной является для нашей республики народнохозяйственная задача по комплексной и эффективной переработке отходов промышленности в сырье для производства строительных материалов в виде вяжущих, мелких и крупных заполнителей для бетонов и растворов, в том числе, закладочных смесей для заполнения выработанного пространства при подземных горных работах.

На кафедре «Производство сборного железобетона» ТАСИ совместно с ОАО «Алмалыкский ГМК» в течение последних лет проводится большая научно-исследовательская работа, посвященная комплексному и эффективному использованию отходов промышленности и местных сырьевых ресурсов по разработке рецептур, технологии получения и изучению физико-технических свойств большой гаммы композиционных материалов различного назначения.

В наших исследованиях применяются следующие отходы промышленности и местные сырьевые ресурсы: зола-унос Ангренской ГРЭС; отходы при производстве стали, меди и других металлов; отходы производства минеральных удобрений (электротермофосфорные шлаки); отходы химического производства (щелочесодержащие при производстве капролактама); отходы горнодобывающей промышленности (при добыче мрамора, угля и глиежа) (табл. 1-4).

В настоящее время миллионы тонн отходов промышленности, представляющие интерес для производства различных строительных материалов, образуются на предприятиях десятка ве-

домств, ассоциаций фирм и компаний. Вместе с тем, организации производящие строительные материалы и изделия используют не более 5-10 % всех образующихся отходов, при этом, отчуждаются сотни гектаров пахотных земель для создания отвалов для их хранения.

Одним из направлений наших работ по использованию отходов промышленности является разработка закладочных смесей для заполнения выработанного пространства при подземной добыче золота и других металлов.

Так, для рудника «Каулды» нами были разработаны рецептуры двух видов закладочных смесей: первый - с использованием золы-уноса Ангренской ГРЭС и отходов мраморного карьера «Кора-хона», второй - с использованием шлакощелочного вяжущего (электротермофосфорные шлаки, отходы капролактама) и отходов мраморного карьера (табл. 1, 2)

Таблица 1

Рациональные составы закладочных смесей с использованием золы-уноса и отходов мраморного карьера

№ составов	Расход материалов на 1 м ³ закладочной смеси					Осадка конуса, см	Плотность закладочной смеси, кг/м ³	Средняя прочность на одноосное сжатие, МПа
	Портланд-цемент марки 400, кг	Зола-унос, кг	Отходы мраморного карьера, кг	Горный песок, кг	Вода, л			
1	100	350	870	-	380	11,5	1760	2,6
2	150	300	830	-	375	11,2	1800	4,4
3	200	300	750	-	370	11,4	1820	4,9
4	100	-	1300	-	380	12,0	1710	1,7
5	150	-	1250	-	380	11,7	1750	2,2
6	200	-	1200	-	375	11-12	1780	3,7
7	250	-	1150	-	375	11-12	1800	5,2
8	200	-	-	1200	380	11-12	1780	2,3

Таблица 2

Рекомендуемые составы закладочных смесей с применением шлакощелочного вяжущего

№ составов	Расход материалов на 1 м ³ закладочной смеси					Осадка конуса, см	Плотность закладочной смеси, кг/м ³	Средняя прочность на одноосное сжатие, МПа
	Шлак, кг	Отходы мраморного карьера, кг	Горный песок, кг	Расход щелочного компонента, кг	Плотность щелочного раствора, кг/м ³			
1	150	1290	-	9	1200	11,3	1650	6,8
2	200	1250	-	12	1200	11,8	1700	9,6
3	150	-	1240	9	1200	11,4	1650	4,7
4	200	-	1300	12	1200	11,8	1690	8,9

Таблица 3

Затраты на материалы по первому варианту

Наименование компонента	Норма на 1 м ³ закл. смеси, т	Цена на 1 т сум.	Кол-во, т	Сумма, тыс. сум
Цемент	0,250	26458	9000	238122,0
Зола-унос Ново-Ангренской ГРЭС	0,320	300,0	11520	3456,0
Песок мытый карьера Эйвалек	1,820	3475	65520	227682,0
ИТОГО:				469260,0

Таблица 4

Затраты на материалы по предлагаемому варианту

Наименование компонента	Норма на 1 м ³ закл. смеси, т	Цена на 1 т сум.	Кол-во, т	Сумма, тыс. сум
Цемент	0,150	26458	5400	142873,2
Песок (мраморный отход карьера Кора-хана)	1,2	1250	43200	54000,0
ИТОГО:				196873,0

Составы закладочных смесей (табл. 1) с заменой части портландцемента золой-уноса и полной заменой горного песка отходами мраморного карьера определялись математическим методом планирования экспериментов с дальнейшей корректировкой при изготовлении пробных замесов. Результаты позволяют рекомендовать составы (1, 2, 3) закладочных смесей с уменьшением расхода портландцемента на 15-20 %. Установлено также, что использование отходов мраморного карьера крупностью более 3 мм усиливают абразивную способность закладочной смеси и придают ей повышенную жесткость. Составы (4, 5, 6, 7) определены без введения золы-уноса и рассчитаны на случай ее отсутствия. Состав (8) контрольный, т.е. без применения золы-уноса и отходов мраморного карьера, использовался на руднике «Каулды» до предложенных составов.

Составы закладочных смесей на шлакощелочных вяжущих (табл. 2) без применения дефицитного портландцемента по своим прочностным показателям почти в два раза превосходят прочность закладочных смесей

на цементозольном вяжущем.

Экономический эффект от изменения компонентов закладочной смеси (табл. 3, 4):
 $469260,0 - 196873,0 = 272380,0$ тыс. сум.

В данном расчете в основном рассмотрены расходы на материалы по сравниваемым вариантам и транспортные расходы. Годовой объем закладочных работ 36,0 тыс. м³.

В текущем году стоимость перевозки 1 ткм груза по Каульдинскому руднику составляет 97,26 сум/ткм.

Транспортные расходы

По первому варианту

$C_{\text{цемент}} = 9000 \times 22,5 \times 97,26 = 19695,15$ тыс. сум

$C_{\text{зола-унос ж/д тр.}} = (11520:69) \times 74,844 = 12495,7$ тыс. сум

$C_{\text{песок мытый}} = 65520 \times 42 \times 97,26 = 267444,0$ тыс. сум

$C_{\text{зола-унос авто тр.}} = 11520 \times 22,5 \times 97,26 = 25209,8$ тыс. сум

Итого затрат по первому варианту:

$19695,15 + 12945,7 + 267444,0 + 25209,8 = 324844,65$ тыс. сум

По предлагаемому варианту:

$C_{\text{цемент}} = 5400 \times 22,5 \times 97,26 = 11817,1$ тыс. сум

$C_{\text{отход мрамора}} = 43200 \times 6,5 \times 97,26 = 27310,6$ тыс. сум

Итого затрат по предлагаемому варианту:

$11817,1 + 27310,6 = 39127,7$ тыс. сум

Экономический эффект от изменения компонентов закладочной смеси по транспорту: $324844,65 - 39127,7 = 285716,95$ тыс. сум. Общий экономический эффект по предлагаемому варианту при объеме 36000 м закладочной смеси без учета погрузочно-разгрузочных работ, расхода ГСМ, шин для технологического транспорта: $272380,0 + 285716,95 = 558096,95$ тыс. сум.

По результатам проведенных исследований получено три патента на изобретение патентного ведомства РУз и утвержден нормативный документ «Технологическая инструкция по приготовлению и применению закладочных смесей из отходов промышленности».

УДК 338.4

© Темирова М.Т., Бахрамова Д.А. 2005 г.

НЕКОТОРЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НАВОЙЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Темирова М.Т., ассистент кафедры «Экономика (по отраслям)» НГГИ; Бахрамова Д.А., ассистент кафедры «Экономика (по отраслям)» НГГИ

Одной из важнейших задач экономических реформ, осуществляемых в Республике Узбекистан, является углубление процессов приватизации и формирования конкурентной среды с целью достижения устойчивого экономического роста и стабилизации экономики. И здесь важно, - как довести до конца начатую работу по

реформированию систем управления в базовых отраслях и, прежде всего, в сфере так называемых естественных монополий: энергетике, железной дороге, а также сельском хозяйстве, хлопкоочистительной и химической промышленности.

Химическая отрасль сформировалась как естественная монополия, имеющая стратегическую важность в удовлетворении потребностей сельскохозяйственного сектора экономики в минеральных удобрениях, что предопределяет необходимость учета данной специфики и обеспечения мер государственного регулирования.

Вместе с тем, отрасль в силу особых условий и специфики производства в настоящее время имеет благоприятные перспективы для развития инновационных процессов. Для этого она располагает необходимой сырьевой базой, развитой инфраструктурой, квалифицированными кадрами и научной базой.

Развитие химической промышленности является приоритетной общегосударственной задачей современного этапа углубления реформ, так как она определяет, наряду с другими базовыми отраслями, экономический, а также экспортный потенциал республики.

Её особое положение обуславливается достаточно высокой долей в валовой продукции промышленности (около 6 %), в индустриальном комплексе (свыше 20 %) и тесной взаимосвязью развития с другими отраслями, прежде всего, с аграрным сектором экономики. Однако, ухудшение производственных условий, недостатки в осуществлении структурной и инвестиционной политики стали одним из главных факторов напряженного финансового положения предприятий отрасли.

В сложившихся условиях особенно актуальным становится вопрос поиска источников инвестиций и внедрения новых инновационных проектов.

Ведущая подотрасль химической промышленности – производство минеральных удобрений и химических средств защиты растений, обеспечивающее в основном устойчивое развитие производства хлопка, зерновых, плодовоовощных культур, т.е. для всего аграрного сектора и, соответственно, связанных с ним других отраслей экономики – в первую очередь, текстильной, легкой и пищевой промышленности.

Структура производства продукции химической промышленности по подотраслям в 2002–2003 гг. характеризуется табл. Её анализ позволяет утверждать,

Т а б л и ц а

Структура производства продукции по ГАК «Узхимпром»*

Показатели	Объем товарной продукции в сопоставимых ценах			
	2003 г.		2004 г.	
	в млн сум	%	в млн сум	%
ВСЕГО:	61333,5	100,0	67482,8	100,0
В том числе по подотраслям				
Предприятия минеральных удобрений и ХСЗР	45954,4	74,9	47225,8	70,0
Лакокрасочная продукция	4770,9	7,7	6930,4	10,3
Предприятия, производящие спирт пищевой и технический	5438,3	8,9	6008,3	8,9
Резинотехническая продукция	2058,0	3,4	2561,0	3,8
Специализированные предприятия по выпуску ТНП	1321,0	2,2	2134,3	3,2
Прочие	1790,9	2,9	2623,0	3,8

* По данным ассоциации «Узхимпром»

что основу современной структуры отрасли определяет, главным образом, развитое производство минеральных удобрений, прежде всего азотных и фосфорных, на долю которых приходится около 70 % валовой продукции отрасли.

Ведущим производителем, на долю которого приходится 60 % от общего объема производства азотных удобрений является ОАО «Навоиозот». По предприятиям фосфорной группы – Алмалыкское ОАО «Аммофос», Самаркандский химический завод, Кокандский суперфосфатный завод. Все эти предприятия испытывают трудности «трансформационного спада» производства.

Указанные трудности, негативно сказывающиеся на стабильной работе предприятий, позволили сделать вывод: взаимосвязь с аграрным комплексом республики деформирует финансовую, общезакономическую структуру с показателями деятельности отрасли, создает предпосылки для искажения реальных финансово-экономических показателей в разрезе предприятий, видов продукции и затрат, негативно влияет на интересы предприятия.

Учитывая важность решения данной проблемы, следует также отметить, что она во многом зависит от того, насколько эффективно будут использоваться все необходимые возможности для финансового оздоровления каждого предприятия индивидуально. В связи с этим, в качестве объекта исследования было выбрано сложное, многопрофильное предприятие отрасли – ОАО «Навоиозот», как ведущее и стратегическое по отрасли.

На рис. 1 определен его удельный вес, составивший 68,4 % в общем объеме производства, при этом, по минеральным удобрениям – свыше 31 % и 41 % по азотным.

Вместе с тем, ОАО «Навоиозот» является единственным производителем и экспортером в Республике (100 % экспорта) уксусной кислоты и волокна «нитрон». При этом, удельный вес товарной продукции ОАО «Навоиозот» от общего объема выпуска товарной продукции по отрасли составил 26,9 %. Следует

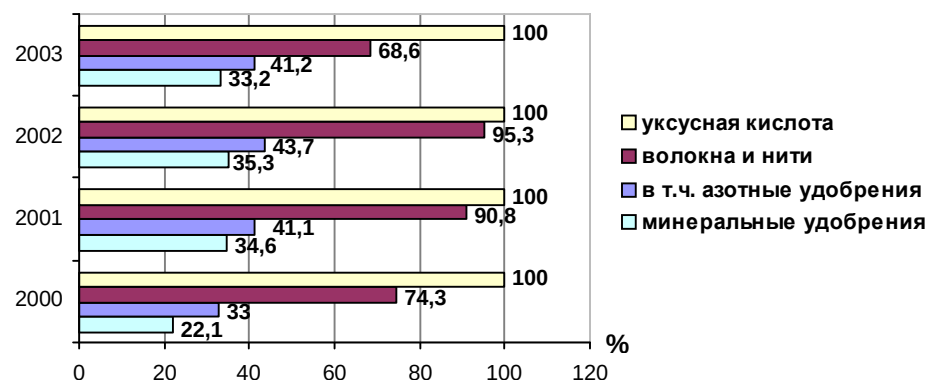


Рис. 1. Удельный вес ПО «Навоиозот» в производстве химической продукции ассоциации «Узхимпром» за 2000–2003 гг. (По данным ассоциации «Узхимпром»)

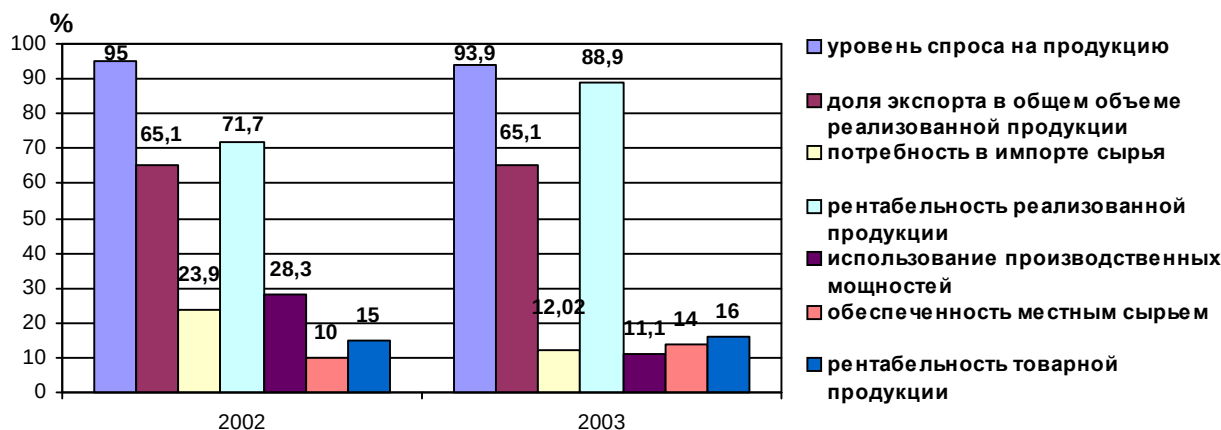


Рис. 2. Основные показатели финансово-экономического состояния ОАО «Навоиазот» за 2002-2003 гг. (По данным ассоциации «Узхимпром»)

также отметить, что предприятие является одним из крупных градообразующих промышленных предприятий в Навоийской области, удельный вес продукции от общего объема выпуска региона составил в 2003 г. 27 % (среди крупных предприятий области - третье место, а по городу Навои (49,7 %) – второе место).

Рис. 2 свидетельствует, что по предприятию, наряду со снижением потребности в импорте сырья и уровня спроса на готовую продукцию, в 2003 г., в сравнении с 2002 г., отмечен рост обеспеченности местным сырьем, рентабельности товарной и реализованной продукции. При этом, снижение спроса на готовую продукцию было обусловлено неэффективностью работы отделов предприятия, непосредственно занимающихся сбытом продукции, как на внутренний, так и на внешний рынок. Высокая цена на минеральные удобрения из-за высокой стоимости энергоресурсов и насыщение ими мирового рынка, привели к потере значительной доли традиционных рынков сбыта. Вместе с тем, имеющийся производственный и научно-технический потенциал, при критическом уровне износа основных фондов, существенно ограничивают возможность активизации экономической деятельности предприятия. Высокая капиталоемкость объективно требует совершенствования механизма стимулирования долгосрочных вложений финансовых ресурсов и создания благоприятного инвестиционного климата для стратегических партнеров ОАО «Навоиазот».

Основываясь на анализе финансово-хозяйственной деятельности ОАО «Навоиазот», а также статистических данных бухгалтерской отчетности можно сделать следующие наиболее важные выводы:

1. Экономическая теория и мировой практический опыт свидетельствуют, что внедрение новых технологий и инноваций является важнейшей предпосылкой развития рыночной мотивации у производителей и притока отечественных и иностранных инвестиций. Результатом изменений, прежде всего на микро уровне, будут, в конечном счете, позитивные сдвиги в структуре и объеме производства, что окажет соответствующее влияние и на макроэкономические показатели в целом.

2. Результатом модернизации и реконструкции предприятия должно быть решение, по крайней мере, двух основных задач: полная загрузка производственных мощностей и стимулирование конкурентной сре-

ды. Формирование последней заключается главным образом, в ликвидации монополизма отдельных производств и целых сфер деятельности путем образования множества предприятий, выпускающих однородную продукцию или оказывающих одинаковые услуги, но основанных на разных формах собственности – государственной, коллективной, частной и других.

3. Экономическое обследование показало, что наибольшие трудности, которые испытывает сегодня предприятие, связано с чрезмерным налоговым временем и большой задолженностью перед бюджетом; высокой стоимостью сырья, материалов, энергоносителей; низкой платежной дисциплиной; устаревшей технической базой; недостаточной квалификацией кадров, нерациональным использованием трудовых ресурсов; плохой организацией сбыта продукции, неразвитостью бытовой инфраструктуры; низкой заинтересованностью работников предприятия в результатах своей деятельности.

4. Анализ финансовых результатов ОАО «Навоиазот» позволяет сделать следующие выводы. Себестоимость продукции возросла с 5659,6 млн сум до 11333,7 млн сум. Преобладает рост операционных расходов от основной деятельности, вызванный удорожанием импорта сырья, обусловленном высокими импортными пошлинами, ставками НДС при ввозе, наличием на предприятии устаревшей энергоемкой технологической базы, что снижает конкурентоспособность продукции на мировом рынке.

Отсутствие чистой прибыли за 2002 г. отражает проблемы предприятия в системе его менеджмента и сбыта продукции.

Инвестиционная привлекательность ПО «Навоиазот», с точки зрения перспектив развития, обусловлена дальнейшим развитием импортозамещающих производств и дальнейшего увеличения ассортимента экспортируемой продукции.

Перспективы развития предприятия должны предусматривать техническое перевооружение и реконструкцию существующих производственных мощностей, и ввод новых, ориентацию на выпуск конкурентоспособной на внешнем рынке продукции. Основные направления развития предприятия в постприватизационный период: модернизация, реконструкция и строительство взамен выводимых физически и морально устаревших мощностей, в том числе по производству минеральных

удобрений и сырья для них; обеспечение потребностей сельского хозяйства Республики в минеральных удобрениях; экспорторасширение и импортозамещение; экономия сырьевых и энергетических ресурсов за счет внедрения передовой техники и технологии; доведение качества продукции до мировых стандартов; обеспечение финансового оздоровления и повышения рентабельности предприятия.

В целом, рекомендуемые организационные меры и

инвестиционные решения направлены, прежде всего, на максимальное обеспечение сельского хозяйства минеральными удобрениями за счет собственного производства. Укрепление финансового состояния предприятия в сочетании с совершенствованием структуры управления значительно повысит его инвестиционный потенциал.

УДК 338.4

© Азимов Б.Ф., Рустамова М.В., Холикова Д.М. 2005 г.

ИНСТРУМЕНТЫ И ЗАДАЧИ МОНЕТАРНОЙ ПОЛИТИКИ В МАКРОЭКОНОМИКЕ

Азимов Б.Ф., доцент кафедры «Экономика (по отраслям)» НГГИ, канд. экон. наук; **Рустамова М.В.**, студентка III курса кафедры «Экономика (по отраслям)» НГГИ; **Холикова Д.М.**, студентка II курса кафедры «Экономика (по отраслям)» НГГИ

«Важнейшим приоритетом проводимых в нашей стране не только экономических, но и социальных реформ является укрепление собственной валюты, представляющей собой своеобразный показатель устойчивости экономики, барометр успешной реализации намеченных преобразований».

И.А. Каримов

Основной целью реформ в области денежно-кредитной политики является создание необходимых условий для преодоления кризиса и оздоровления национальной экономики через последовательное снижение уровня инфляции, создание предпосылок для стабилизации производства. Мало проводить жесткое регулирование сферы обращения и стремиться к устранению избыточного совокупного платежеспособного спроса, нужно разрабатывать и осуществлять крупные целевые инвестиционные программы, позволяющие ликвидировать диспропорции в экономике, а следовательно, и причины, порождающие инфляцию.

Искусственное подавление инфляции, без вскрытия причин ее порождающих, может загнать вглубь истинные ее корни, которые впоследствии могут привести к ее возрождению, вызвать углубление кризиса.

Макроэкономическая стабилизация есть жизненно необходимый этап создания соответствующих условий и предпосылок для оживления экономики и ее струк-

Мировой опыт развития знает два пути стабилизации экономики.

Первый – монетаристский, основанный на поддержании минимально необходимого уровня инфляции и стабилизации денежного обращения за счёт управления денежной массой и совокупным платежеспособным спросом. Этот подход не обеспечивает структурной перестройки и, зачастую, приводит к сокращению объемов производства, замораживанию инвестиционной деятельности.

Второй – кейнсианский, основанный на стимулировании развития производства и предпринимательской деятельности, на содействии осуществлению структурных преобразований и ликвидации диспропорций в экономике в сочетании с мерами регулирования финансовой и денежной политики.

Можно пронаблюдать инструменты и этапы в монетарной политике, в частности то, как центральный банк влияет на объем производства и уровень цен на товары

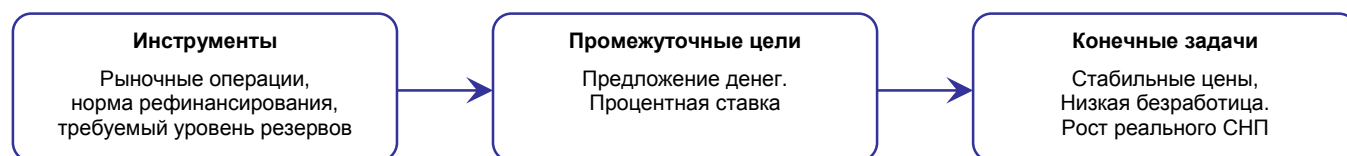


Рис. Схема управления уровнем баланса предложения денег

турных преобразований, активизации инвестиционной деятельности, увеличения числа рабочих мест, роста реальных доходов населения. Стабилизационная политика – это, прежде всего целенаправленная программа по поддержанию макроэкономического равновесия, по недопущению обвального спада производства и массовой безработицы, обеспечению управляемости уровня инфляции и денежной массы, сохранению платежного баланса.

и услуги. Уровень баланса Республики Узбекистан контролирует предложение денег и условия кредитования. Уровень баланса управляет предложением денег по схеме (рис.).

Покупая или продавая государственные ценные бумаги на открытом рынке (или аукционе) Центральный банк (ЦБ) может повлиять на уровень банковских резервов, соответственно снижая или увеличивая их. Ежемесячно ЦБ решает вопрос, нужно ли «качать» большие резервы в банковскую систему, покупая крат-

косрочные Государственные облигации (сертификаты) или необходимо ужесточить монетарную политику, продавая государственные ценные бумаги.

Вышеприведенная схема показывает множество этапов, проводимых ЦБ.

Монетарная политика позволяет контролировать совокупный спрос. Рассмотрим как это происходит.

Допустим, ЦБ решил повлиять на совокупный платежеспособный спрос, объем выпуска и цены. Необходимо снизить темпы инфляции. Здесь можно отметить следующие пять этапов:

1. Чтобы начать этот процесс ЦБ принимает меры по сокращению банковских резервов путем продажи на аукционе (бирже) ценных бумаг, и это изменяет балансовые показатели банков, уменьшая банковские резервы.

2. Каждый сум сокращения банковских резервов мультикативно уменьшает объемы чековых депозитов, а значит и предложение денег.

3. Сокращение предложения денег приводит к увеличению нормы рефинансирования и ужесточает условия предоставления кредита.

4. По мере роста процентной ставки и сокращения рыночной стоимости богатства, чувствительные к процентной ставке затраты-инвестиции – имеют тенденцию к сокращению.

5. Наконец, давление жесткой денежной политики, при сокращении совокупного спроса, снижает уровень дохода, численность рабочих мест, выпуск продукции и темпы инфляции. Анализ совокупного спроса и совокупного предложения показал, что некоторые снижения в инвестициях или в других автономных параметрах спроса могут «давить» на объем выпуска и занятость более существенно (мультипликативно).

Все этапы анализа мы можем представить как:

$R_{\text{уменьш.}} \rightarrow M_{\text{сниж.}} \rightarrow I_{\text{повыш.}} \rightarrow J, C, X_{\text{сниж.}} \rightarrow AD_{\text{сниж.реальн.}} \rightarrow R_{\text{сниж.}}$

где R – резерв банков; M – предложение денег; I – процентная ставка; J – объем инвестиции; C – потребление; X – чистый экспорт; AD – совокупный спрос; R – уровень цен.

При выработке стабилизационной программы необходимо опираться не на жесткий монетаризм, а на сбалансированную монетарную политику в сочетании с политикой стимулирования развития базовых отраслей и структурных преобразований.

Основные направления достижения стабилизации экономики в краткосрочном периоде, на наш взгляд, таковы:

- не допущение снижения объемов производства, если оно не связано со структурными изменениями и техническим нововведением;
- создание благоприятных условий для подъема производства в приоритетных отраслях (прежде всего в нефтяной, энергетической, перерабатывающей и т.д.);
- обеспечение в заданных пределах устойчивости государственного бюджета и финансового положения предприятий;
- изучение глубоких причин, порождающих инфляцию и подавление информационных процессов;
- проведение антиинфляционных мер, укрепляющих национальную валюту, активизирующих внутренний рынок долгосрочных инвестиций, поддерживающих устойчивый уровень жизни населения;
- улучшение состояния платёжного баланса и государственных валютных резервов, сохранения стабильности, обменного курса сума к твёрдым иностранным валютам;
- проведение сбалансированной, сильной социальной политики и обеспечение стабильного социального положения населения;
- внедрение целенаправленной программы по оплате труда.

УДК 338.4

© Темирова М.Т. 2005 г.

ЧЕТ ЭЛ КАПИТАЛИНИ ЖАЛБ ЭТИШ ЗАРУРАТИ НИМАДА?

Темирова М.Т., НДКИ «Иқтисод (соҳалар бўйича)» кафедраси ассистенти

Халқаро капитал муомаласига эга бўлган иқтисодиётда, агар импорт экспортдан устунлик қилса, бу мамлакатнинг ўз имкониятларидан кўра кўпроқ истеъмол этаётганидан далолат. Демак, агар мамлакат ичида жамғариш инвестициялардан кўп бўлса, унда бу мамлакат экспорти импорт ҳажмидан кўпроқ бўлади. Агар, аксинча бўлса, бундай мамлакатнинг экспорт ҳажми унинг импортидан кам бўлади. Ўз имкониятларига қараганда ортиқроқ истеъмол қилувчи мамлакат ташқаридан, четдан жалб қилинадиган инвестициялар ҳисобига ўз экспортининг импортдан ортиқ бўлишига интилади. Бундай ҳолда жалб қилинадиган инвестициялар кредит тусини олади.

Чет эл капиталини жалб этиш деганда, биз унинг икки шаклини тасаввур этишимиз мумкин: ссуда капитали ва унумли (инвестиция) капитал.

Мамлакатимизга чет эл капиталини кенг миқёсда жалб қилишни, назаримизда, имкониятга қараб ссуда капитали ёки қарзлар шаклида эмас, балки бевосита чет эл инвестициялари (БЧИ) кўринишида амалга ошириш лозим. Бу долзарб масала.

И.А. Каримов таъкидлашларича, «Хорижий инвестицияларни жалб этмай, айниқса, етакчи тармоқларда чет эл сармояси иштирокини кенгайтирмай туриб, иқтисодиётимизда таркибий ўзгаришларни амалга ошириш ва модернизациялаш, корхоналаримизни замона-

вий техника билан қайта жиҳозлаш, ҳамда рақобатга бардошли маҳсулот ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш мумкин эмас» [1].

Ҳозирги давргача Ўзбекистонда ташкил қилинган қўшма корхоналар фаолиятини бир хилда баҳолаш ғоят мураккабдир. Манзара барча параметрлар: ташкил этилган вақти, иштирокчилари, истикболлари бўйича ғоят ранг-барангдир. Қўшма корхоналардаги шериклар орасида жаҳоннинг деярли барча қитъаларидан, жумладан 80 дан ортиқ мамлакатдан инвесторлар иштирок этмоқда. Чет эл инвестициялари иштирокидаги корхоналар

Инвестицияларни молиялаштириш манбаларидаги хусусият давлат бюджети маблағлари солиштирма салмоғининг юқорилиги, корхоналар маблағлари ва хусусий маблағлари солиштирма салмоғининг пастлиги ҳисобланади. Уларнинг солиштирма салмоғи кейинги йилларда деярли икки марта камайди ва бир неча марта чет эл кредитлари солиштирма салмоғи ошди, аммо бевосита чет эл инвестицияларининг улуши пасайди.

Ҳар бир мамлакат ўз тараққиёти хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда, БЧИни трансегаравий қўшилиш ва сотиб олиш ёки янги корхоналар ташкил қилиш орқали жалб қилиш сиёсатининг ҳал қилиниши лозим бўлган

вазифаларига қараб ўзи мустақил белгилайди. Ҳозирги босқичда БЧИни Ўзбекистонга жалб этиш биринчи ўринда хусусийлаштириш жараёнлари ва иқтисодиётнинг базавий тармоқларини ривожлантириш билан боғлиқ.

БЧИлар оқимини кенгайтиришда қулай шароитлар яратишда биринчидан, уларнинг фаолиятини мамлакатлараро айирбошланишидан, иккинчидан, қўшимча аниқ ва ноаниқ рискларга дуч келиш эҳтимолларидан, учинчидан, капи-

тал оқимининг вақтли концепиясидан келиб чиққан ҳолда иш юритиш жоиз.

Ўзбекистонда таркибий ўзгаришлар шароитида, жами қўшимча рисклар орасида, валюта rischi ажралиб туради. Ҳукумат кафолати билан олинадиган кредитлар ва қарзлар ролининг ошиб бораётганлиги инвестиция муҳити ва инвестицион фаолиятни давлат томонидан тартибга солишни янада такомиллаштириш мақсадида кескин чора-тадбирлар қўрилишини такозо этадики, унга иқтисодиётнинг устувор секторларида солиқ кредитларидан кенг фойдаланишга ўтиш билан эришиш мумкин.

Адабиётлар рўйхати:

1. Каримов И.А. Озод ва обод Ватан, эркин ва фаровон ҳаёт – пировард мақсадимиз. Т.8. Т.: «Ўзбекистон», 2000, 393-бет.
2. «Ўзбекистонда хорижий инвестициялар». БПК журнали, 10/99. 39-бет.
3. Transition report 2002. Energy in transition European Bank for Reconstruction and Development.

УДК 338.4

© Ишбўтаева Ҳ.М., Низомова М.С. 2005 г.

ТАШКИ ИҚТИСОДИЙ ФАОЛИЯТ ВА ИҚТИСОДИЙ КЎРСАТ-КИЧЛАР ТАҲЛИЛИ

Ишбўтаева Ҳ.М., НДКИ «Иқтисод (соҳалар бўйича)» кафедраси катта ўқитувчиси; Низомова М.С., НДКИ «Иқтисод (соҳалар бўйича)» кафедраси катта ўқитувчиси

Ўзбекистоннинг ташки иқтисодий сиёсати аниқ белгиланган мақсадлар ва уларни амалга оширишга қаратилган асосий тадбирларни ўз ичига олади.

Биринчидан, Республика миллий иқтисодиётининг кучли экспорт бўғинини ташкил этувчи ва уни жаҳон

бозорида муносиб ўринга эга бўлишини таъминловчи соҳаларини аниқлаш.

Иккинчидан, иқтисодиётнинг экспорт бўғинида давлат томонидан қўллаб-қувватлаш усулларида кенг фойдаланиш.

Бозор иқтисодиётига ўтишнинг ҳозирги босқичида ташқи иқтисодий фаолиятни бошқариш тизимининг асосий вазифалари қуйидагилар ҳисобланади:

- республика миллий манфаатларига жавоб берувчи ва унинг жаҳон ҳамжамиятидаги ўрнини таъминловчи ташқи иқтисодий сиёсатни ишлаб чиқиш ва амалга ошириш;
- ташқи иқтисодий фаолиятни ташкил этишнинг қонуний асосларини ўрнатиш;
- мулкчилик кўринишининг турли шаклларида қатъий назар, ташқи иқтисодий фаолиятнинг барча иштирокчилари учун энг юқори самарадорликни таъминлаш, уларнинг фаолияти ва манфаатларини ҳимоя қилиш.

Ҳар қандай давлатнинг ташқи иқтисодий сиёсати маълум бир мақсадларга таянади, ҳамда шу сиёсат даврининг ўзига хос хусусиятларига биноан белгиланади.

1-жа д в а л

Ташқи савдо оборотининг соҳалар бўйича кўрсаткичлари
(Навоий вилояти мисолида)*

Ташқи савдо обороти	2003	2004	2003 йилга нисбатан, %
Ташқи савдо обороти	342,1	335,9	98
- МДХ давлатлари	83,0	79,1	95
- бошқа чет давлатлар	259,1	256,8	99
Экспорт	184,1	191,2	103
- МДХ давлатлари	5,3	9,0	169
- бошқа чет давлатлар	178,8	182,2	101
Импорт	158,0	144,7	91
- яқин хорижий давлат	77,7	70,1	90
- узоқ хорижий давлатлар	80,3	74,6	92

* Ўзбекистон Иқтисодиёти 2004 й. I-чорак учун шарҳ (статистик тўплам)

2-жа д в а л

Навоий вилояти ижтимоий-иқтисодий ривожланиши
ўртасидаги табақалашув даражаси
(аҳоли жон бошига индекс кўрсаткичи)*

	2003 (I)	2004 (I)	2003 йилга нисбатан, %
Ялпи ҳудудий маҳсулот	1,687	1,763	104,5
Саноат ишлаб чиқариш	3,737	4,086	109,3
Халқ истеъмоли товарлари	0,653	0,721	110,4
Қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари	1,400	1,222	87,2
Инвестициялар	2,598	1,707	65,7
Чакана товар айирбошлаш	0,810	0,841	103,8
Пуллик хизматлар кўрсатиш	0,770	0,933	121,2

* Ўзбекистон Иқтисодиёти 2004 й. I-чорак учун шарҳ (статистик тўплам)

Жумладан, улар орасида энг муҳимлари қуйидагилардир:

- экспортни ривожлантириш ва унинг тузилишини яхшилаш;
- импорт тузилишини такомиллаштириш;
- чет эл инвестицияларини жалб этиш борасида чиқарилган имтиёз ва преференцияларни такомиллаштириш тадбирларини ташкиллаштириш;
- барча халқаро битимлар (экспорт-импорт операциялари, валюта олиб чиқиш) устидан назоратни шакллантириш.

Шу билан бирга ташқи иқтисодий сиёсат миллий валютани мустаҳкамлаш ва уни бошқа валюталарга эркин алмашинувини таъминлашни, ички нархларни жаҳон бозори нархларига яқинлаштишини таъминлаш мақсадида, баҳолар ислохотини тугаллашни назарда тутди.

Ўзбекистонда ишлаб чиқариш ва ишчилар бандлиги бўйича нодавлат сектори устун туради. 2003-2004 йилларда бу секторда 104,4 % ялпи ички маҳсулот, 106,2 % саноат маҳсулотлари, 105,1 % чакана товар айланиши, 107,9 %

халқ-қа пулли хизмат кўр-сатиш амалга оширилди.

Жумладан, Навоий вилояти ташқи иқтисодий фаолияти статистик маълумотларига биноан кўрсаткичлари қуйидаги жадвалда келтирилган (1, 2-жадвал).

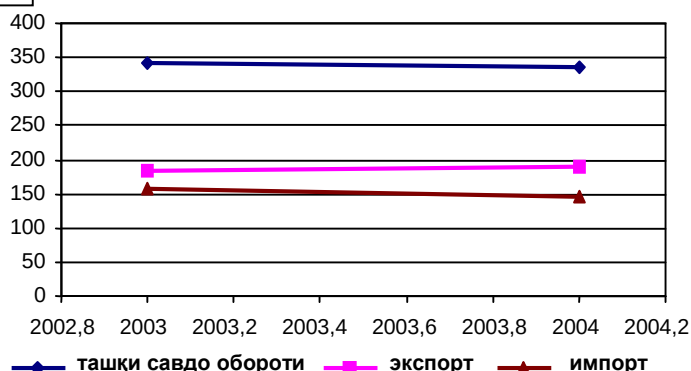
Узоқ чет давлатларига 95,5 % кимёвий маҳсулотлар, 95,3 % ҳар хил маҳсулот экспорт қилинган. 89,5 % озиқ-овқат товарлар, 65,1 % кимёвий маҳсулотлар, 45,5 % машина ва ускуналар, 66,7 % энергоузаткичлар вилоятимизга кириб келган.

Ташқи савдо оборотида кичик ва ўрта бизнес ташкилотларининг ҳам ўрни бор (1-расм). Улар 8,4 млн АҚШ \$ ёки умумий ташқи савдо оборотининг 25 % ни ташкил этади. Экспорт 0,7 млн АҚШ \$ ни импорт эса 7,6 млн АҚШ \$ ни (5,3 %) ни ташкил этади. Жумладан, Навоий шаҳри – 52,4 % (экспорт-30,3 %; импорт-81,7 %), Зарафшон шаҳри – 43,7 % (экспорт-63,6 %; импорт-17,3 %).

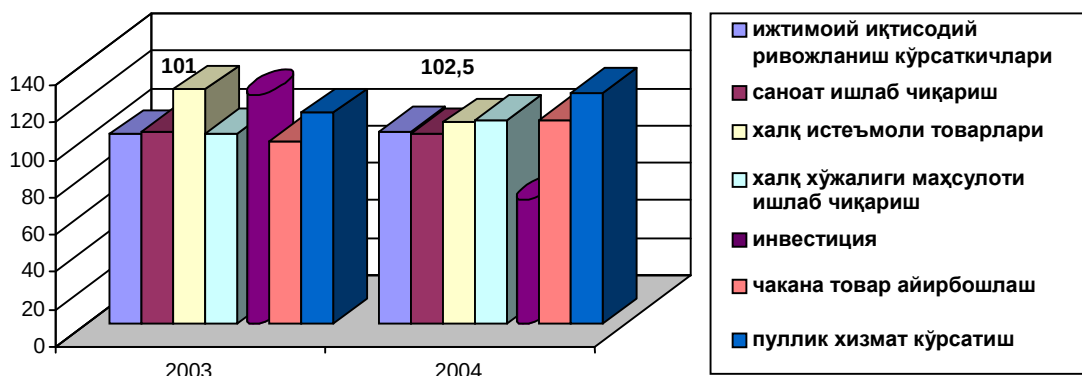
Асосий ташқи савдо ҳамкорлари МДХ давлатларидан Россия – 13,1 %, Украина – 6,3 %, Туркменистон – 1,9 %, чет эл давлатларидан Буюк Британия – 42,2 %, США – 10,7 %, Бельгия – 3,2 %, Германия – 3,1 %, Швейцария – 2,6 %, Италия – 1,5 %, Япония – 1,5 %.

Демак, барқарор иқтисодий ўсиш келажаги аксарият жиҳатдан инвестиция жараёнлари тенденциялари билан аниқланади.

Иқтисодиётда инвестиция динамикаси нобарқарор бўлиб, ҳисобот даврида 0,5 % дан 4,5 % гача ўзгариб туради (2-расм). Бунинг асосий сабаблари инвестиция



1-расм. Ташқи савдо оборотининг соҳалар бўйича кўрсаткичлари (Навоий вилояти мисолида) (Ўзбекистон Иқтисодиёти 2004 й. I-чорак учун шарҳ (статистик тўплам))



2-расм. Навоий вилояти ижтимоий-иқтисодий ривожланишининг асосий кўрсаткичлари динамикаси (Ўсиш суръатлари ўтган даврга нисбатан таққослама баҳоларда) (Ўзбекистон Иқтисодиёти 2004 й. I-чорак учун шарҳ (статистик тўплам))

маблаглари таркибида уларнинг манбалари бўйича хусусий инвестицияларнинг пастлиги ва банк соҳасининг ривожланмаганлиги, авваломбор, жамғармаларни тўп-ланиши ва уларни иқтисодиётнинг реал секторларига йўналтиришдаги камчиликлар ҳисобланади.

Жаҳон тажрибасига муурожаат қиладиган бўлсак, валютани эркинлаштиришнинг оқибатларини макроиқтисодий динамикасида тўлиқ ифодасини топиш учун

камида 1,5-2 йил вақт керак бўлади.

Валюта бозорини эркинлаштиришнинг асосий натижаси яширин сектор, баҳо ва курслардаги фарқларни чегаралаш, ҳамда туб янги иқтисодий ўсишга ўтиш (самарадорлик ўсиши, хусусий сектор улушини ошиши ва тўғридан-тўғри хорижий инвестициялар жалб қилиниши) ҳисобланади.

УДК 347.24(575.10)

© Раупов Х.Р., Джуроева Д.Д., Хаитова М.Р. 2005 г.

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ НОРМАТИВНЫХ АКТОВ КАК ИСТОЧНИКОВ ГОРНОГО ПРАВА

Раупов Х.Р., зав. кафедрой «Общественные науки» НГГИ, канд. истор. наук; **Джуроева Д.Д.**, ст. преподаватель кафедры «Общественные науки» НГГИ; **Хаитова М.Р.**, ассистент кафедры «Общественные науки» НГГИ

Горное право, как самостоятельная отрасль права, регулирует общественные отношения в области изучения, использования и охраны недр, при этом имея свой предмет, метод правового регулирования, источники, основные принципы и функции [1-3].

Рассмотрим систему источников данной отрасли права.

Под источниками права понимаются способы его объективного выражения. Общепринятыми источниками права являются: правовой обычай, юридический прецедент, нормативный правовой акт.

В Республике Узбекистан правовой обычай и юридический прецедент не нашли своего широкого применения в качестве источников права. Источниками права в нашем государстве выступают общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры Республики Узбекистан, законы и подзаконные акты.

Принятые Олий Мажлисом Республики Узбекистан нормативно-правовые акты можно подразделить на следующие группы:

- Ø Основной закон – Конституция;
- Ø Конституционные законы;
- Ø Законы;
- Ø Подзаконные акты.

Система нормативно-правовых актов складывается с учетом их иерархии, т.е. необходимо, чтобы нормативно-правовые акты нижестоящих представительных органов государственной власти соответствовали актам вышестоящих органов государственной власти. А нормативные акты исполнительных органов государственной власти должны соответствовать как актам представительных органов, так и актам вышестоящих исполнительных органов государственной власти.

В таком же порядке принимаются источники горного права.

Схематически это можно показать следующим образом (рис. 1).

Источники горного права представляют собой нормативно-правовые акты, содержащие требования к недропользованию, принятые уполномоченными на то

государственными органами в установленной форме и процедуре.

По юридической силе все источники горного права могут быть разделены на законы и подзаконные нормативные акты.

Современное законодательство о недрах основывается на Конституции Узбекистана (статьи 50, 55) и включает в себя ряд законов: «О недрах», «О концессиях», «О соглашениях», «О разделе продукции», «Об отходах» и другие.

К подзаконным нормативно-правовым актам горного права, принятым в соответствие с законом «О недрах», относятся постановления правительства, инструкции и распоряжения специально уполномоченных государственных органов в области горных отношений. Например, Постановление Кабинета Министров об утверждении Положения «О лицензировании деятельности по добыче драгоценных и редкоземельных металлов, драгоценных камней» (09.03.2004 г.).

Закон «О недрах» Республики Узбекистан регулирует важнейшие вопросы недропользования, в том числе:

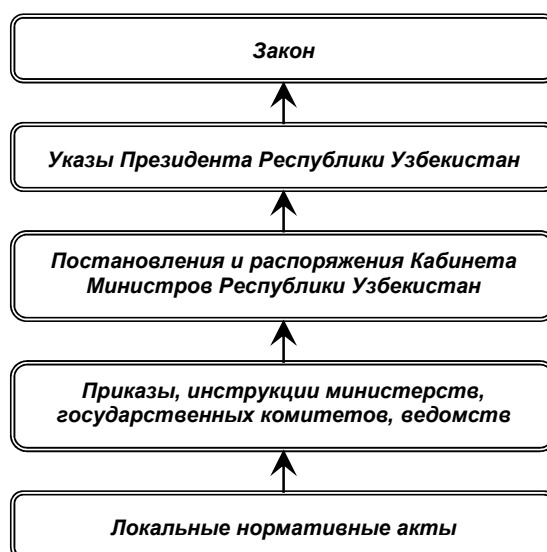


Рис. 1. Система нормативно-правовых актов



- управление в области использования и охраны недр, контроль за охраной и использованием недр;





Рис. 2. Основные задачи, определенные Законом Республики Узбекистан «О недрах»

- государственный фонд недр, государственный реестр месторождений и участков недр, перспективных на выявление месторождений полезных ископаемых, государственный кадастр месторождений, проявлений полезных ископаемых и техногенных минеральных образований;

- собственность на недра;
- пользование недрами, виды и сроки пользования недрами, права и обязанности пользователей недр, плата за пользование недрами;
- охрана недр, окружающей среды, безопасность ведения работ при пользовании недрами;
- ответственность за нарушение законодательства о недрах.

Законом Республики Узбекистан «О недрах» определены и основные задачи (рис. 2).

Статья 3 Закона «О недрах» гласит «Если международным договором Республики Узбекистан установлены иные правила, чем те, которые предусмотрены законодательством Республики Узбекистан о недрах, то применяются правила международного договора».

Международный договор — это определенно-выраженное соглашение между двумя или несколькими субъектами международного права относительно установления, изменения или прекращения прав и обязанностей. Узбекистан заключил несколько тысяч между-

народных договоров по самым различным вопросам, среди которых есть и недропользование.

В системе подзаконных нормативных актов особое место и значение имеет Постановление Кабинета Министров, утвердившее Положение «Об агентстве по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору (07.04.2000 г.). Данное положение определяет следующие основные задачи Агентства:

- организация и осуществление государственного надзора за соблюдением всеми юридическими и физическими лицами на территории Республики Узбекистан требований законодательства и нормативно-технических документов по безопасному ведению работ в промышленности, пользованию и охране недр, переработке и металлургическому переделу минерального сырья, а также геолого-маркшейдерскому обеспечению горных работ;

- разработка утверждения в установленном порядке нормативных актов по технической безопасности потенциально опасных производств;

- оперативное и методическое руководство военизированными горно-спасательными частями Республики Узбекистан.

На примере рассмотренных нами нормативных актов можно сделать вывод, что нормативно-правовые акты горного права, будучи юридическими документами, обладают следующими признаками:

- они устанавливают, изменяют или отменяют правовые нормы;
- излагают смысл и содержание установленных правил горных правоотношений;
- ими придается общеобязательная сила установления норм горного права.

Дальнейшее совершенствование источников горного права является гарантом развития данной юридической науки и отрасли права.

Список литературы:

1. Собрание постановлений Кабинета Министров Республики Узбекистан. 2000 г. № 4, ст. 17. с. 40-41.
2. Макаренко С.Н., Байков А.В. Правоведение. М. 1999 г. с. 12-14.
3. Саидов А. Основы государства и права. Т. 2003 г. с. 251-252.

УДК 347.24(575.10)

© Давранбеков А.У. 2005 г.

ПРАВО СОБСТВЕННОСТИ НА ИМУЩЕСТВО НЕДРОПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Давранбеков А.У., юристконсульт Центрального рудоуправления НГМК

Известно, что отношения собственности на участки недр и месторождения полезных ископаемых, правовой режим недр занимают главенствующее положение в системе горных отношений и тесно связаны с такими правовыми категориями гражданского и горного права,

как право собственности, вещное право, имущественное право (прежде всего, на недвижимое имущество) [1].

Применительно к горным отношениям имущество горных предприятий традиционно подразделяется на движимое и недвижимое. Правовой статус движимого

имущества, используемого при добыче полезных ископаемых, достаточно полно регулируется нормами гражданского законодательства. Вместе с тем, нужно отметить, что бросается в глаза ярко выраженная неурегулированность правового статуса недвижимого имущества, необходимого для проведения всего цикла разведочных, подготовительных и добычных работ, а также обеспечения их безопасности. Эта проблема, особенно актуальна для нефтяной и газовой промышленности, учитывая значительные масштабы добычи этих видов полезных ископаемых. Она существует также и для других горных предприятий, использующих для добычи полезных ископаемых специальные скважины (методы физико-химической геотехнологии). Исходя из возможного предназначения этих объектов недвижимости и экономической целесообразности обладания ими на правах собственности, а также исходя из принципов рациональности действий потенциального собственника и учета финансовых последствий наличия собственности, можно сделать вывод о том, что перечисленные недвижимые вещи предназначены, прежде всего, для эксплуатации в процессе ведения предпринимательской деятельности, то есть деятельности, направленной на систематическое извлечение прибыли.

Среди недвижимого имущества выделяют месторождения полезных ископаемых и собственно горное имущество в виде комплекса горнодобывающего предприятия, его зданий и сооружений, машин и оборудования. Причем, имущество может подразделяться на оборотоспособное и необоротоспособное, на основные и оборотные средства с их специальными правовыми режимами, а также на имущественные права (активы) и имущественные обязанности (пассивы).

В недропользовании источником покрытия затрат является добытая продукция. В этой связи, определяющим условием установления правомочий собственности на имущество является право собственности на добытую продукцию. Имущество и активы (имущественные права) недропользователя, которыми он владел до начала работ на лицензионном участке, являются его собственностью, и в отношении их действуют общие правила. В отношении имущества, приобретенного или созданного недропользователем, следует придерживаться принципа: имущество является собственностью того, кто оплатил его создание или приобретение.

Ст. 17 Закона РУз «О соглашениях о разделе продукции» гласит, что: «Имущество, вновь созданное или приобретенное инвестором и используемое им для выполнения работ по соглашению, является собственностью инвестора, если иное не предусмотрено соглашением.» Право собственности на данное имущество переходит от инвестора к государству со дня, когда стоимость указанного имущества полностью возмещена, или со дня прекращения соглашения, или с иного, согласованного сторонами дня, на условиях и в порядке, которые предусмотрены соглашением. Причем, под возмещением имущества здесь понимается возмещение «компенсационной долей» продукции. Ясно, что под действие этой нормы подпадает только такое имущество, затраты на которое возмещались компенсационной продукцией. При этом, в течение срока действия со-

глашения инвестору предоставляется исключительное право на пользование таким имуществом на безвозмездной основе для проведения работ по соглашению, и инвестор несет издержки на содержание находящегося в его пользовании имущества и бремя риска его случайной гибели или случайного повреждения. До тех пор, пока инвестору необходимо или желательно пользоваться любым таким имуществом, государство не будет отчуждать, сдавать в аренду, уступать права, и иным образом обременять или иметь какое-либо право пользования любым таким имуществом, а также не будет предоставлять никакой третьей стороне право пользования таким имуществом без согласия инвестора.

В целях реализации соглашения инвесторам могут передаваться по согласованию с управляющим комитетом на безвозмездной основе для временного пользования (без права распоряжения) основные фонды (здания, сооружения и иные объекты), являющиеся собственностью государства или уполномоченной компании. К примеру, по французскому горному праву по истечении срока концессии и в соответствии с условиями декрета Государственного совета, предоставившего концессию, месторождение возвращается бесплатно государству после выполнения работ, предписанных Горным кодексом, а недвижимое имущество может быть уступлено государству и за плату в случае, когда месторождение остается годным для эксплуатации (при исчезновении или банкротстве недропользователя совокупность его прав и обязанностей переносится на государство) [2].

Отсюда можно сделать вывод, что данная норма закона должна устанавливать не обязательство, а возможность перехода права собственности на имущество от недропользователя к государству. В некоторых случаях, обе стороны могут быть заинтересованы в отказе от обязательного перехода права собственности на имущество государству. Данный принцип напрашивается, например, когда недропользователь предполагает выпуск акций и их котировку на бирже. А стоимость акций определяется стоимостью активов, т.е. имущественных прав. Если недропользователь не будет иметь титула на право собственности на, так называемое, промышленное имущество (к примеру, горное оборудование и машины), то его акции ничего не будут стоить, со всеми последствиями от этого, в связи, допустим, со снижением его технических и технологических возможностей на рынке.

Закон РУз «О концессиях», напротив, предполагает возможность концессионеру (недропользователю) по своему усмотрению распоряжаться своим имуществом, которое принадлежит по праву. В частности, в соответствии со ст. 21 данного закона концессионер имеет право вывозить свое имущество и произведенную им продукцию. А ст. 22 этого же закона гласит, что концессионер обязан в двухмесячный срок до дня окончания действия концессионного договора или его расторжения возвратить концессионным органам имущество и объекты, переданные ему в соответствии с договором, а также распорядиться собственным имуществом.

Таким образом, данный закон предполагает, что инвестор (концессионер) беспрепятственно, без воздействия каких-либо органов, вправе самостоятельно решать

судьбу данного имущества после завершения добычных работ и прекращения срока лицензии. В Законе РУз «О недрах» установлено, что в случае, если право пользования участком недр предоставляется не имеющему статуса юридического лица объединению юридических лиц, лицензия выдается одному из участников такого объединения с указанием в ней на то, что данный участок выступает от имени этого объединения, а также с указанием всех других участников объединения. Это говорит о том, что если право пользования участком недр предоставляется не имеющему статуса юридического лица объединению юридических лиц, выступающих в качестве иностранного лица, то все имущество, указанное в ст.17 закона «О соглашениях о разделе продукции», принадлежит инвестору на праве общей собственности. Долевое распределение общей собственности между сторонами инвестора регулируется договором о совместной деятельности. Если, в случае прекращения соглашения участник или несколько участников данного объединения юридических лиц не согласны и не желают передавать в собственность государства часть имущества, которое принадлежит им по праву, то, как быть в данном случае? Как разрешить подобную дилемму?

Поэтому, сказанное еще раз наводит мысль на то, что государство в данном случае должно ставить перед инвестором не обязанность, а альтернативу права выбора индивидуального решения - передавать ему данное имущество государству или нет.

Также, нужно отметить еще один момент. Новые технологии, оборудование, конструкции, материалы или ноу-хау, созданные инвестором в результате геологического изучения, добычи полезных ископаемых или использования техногенных минеральных образований являются собственностью инвестора – недропользователя. Как вытекает из закона, инвестор может свободно использовать все такие технологии, оборудование, конструкции, материалы и ноу-хау в своей текущей работе. Как быть инвестору – недропользователю после прекращения соглашения? По закону данное имущество передается инвестором государству. Сей факт еще раз доказывает, что данная трактовка не совсем приемлема в оговоренном случае, поскольку в какой-то мере ущемляет права иностранного инвестора, который вкладывает огромные средства и капиталы в горнодобывающую отрасль страны на условиях взаимовыгоды.

«Горное право, - по мнению американского ученого Джона Кордеса, - это совокупность процессов, обрабатывающих ресурсы недр в капитал, которым можно оперировать». Вместе с тем, эти процессы весьма специфичны, поскольку физическим и юридическим лицам права пользования недрами еще не означают, что оно (лицо) достигнет поставленной цели [3]. Приведем такой пример. Инвестор получает право на пользование участком или участками недр в целях геологического изучения, то есть поиска и разведки месторождений. Допустим, если инвестор – исследователь в течение периода геологического изучения не сделал коммерческого открытия и отказался от работ по соглашению. По закону он реализует все созданное или приобретенное им имущество государству. Опять-таки здесь может всплыть и вызвать дискуссию у специалистов вышесказанная дилемма по поводу ее целесообразности и правомерности.

Конечно же, смысл ст. 17 Закона РУз «О соглашениях о разделе продукции» логичен и преемственен в случаях, когда речь идет о соглашении о разделе продукции на разработку месторождений с глубоким пределом сырья и со значительными запасами полезных ископаемых, что связано с большими сроками разработки. В этой ситуации будет задействован передельный металлургический комплекс, со значительным сроком действия соглашения, что горное оборудование будет проще передать в собственность государству, чем решать проблему его утилизации и перебазирования на новый объект, не важно, где он находится, что чаще всего и невозможно.

Поэтому, для эффективного решения всех проблем, связанных с правами собственности на недвижимое имущество, используемое в сфере поиска, разведки и добычи минерального сырья (горное имущество), необходимы глубокая разработка новых или совершенствование существующих нормативных правовых актов путем внесения изменений и дополнений.

Список литературы:

1. Хамраев С. С. Проблемы правового регулирования использования и охраны недр.: Автореф. диссертации докт. юрид. наук – Т.: ТГЮИ. 2004. С. 25.
2. Клюкин Б. Д. Горные отношения в странах Западной Европы и Америки. – М.: Городец – издат. 2000. С. 443.
3. Певзнер М. Е. «Горное право»: Учеб. для вузов – М.: МГГУ. 2001. С. 375.

УДК 622.0

© Каршиев Р.М., Сариев Н.Т. 2005 г.

РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В ТВОРЧЕСТВЕ АБУ РАЙХАН АЛЬ-БЕРУНИ

Каршиев Р.М., проректор по духовности и просветительству НГГИ, канд. истор. наук; Сариев Н.Т., ст. преподаватель кафедры «Общественные науки» НГГИ

Накопление эмпирических знаний в эпоху раннего феодализма вызвало потребность их научного осмысления. Не случайно, именно в это время появляется целый ряд ученых, пытающихся в своих работах обобщить накопившиеся эмпирические знания и выяснить

законы строения и существования природы. Как это характерно для начальных этапов развития науки, ученые средневековья стремились к всестороннему охвату объектов изучения – к энциклопедичности знаний, а сравнительно небольшой объем эмпирических сведений

и научной литературы позволял одному лицу работать во многих, почти во всех направлениях науки того времени, тем более, что последняя была очень мало дифференцирована. В частности, естественные науки на Востоке объединялись в одной науке о природе – «Табийат». Сюда относились и геологические науки, которыми занимались самые выдающиеся ученые средневековья.

Занимаясь изучением природы Средней Азии и других стран, передовые среднеазиатские ученые подчас приходили к правильным представлениям о строении Земли и происходящих в ней изменениях. Характерной чертой науки этого периода является стремление изучить труды лучших ученых древности (Аристотеля, Птолемея и других).

Но среднеазиатские ученые не ограничивались ролью переводчиков, комментаторов. В своих произведениях они высказывали иногда идеи, на много столетий опередившие западноевропейскую науку.

Развитие геологических знаний в средние века происходит в нескольких направлениях, которые в дальнейшем составили целые отделы современных геолого-географических наук. Одним из них явилось описание поверхности Земли, позднее оформившееся в виде математической географии. Это математическое направление геолого-географических знаний развивалось рядом ученых, преимущественно связанных с астрономией и математикой.

Свидетельства высокого уровня геологических знаний в Средней Азии в раннем средневековье мы находим в трудах великого узбекского естествоиспытателя Абу Райхана аль-Беруни, который оставил исключительные по значимости разработки в различных областях науки, в том числе в геологии (минералогии и петрографии). В своих работах он говорит о «равноправии» геоцентрической и гелиоцентрической систем мира, что в условиях его времени было равноценно отрицанию системы Птолемея. Он не только не сомневается в шарообразности Земли, но вычисляет ее размеры. Так, Беруни определил высоту одной горы в Индии, измерив угол понижения ее вершин, и вычислил по этим данным радиус Земли. Отсюда он нашел для длины окружности Земли значение, равное 20400 арабским милям (около 40 тыс. км), что близко к современной цифре.

Беруни дал описание карты мира, вероятно, наилучшее для средневековья, прекрасной иллюстрацией которого является схематическая карта мира к книге «Ал-Канун ал Масуди» - «Канон Масуда».

В работах Беруни имеются интересные описания явлений природы и мысли об их причинах.

Свои минералогические знания Беруни изложил в трактате «Китаб ал-джамахир фи марифат ал-джавахир» - «Собраний (сведений) о познании драгоценных минералов», известным под названием «Минералогия». Этот трактат, написанный в 1048 г., является последним или одним из последних сочинений автора.

Однако, минералогические познания Беруни изложены и в других более ранних его произведениях. Так, в библиографическом словаре Хаджи-Хальфы (XVI в.) говорится о двух минералогических сочинениях Беруни. «Минералогия» Беруни делится на две части. В

первую часть входит описание 36 минералов, которые ученый называет «джаухар», объединяя этим термином и собственно минералы, и органические соединения – камни мускусных животных, жемчужины и искусственные соединения – стекло, эмаль, фосфор, пасты.

Вторая часть «Минералогии» посвящена описанию 12 названий, из которых 4 относятся к сплавам. В определении камней (драгоценных и поделочных) Беруни придает большое значение эксперименту, например, испытанию твердости (малахит, алмаз), потере и сохранности окраски при прокаливании (рубин) и т.д. Беруни был в полном смысле новатором в определении удельного веса минералов, которым он пользовался наряду с цветом, прозрачностью и твердостью при их классификации. Беруни устанавливал веса минералов и металлов с точностью, вызывающей удивление и у специалистов нашего времени.

В качестве эталона «полюса» для определения удельного веса Беруни брал сто весовых единиц сапфира (синего яхонта), а для металлов – золото, подвергнувшееся многократной очистке, лишенное примеси и достигшее наибольшей плотности.

В ряде случаев Беруни обращался к удельному весу для выяснения характера того или иного минерала. Чрезвычайно интересно отметить, что он пользовался этим критерием для опровержения представлений алхимиков о симпатических свойствах отдельных элементов. Так, в главе о ртути Беруни пишет: «Все минералы (камни) плавают на поверхности ртути, исключая золото, оно тонет благодаря большому его (удельному) весу, но не оттого, что оно с нею (ртутью) соединяется и та притягивает его к себе, как думают некоторые».

Беруни уделяет особое внимание установлению точного географического положения месторождений отдельных минералов и, как правило, стремится установить не только название страны или области, но указывает местонахождение рудников, вплоть до названия селения, близ которого они находятся. Это относится одинаково как к районам, которые он указал сам, так и к районам, о которых знал по литературным источникам.

Для определения некоторых драгоценных камней и облагораживания их окраски Беруни применял метод нагревания до определенной температуры. В «Минералогии» дано также описание технологии обработки драгоценных камней, применяемой в его время, включая и сложные методы полировки, сверления и химической обработки уксусом, поташом.

Исследуя происхождение минералов, Беруни обращает внимание на наличие в них жидких включений и ставит их в связь с образованием минералов.

Все это свидетельствует о том, что Беруни пользовался в своей работе наиболее передовыми для своего времени методами исследования, что не только ставит его на первое место среди ученых средневековья, но и указывает на то, что в некоторых вопросах Беруни намного столетий опередил науку своего времени. Поэтому следует признать справедливым высказывание американского историка науки Сартона, именующего первую половину XI в. в истории мировой науки эпохой Беруни.

КНИЖНЫЕ НОВИНКИ



Вышедшее в свет учебное пособие «Лабораторные и практические работы» по курсу «Буровзрывные работы» авторов Навойского государственного горного института Норова Ю.Д., проректора по науке, докт. техн. наук и Раимжанова Б.Р., ректора, докт. техн. наук, профессора, - есть прямая реализация мероприятий, предусмотренных в соответствии с Указом Президента Республики Узбекистан от 12.04.2001 г. «О мерах по совершенствованию организации подготовки высококвалифицированных специалистов для горно-металлургической промышленности».

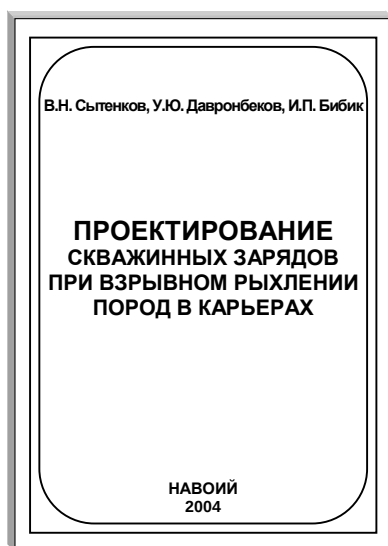
Учебное пособие рекомендовано Координационным советом межвузовских научно-методических объединений Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан и предназначено для бакалавров и магистров горных вузов и факультетов, изучающих курс «Буровзрывные работы».

Материал в учебном пособии хорошо иллюстрирован и подобран так, что позволяет преподавателям выбрать в соответствии с оснащенностью базы вуза и с учетом конкретной специализации студентов необходимые и реально выполнимые работы. Очень важно то, что часть лабораторных и практических работ включает элементы исследования.

В учебном пособии приводятся методы испытания промышленных взрывчатых материалов, расчет электровзрывной сети, определение эффективности действия различных взрывчатых веществ (ВВ), методы определения радиусов зон ослабления горного массива при взрывах, методика расчета параметров траншейных зарядов выброса в грунтовом массиве, расчет параметров скважинных зарядов ВВ с использованием компенсационной забойки и др.

Материалы, содержащиеся в учебном пособии, отражают практическую деятельность горного инженера, поэтому, выпускник вуза может воспользоваться учебным пособием при решении конкретных задач производства. Пособие полезно также магистрам и аспирантам, поскольку содержит примеры методического и практического подхода к исследованию ряда вопросов.

Преподавание курса «Буровзрывные работы» с применением данного учебного пособия, несомненно, станет более целенаправленным и лучше организованным.



Авторы: Сытенков В.Н., главный инженер Центрального рудоуправления НГМК, докт. техн. наук, профессор, Давронбеков У.Ю., декан Зарафианского ОТФ НГТИ, канд. техн. наук, доцент и Бирик И.П., зам. главного инженера по НТ Центрального рудоуправления НГМК, канд. техн. наук подготовили пособие «Проектирование скважинных зарядов при взрывном рыхлении пород в карьерах» для студентов, обучающихся по направлению 5540200 «Горное дело».

Особенностью изложенного в пособии подхода к проектированию скважинных зарядов в карьерах является использование взаимного влияния, существующего между применяемой технологией и техникой горных работ и показателям взрывного рыхления породных массивов, для усиления желаемого эффекта и оптимизации параметров технологических процессов горного производства. Для этого использованы методики расчета скважинных зарядов, базирующиеся на современном представлении об управлении взрывным рыхлением горных массивов в карьерах, а также влиянии качества дробления пород взрывом на энергетические показатели взрывных работ и сопряженных с ними процессов горного и перерабатывающего производства.

Пособие может быть использовано при выполнении курсовых и выпускных работ по курсу «Буровзрывные работы». Оно призвано дополнить объем полученных знаний по управлению взрывным воздействием на горный массив для достижения желаемого результата.

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	А4, 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 лакированная 250 г, цифровая цветная печать	- 10 %
III. Одновременно в основном номере и в литературно-художественном приложении к журналу: - в четырех номерах - более чем в четырех номерах	А4, бумага лакированная 250 г, цифровая цветная печать 70×108 1/16 бумага лакированная 250 г или гляцевая 135 г, цифровая 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 сумах по курсу Центрального банка Республики Узбекистан на день оплаты.

Настоящие расценки вводятся с 01.01.2005 г.

Дополнение к расценкам на размещение рекламы

Установить договорные расценки на размещение рекламы для следующих случаев:

а) между Учредителем журнала (НГМК, НГТИ 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.



Настоящее дополнение к утвержденным расценкам вводится с 01.02.2005 г.

