

Ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali 1997 yilda asos solingan

Ta'asischilar:

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

Moliyaviy qo'llab quvvatlovchilar:

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

Bosh muharrir:

Nasirov U.F.

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shemetov P.A.

Tahririyat kengashi:

Abduraxmonov S.A., Bekmurzayev B.B., Bibik I.P., Muxiddinov B.F., Norov Yu. D., Raimjanov B., Rahimov V.R., Sanakulov K.S., Sitenkov V.N., Farmanov A.K., Xursanov X.P.

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

Qayd etish guvohnomasi 2006 yil 13 dekabr № 0033

Jurnalda ma'lumotlar bosilganda dalillar ko'rsatilishi shart

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

Tahririyat manzili:

210100, Navoiy shahri, Janubiy ko'chasi 27a, Navoiy davlat konchilik instituti
Tel.: 8 (436) 770-2048, faks: 770-29-32
210300, Zarafshon shahri, NKMK
Markaziy kon boshqarmasi, Ma'muriy binosi
Tel.: 8 (436) 5770438, 5770354, 5770225
Faks: 8 (436) 5721015

E-mail: Bibik_GVU@rambler.ru
gornvest@rambler.ru

sayt: <http://www.ngmk.uz>, www.ziyonet.uz

Kompyuter sahifasi:

Naumova O.A.

Tahliliy guruh:

Golishenko G.N., Nakaryakova O.A.

Dizayn:

Bannov A.N.

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

Davlatov B.R.

Nashr qilindi:

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

Nashr etishga 29.11.2010 y. imzolandi

Adadi 600 nusxa

MUNDARIJA / СОДЕРЖАНИЕ

YUBILEYINGIZ BILAN / С ЮБИЛЕЕМ

Санакулов К.С. Верность выбранной профессии 3

GEOTEKNOLOGIYA / GEOTEKHOLOGIYA

- Санакулов К.С., Шеметов П.А.** Концептуальные основы решения проблем переработки техногенного сырья 7
- Шеметов П.А., Бибики И.П., Исаков М.М.** Современное состояние и проблемы буровзрывных работ в глубоких рудных карьерах Узбекистана 12
- Воробьев А.Е., Крупник Л.А., Шапошник Ю.Н., Шапошник С.Н.** Способы подачи закладочной смеси на горнодобывающих предприятиях Восточного Казахстана 20
- Воробьев В.В., Пеев А.М.** Новая конструкция скважинного заряда для улучшения проработки подошвы уступа 24
- Игнатиков Е.Н., Куканова С.И., Зайнитдинова Л.И., Колпакова Е.В., Лазутин Н.А.** Бактериальная деструкция сульфидных минералов 26
- Умаров Ф.Я.** Роль угля в энергетике мира 29
- Турсунбаева А.К.** Основы биогеотехнологии благородных металлов из забалансовых руд и техногенных отходов горной промышленности 33
- Скрипко С.В., Хосилов Н.Д., Петухов О.Ф.** Определение возможностей попутного извлечения урана из продуктов подземного выщелачивания 35
- Скрипник А.Б.** Математический анализ детерминированной динамической модели геотехнологии подземного выщелачивания урана 41

GEOLOGIYA / GEOLOGIYA

- Фарманов А.К., Санакулов К.С., Шеметов П.А.** Состояние и перспективы добычи драгоценных и цветных металлов в Узбекистане 44
- Исаходжаев Б.А., Халилов А.А., Тростянский Г.Д.** Концепция и модель формирования месторождений урана в осадочных породах в пространстве и во времени 47
- Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Исчанов Ф.А., Аваззов Р.Ш.** Кварц-каолиновая порода Чилпыкского месторождения: основные характеристики обогащения и перспективы использования 50
- Ахмеров Р.З.** Возможность построения объемных изображений скрытой геологической ситуации методом детальной сейсмотомографии 53
- Глотов Г.Н.** Особенности месторождения Чан-2 в позднемезозойских русловых структурах Китая 55

GEOMEKANIKA / GEOMEKANIKA

- Бибики И.П., Федянин А.С.** Исследование особенностей сейсмического воздействия массовых взрывов при отработке прибортовых запасов карьера Мурунтау 60
- Морозов В.В., Шомирзаев У.А.** Лабораторно-экспериментальные исследования влияния форм карьерного поля на устойчивость бортов карьера 62

GEOTEKNIKA / GEOTEKNIKA

- Эгамбердиев И.П., Атауллаев О.Х., Курбанов Ф.А.** Влияние эксплуатационных параметров на долговечность подшипниковых опор буровых станков 66
- Шукуров Р.У., Рузубаев А.Н.** Объемное упрочнение зубьев ковшей экскаваторов 68
- Хартлиб П., Райш Х.** Системы создания давления в вулканизационных прессах на базе нажимной подушки 70
- Шипулин Ю.Г., Махмудов М.И., Алматаев О.Т., Жумаев О.А.** Микропроцессорный оптоэлектронный преобразователь уровня жидкости 72
- Компания Tepona TAKRAF 74
- Компактный роторный экскаватор SRS(H)1050 фирмы Tepona TAKRAF запускается в Македонии в эксплуатацию 74

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

Учредители:

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

При финансовой поддержке:

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

Главный редактор:

Насиров У.Ф.

Зам. главного редактора:

Шеметов П.А.

Редакционный совет:

Абдурахмонов С.А., Бекмурзаев Б.Б., Бибик И.П.,
Муриддинов Б.Ф., Норов Ю.Д., Раимжанов Б.,
Рахимов В.Р., Санакулов К.С., Сытенков В.Н.,
Фарманов А.К., Хурсанов Х.П.

Журнал зарегистрирован в узбекском
Агентстве по печати и информации

Регистрационное свидетельство за № 0033
от 13 декабря 2006 г.

При перепечатке материалов ссылка на журнал
обязательна

За точность фактов и достоверность
информации ответственность несут авторы

Адрес редакции:

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

E-mail: Bibik_GVU@rambler.ru
gornvest@rambler.ru

Сайт: <http://www.ngmk.uz>, www.ziyonet.uz

Компьютерная верстка:

Наумова О.А.

Аналитическая группа:

Голищенко Г.Н., Накарякова О.А.

Дизайн:

Баннов А.Н.

**Ответственный за публикацию и обновление
электронной формы журнала:**
Давлатов Б.Р.

Оттиснено:

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

Подписано в печать 29.11.2010 г.

Тираж 600 экз.

INNOVATSIYALAR / ИННОВАЦИИ

Кадыров А.А. Синергетические аспекты национальной инновационной системы 76

**METALLURGIYA VA BOYITISH /
ОБОГАЩЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ**

Хасанов А.С. Основные теоретические закономерности термогравитационного способа обеднения шлаков 79
Абдурахмонов С.А., Курбонов Ш.К., Холикулов Д.Б., Худояров С.Р. Исследование флотации термодобавочных продуктов горючих сланцев 82
Попов Е.Л., Ахмедов Х., Хабибуллаева Г.Р. Результаты технологических исследований двух проб вермикулитовой руды месторождения Тебинбулак 84
Лунин С.В., Федянин А.С. Рудоподготовка и обогащение низкосортных сульфидных руд методом гранулометрической классификации 87

**ELEKTR TA'MINOTI VA MEХАNIKA /
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И МЕХАНИКА**

Бобожанов М.К., Шайматов Б.Х., Холмурадов М.Б. Энерго- и ресурсосбережение на предприятиях горно-металлургической отрасли 89
Бобожанов М.К., Саъдуллаев М.С. Бесконтактное устройство для регулирования мощности конденсаторных батарей 91
Маглонов Ж.А., Атауллаев А.О. К задаче составления уравнения баланса мощности и энергии 92

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

Рустамов М.К., Каримов М.М., Мухамедиев М.Г., Мухиддинов Б.Ф. Синтез волокнистых ионообменных материалов на основе полиакрилонитрила и их физико-химические свойства 93
Тилабов Б.К. Получение литых деталей и формирование структуры твердосплавного износостойкого покрытия 97
Курбанов А.А. Қизилқум базальтининг гранулометрик хоссалари турисида 100
Ахмеджанов Ф.Р., Урунов И.О., Саидвалиев У.А. Анизотропия упругих свойств кристаллов для акустооптических модуляторов света 102
Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Авазязов Р.Ш. Антикоррозионная композиция для кислотоупорных поддонов на основе стекла 104
Азизова Е.А. Построение системы неразрушающего контроля в Навоийском горно-металлургическом комбинате 106
Кушназаров И.К., Мухаммедов Ш.Ш. Изменение прочностных свойств обработанной поверхности при резании 109
Рахматов Н.Х. Буюк математикларнинг илмий хулосаларидан лавҳалар 111
Қаршиев А.Б., Давранов Ю. Пластиклик назариясининг мураккаб юклаш масаласини кетма - кет яқинлаштиш усули билан ечиш 112
Шодиев Ф.Д. Автоматическое конструирование плоских криволинейных обводок с помощью напряженного сплайна 114

IQTISOD / ЭКОНОМИКА

Улашев И.О. Свободная экономическая зона: путь к региональному развитию производства 115
Темирова М.Т., Толибов Б. Узбекистон иқтисодий ислохотларида экспорт ва импортнинг ўрни 119

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

Дудецкий С.П., Сальманов Ф.Г. Анализ факторов, влияющих на эффективность работы рукавных фильтров КФК 121

XAVARLAR / ИНФОРМАЦИЯ

Кадырова А.А. Проекту конференций «Иновация» – XV лет 124
Бабаджанова О.Э. Юбилейная узбекская международная выставка: «Горное дело – MiningWorld Uzbekistan 2010» 126
Защита диссертаций 128

MAQOLALAR KO'RSATKICHI / УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ

Указатель статей опубликованных в журнале «Горный вестник Узбекистана» в 2010 году 129

REKLAMA / РЕКЛАМА

На 2 стр. обложки: «Takraf TENOVA»
На 3 стр. обложки: «Демеркулизиция ртутьсодержащих ламп»
На 4 стр. обложки: «Atlas Copco Rock Drills AB»

ВЕРНОСТЬ ВЫБРАННОЙ ПРОФЕССИИ

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

Более полувека назад на долю коллектива Навоийского ГМК выпала большая честь и огромная ответственность – открыть первый виток истории промышленного развития Кызылкумского региона и горно-металлургической отрасли Узбекистана. В 1958 г. началось строительство будущего гиганта горно-металлургической промышленности Узбекистана в Центральных Кызылкумах. Трудолюбие, знания и упорство человека доказали: можно напоить безводную, суровую степь, построить в безжизненной пустыне города-оазисы, заставить служить людям огромные богатства ее недр. Пятьдесят два года - незначительный по историческим меркам период, но для Навоийского ГМК это время рождения, становления и динамического развития. В 1952 г. в Центральных Кызылкумах было выявлено Учкудукское месторождение урана. В 1956 г. - начаты подготовительные работы строительства рудника Учкудук и к концу 1958 г. база для строительства основных первоочередных объектов стройки была практически готова. По мере накопления работ возникла необходимость создания отдельной дирекции строящегося комбината с постоянным местопребыванием в районе станции «Кермене». В сентябре 1958 г. Совет Министров Узбекской ССР издал Указ о переименовании поселка и присвоил ему имя великого мыслителя, ученого и поэта Навои. И сегодня отрадно отметить, что 45 лет в более чем полувековой истории комбината занимает Зарафшанское управление строительства.

Сегодня Зарафшанское управление строительства (ЗУС) - мощный строительный комплекс с развитой инфраструктурой. В течение 45 лет строители Зарафшана в условиях пустыни Кызылкум создали уникальные промышленные объекты, проложили дороги, построили города, в которых уютно и комфортно чувствуют тысячи людей, дома отдыха для работников комбината, оздоровительные лагеря, школы и больницы, мечети, церк-



Рис. 1. Здание управления Зарафшанского управления строительства НГМК

ви и множество других объектов промышленного и социального назначения. Нет ни одного объекта Навоийского ГМК, в строительстве которого не участвовали бы труженики ЗУСа. Такое доверие свидетельствует о том, что сегодня многонациональный и сплоченный коллектив Зарафшанского управления строительства способен решать самые сложные задачи. В 2007 г. ЗУС стал победителем республиканского конкурса «Лучшее предприятие по проектированию, строительству и производству строительных материалов».

В этом же году зарафшанские строители получили и международное признание, получив в Испании престижную европейскую награду: «Эталон в строительстве».

Чтобы в полной мере понять, что такое Зарафшанское управление строительства, необходимо объехать несколько областей республики и весь Кызылкумский регион, потому что его подразделения разбросаны на сотни километров друг от друга. Чтобы узнать, как умеют трудиться специалисты ЗУСа, необходимо побывать хотя бы на одной строительной площадке до возведения объекта и сдачи его в эксплуатацию. Чтобы оценить вклад



Рис. 2. Победитель конкурса профессионального мастера



Рис. 4. Управление ГМЗ-4 НГМК

трудового коллектива ЗУСа в развитие комбината, Навоийского региона, необходимо коснуться его истории.

События полувековой давности имеют непосредственное отношение к созданию Навоийского ГМК, строительству городов Навои, Учкудука, Зарафшана, Нурабада, Зафарабада. Если вернуться в прошлое и проследить события, которые происходили в то время, то можно с большой уверенностью сказать, что развитие уранового производства позволило стране всего за четыре года после окончания второй мировой войны решить сложнейшую научную и производственную проблему обороны страны по восстановлению нарушившегося послевоенного паритета сил в мире.

По словам очевидцев, в те годы Учкудук всех, без исключения, пугал своим коварным, резко континентальным климатом пустыни, где смена времени года лето-зима не проходит зачастую через осень, и суточный перепад температуры достигал иногда от + 20 до - 20 градусов. Встречный сильный ветер до 20 м в секунду поднимал пыль и песок, превращая день в сплошную мглу, когда на небе не было видно солнца. Первопроходцы такие как: Д. Десятников, Г. Зубарев, А. Данилянц, Г. Демин, Ю. Маслов, П. Смирнов, Б. Миролубов, А. Орехов, В. Ишкулов, Е. Маламуд, Н. Матяш, А. Леонов, Н. Якушев, В. Бородин, Г. Шеховцев, А. Рого-

зин, А. Новоселов и многие другие, приняли на себя всю тяжесть работы в экстремальных условиях пустыни, летних температур до 47 градусов в тени и зимних до -30 градусов, при отсутствии дорог, жилья, воды и электроэнергии.

В мае 1964 г. руководством страны было принято решение организовать новую строительную площадку на базе золоторудного месторождения Мурунтау, то есть в центре Кызылкумов и вместе с тем, новый город с громадным комплексом объектов золотоизвлекательного предприятия. В этом же году в Кызылкудук была направлена первая группа инженерно-технических работников. В августе 1964 г. была скомплектована первая группа инженерно-технических работников, задействованных на строительстве нового объекта комбината. В ее состав вошли: горняк Г. Зайков, снаб-

женцы Н. Кальков и В. Паринов, старший геолог Ю. Ефремов, строители и шоферы-механизаторы З. Цыков, В. Янгулев, Л. Цеулев, В. Крайнов, А. Уваров, А. Усков, Г. Широких. 10 сентября эта группа – первый десант строителей – выехала на место возведения горно-обогатительного комплекса «Мурунтау». С этого времени началась эпоха развития крупнейшего флагмана строительной индустрии республики – Зарафшанского управления строительства.

Огромное уважение и признание заслужил труд первых руководителей производства и высококвалифицированных инженеров. Яркой, незабываемой страницей останется в памяти людей грандиозное строительство промышленных предприятий, транспортных магистралей, водоводов, линий электро-



Рис. 4. Гидрометаллургический завод № 4

передач и городов, городов образцовых и уникальных по своему социальному значению для всего региона, расположенного в пустыне Кызылкум. Это строительство было осуществлено в сказочно короткое время многотысячными коллективами строительных и монтажных подразделений под руководством директоров Навоийского ГМК Зараба Петросовича Зарапетяна (1958 по 1971 г.), Анатолия Анатольевича Петрова (1972 по 1985 гг.), Николая Ивановича Кучерского (1985 по 2008 гг.).

Приказом директора Навоийского ГМК – Зарапетяна З. за № 436 от 10 декабря 1967 г. Зарафшанское управление строительства было выведено из структуры Центрального рудоуправления и стало самостоятельным подразделением Навоийского ГМК. Первым начальником ЗУСа был Николай Владимирович Щукин (1967-1977 гг.). Под его руководством построены: город Зарафшан, первая и вторая очереди ГМЗ-2, прикарьерные площадки карьера Мурунтау, производственные автобазы № 4 и № 6 технологического транспорта, дороги в пустыне Кызылкум, соединяющие Навои с городами и отдаленными районами Республики Узбекистан, жилые дома, очистные сооружения, детские сады, школы, объекты соцкультбыта и др. Щукин Н.В. награжден орденами, медалями, он - Заслуженный строитель Узбекистана.

В 1967 г., преобразовавшись в строительномонтажное управление и обретя самостоятельность, совместно с монтажными организациями и с участием всех подразделений комбината ЗУС начал бурное строительство ГМЗ-2, карьера Мурунтау и жилого комплекса города Зарафшана. Был выполнен минимально-необходимый объем работ по автодорогам для обеспечения подъезда большегрузных автосамосвалов и строительной техники к будущему котловану карьера и складам руды. В апреле 1969 г. в тяжелейших погодных условиях пустыни строителями и монтажниками СМУ «Водстрой» и «Жилстрой», МСУ-28 был сдан в эксплуатацию водовод, протяженностью 208 км, с шестью промежуточными насосными станциями, и вода с реки Амударья пришла по трубопроводу в город Зарафшан.

В мае 1967 г. был заложен первый фундамент здания главного корпуса будущего предприятия - ГМЗ-2, а уже 21 июля 1969 г. получен первый золотой слиток весом 2 кг

800 г. Это был настоящий триумф человеческого труда и разума строителей - людей разных профессий и политических взглядов.

В 1977 г. начальником ЗУСа назначен Игорь Павлович Захаров (1977-1986 гг.) Под его руководством расширилась структура Зарафшанского управления строительства. В те годы Зарафшанский строительномонтажный трест включал в себя три чисто строительные организации – СМУ «Промстрой», СМУ «Дорстрой» и СМУ «Жилстрой». Первым делом для строительства Восточного рудоуправления было создано СМУ «Шахтострой», потом организованы строительномонтажные управления для строительства водозаборных сооружений в Сазакино и для строительства Тамды, а также отделочное СМУ, так как велось интенсивное сооружение объектов социального назначения. Позже в состав Зарафшанского строительного треста вошли СМУ «Центральное», СМУ Южного рудоуправления. Кроме того, под его руководством построена 2-я очередь ГМЗ-2, вторая нитка водовода Амударья-Зарафшан, котельная города Зарафшана, завершено сооружение рукотворного озера г. Зарафшана и объектов соцкультбыта, обустройство площадок ПВ Восточного и Южного рудоуправлений, пансионат «Горный воздух» и др. Свою трудовую деятельность И.П. Захаров продолжил в ОКС НГМК, где проработал до 1992 г.

С 1 ноября 1986 г. и по июнь 2009 г. Зарафшанское управление строительства возглавлял Николай Семёнович Дяков. При его непосредственном участии и руководстве построены: золотоизвлекательный комплекс Мурунтау, город Зарафшан, жилье и объекты соцкультбыта, пусковой комплекс ГМЗ-3, КФК, дополнительный мельничный блок и установка шаровых мельниц на ГМЗ-2, академический лицей в Зарафшане, профколледж в Тамды-Булаке, промышленные объекты и железнодорожный вокзал в Учкудуке, объекты золото-



Рис. 5. Грузовой терминал «CARGO»

извлекающего комплекса в г. Учкудуке, ГМП по технологии «ВЮХ» на объединенной сырьевой базе золоторудных месторождений Кокпатас и Даугызтау, опытно-промышленный рудосепарационный комплекс рентгенометрической сортировки руды, завод взрывчатых веществ, реконструкция и модернизация аэропорта г. Навои, лучший в Узбекистане детский оздоровительный лагерь «Олимпиец», пансионат «Горняк», Бизнес-центр в г. Ташкенте и др. Дяков Н.С. награжден орденами и медалями, имеет звание «Заслуженный строитель Узбекистана».

Махмудов Отахон Садуллаевич назначен на должность первого заместителя начальника ЗУСа по строительно-монтажным работам и производству строительных материалов в январе 2009 г., с июня 2009 г. начальник Зарафшанского управления строительства. Под его руководством возводится гидрометаллургический завод № 4, новые объекты гидрометаллургических заводов №№ 1, 2, 3, строительство крутонаклонного конвейера в карьере Мурунтау, строительство горно-металлургического предприятия на объединенной сырьевой базе золоторудных месторождений Кокпатас и Даугызтау по технологии «ВЮХ», локомотивно-вагонного депо на пл. «Бессопан», строительство наклонного транспортного съезда для вскрытия запасов центральной части месторождения Чаримитан, объектов ПО «НМЗ», зданий и сооружений в Свободно-экономической зоне, осуществляется реконструкция и модернизация аэропорта г. Навои, который сегодня приобрел международное значение.

Профессионализм и мастерство, способность оперативно и качественно решать любые производственные задачи присущи каждому работнику ЗУСа. Наглядным примером и подтверждением этого служат здания и сооружения, воздвигнутые за эти небольшие 45 лет, выдержавшие превратности климата Кызылкумов, два мощных землетрясения силой до 9 баллов.

Сегодня в структуру Зарафшанского управления строительства входят подразделения: ТП «Навои» (Уткиров Нурридин Камилович), трест «Промэлектромонтаж» (Душкин Анатолий Никифорович), ТП «Зармитан» (Капаназде Вахтанг Ираклиевич), автобаза № 4 (Простов Валерий Александрович), СМУ «Жилстрой» (Бондаренко Александр Дмитриевич), УПП (ЗЖБИ) (Овсюков Александр Васильевич), МСУ-39 (Авезов Нариман Назарович), СМУ «Дорстрой» (Джалилов Нариман Борисович), СМУ «Монолит» (Дехканов Оман Абдуллаевич), УМР (Турсунов Салим Рахматович), СУОР (Эргашев Усман Бабакулович), СМУ «Северное» (Азимов Тоштемир Халович), ССУ «Навои» (Кадыров Салим Ишанович), база материально-технического снабжения (Дехканов Аваз Абдуллаевич), ведомст-

венная военизированная охрана (Турдиев Абдира-сул Жураевич), база отдыха «Жемчужная» (Качканов Шавкат Абдиджанарович), Дом культуры «Строитель» (Абдурахманов Альберт Анатольевич), спортивный комплекс «Строитель» (Санакулов Олимжон Исломович), Комбинат питания «Строитель» (Шарипов Азамат Атакулович), детский спортивный оздоровительный лагерь «Олимпиец» (Калуцкая Наталья Арнольдовна).

Юбилей – это встреча нескольких десятилетий спустя, это прикосновение к трудному, но прекрасному времени, когда все начиналось. Настоящее и будущее Навоийского ГМК немыслимо без открытия и строительства новых объектов.

Стратегия развития Навоийского ГМК основана на реализации крупных инвестиционных проектов по добыче и переработке золотосодержащих руд, с расширением, реконструкцией и техническим перевооружением действующих горных и гидрометаллургических комплексов.

Реализация этих проектов, в первую очередь, возложена на коллектив Зарафшанского управления строительства. Благодаря ЗУСу на строительных площадках комбината кипит работа, успешно применяются новейшие технологии, современные материалы, оборудование, техника.

Костяк коллектива ЗУСа составляет главный инженер Суходубенко Виктор Иванович, начальник Завода железобетонных изделий (ЗЖБИ) Овсюков Александр Васильевич, начальник СМУ «Дорстрой» Джалилов Нариман Борисович, начальник Треста «Промэлектромонтаж» Душкин Анатолий Никифорович, машинист бетонной насосной установки ТП «Навои» Нормуродов Зиедилло Зоирович, элетромонтажник треста «Промэлектромонтаж» Нижников Виктор Иванович, водитель 1-го класса автобазы № 4 Хабибулин Риф Халилович, маляр СУОР Амуруллаева Хафиза и многие другие.

Трудно перечислить всех достойных, потому что список получился бы просто огромным, поскольку в ЗУСе сформирован дружный и высокопрофессиональный коллектив талантливых руководителей, инженеров, специалистов, рабочих, насчитывающий более 7000 человек. Благодаря широте своей деятельности, надежности объектов, Зарафшанское управление строительства признано лучшей строительной организацией в области строительства, архитектуры и производства строительных материалов в Узбекистане.

Пользуясь случаем, разрешите поздравить всех строителей с 45-летием ЗУСа. Здоровья Вам, радости и семейного благополучия. Низкий Вам поклон за высокую самоотдачу, верность избранной профессии, за стремление брать новые рубежи. Уверен, что коллектив ЗУСа впишет немало славных страниц в летопись комбината, оставаясь достойным примером для подражания.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

Санакулов К.С., генеральный директор НГМК, докт. техн. наук; Шеметов П.А., докт. техн. наук

В новых экономических условиях Узбекистан остро нуждается в переосмыслении стратегии использования своего природоресурсного потенциала. Сегодня проблема повышения освоения переработки техногенного сырья важна для республики и включает в себя экономию не возобновляемых в природе минеральных ресурсов, уменьшение антропогенной нагрузки на окружающую среду, здоровье будущих поколений. Важным резервом повышения использования минеральных ресурсов является интенсификация использования отходов горно-металлургических производств.

В работе под техногенным сырьем (ресурсами) понимаются запасы полезного ископаемого и минерального сырья, находящиеся в складах некондиционных руд, отвалах вскрышных пород, хвостохранилищах, шлако- и шламонакопителях и др., накопленные за годы эксплуатации горно-металлургических производств, характеризующиеся определенными потребительскими свойствами и потенциально пригодные для переработки.

Значительными объемами техногенных ресурсов цветных и благородных металлов на территории Узбекистана обладают Центральнo-Кызылкумский и Приташкентский горнорудные районы, отличающиеся длительной историей освоения и разработки руд цветных и благородных металлов. С начала отработки месторождений полезных ископаемых Навоийским и Алмалыкским ГМК, в складских хозяйствах и хвостохранилищах накоплено более трёх миллиардов тонн техногенных отходов некондиционного минерального сырья. В целом только прогнозные ресурсы золота, накопившиеся в отходах горно-металлургических производств Навоийского и Алмалыкского ГМК, составляют около 1000,0 т, серебра более 1300,0 т, меди около 2000,0 тыс. т, свинца более 30,0 тыс. т, цинка более 117,0 тыс. т, серы более 13,0 млн. т, железа около 10,0 тыс. т, молибдена более 33,0 млн. т и др. полезных компонентов [1].

Научные исследования, нацеленные на переработку техногенного сырья действующих добывающих предприятий, хвостов кучного выщелачивания и гидрометаллургических заводов на основе современных технологий, являются актуальным направлением горно-металлургических производств Навоийского и Алмалыкского ГМК. Изученность технологических свойств техногенного сырья в Навоийском и Алмалыкском горно-металлургических комбинатах достаточно высока. Разработаны рекомендации по их переработке. По нашему мнению,

проблема переработки техногенного сырья не столько научно-техническая, сколько экономическая, социальная и организационная. На рис. 1 представлена упрощенная схема формирования и использования техногенного сырья в Навоийском ГМК, которая используется для доизвлечения полезных компонентов, производства строительных материалов, закладки выработанного пространства подземных горных выработок, сооружения дорог, дамб и др.

Изменение относительных объемов открытого и подземного способов добычи золота в Навоийском ГМК представлено на рис. 2. Как показывает анализ, значимость открытого способа добычи будет постепенно снижаться с 92,7% (2010 г.) до 87,4% (2015 г.). В разработку будут вовлекаться трудноизвлекаемые и трудноперерабатываемые руды. В связи с этим растет значимость подземного способа добычи с 7,3% (2010 г.) до 12,6% (2015 г.) и использование прогрессивной технологии BIOX® трудноперерабатываемых сульфидных руд месторождений Кокпатас и Даугызтау с 16,6% (2010 г.) до 26,7% (2015 г.). Применение технологии кучного выщелачивания (КВ) золота до 2015 г. примерно остается на одном уровне. В дальнейшем в структуре добычи возможно повышение доли КВ за счет вовлечения в переработку руд с низким содержанием золота месторождения Аджибугут и отходов рентгенорадиометрической сепарации руд месторождения Кокпатас, а также биоокисления за счет вовлечения в переработку сульфидных руд месторождений Марджанбулак и Даугызтау способом бактериального КВ золота.



Рис. 1. Упрощенная схема формирования и использования техногенного сырья в Навоийском ГМК

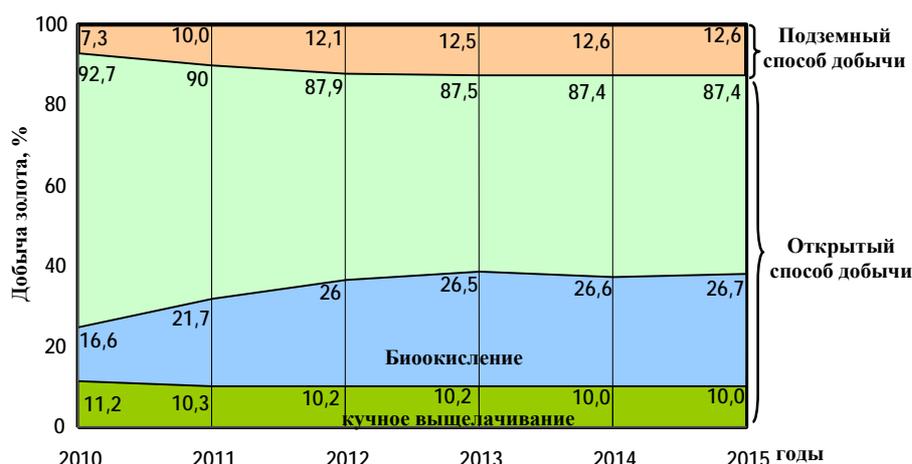


Рис. 2. Изменение относительных объемов открытого и подземного способов добычи золота

На горно-металлургических предприятиях Узбекистана расширяется применение безотходной переработки техногенного сырья. Так, в Алмалыкском ГМК вовлекаются в переработку отвалы шлаки медеплавильного производства пиromеталлургическим способом с извлечением драгоценных металлов, меди, цинка, железа. В Навоийском ГМК степень использования техногенных ресурсов на 01.01.2010 г. составляет 28,7% годового объема образования. На рис. 3 приведена динамика объемов образования (1) и потребления (2) техногенного сырья Навоийского ГМК.

Для решения проблем переработки техногенного сырья, образующегося в результате производственной деятельности горно-металлургических комбинатов, разработана и предложена концепция (табл. 1). Разработанная концепция ориентирует производственников на поиск решений по вовлечению техногенного сырья в дальнейшую переработку, позволяет решить проблемы по дальнейшему развитию минерально-сырьевой базы, охране окружающей среды, определяет пути и приемы решения задач, методы решения.

В соответствии с разработанной концепцией ос-

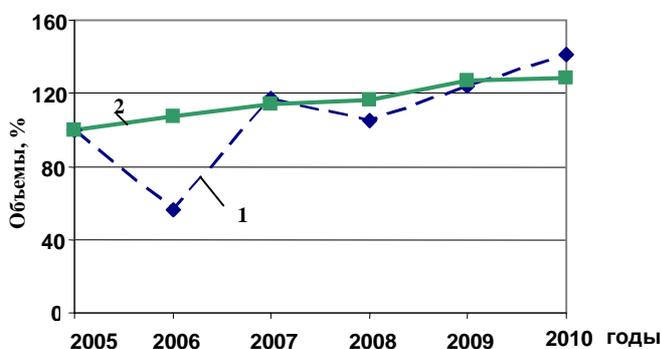


Рис. 3. Динамика образования (1) и потребления (2) техногенного сырья Навоийского ГМК, где: 2005 г. = 100%

воен промышленный процесс кучного выщелачивания золота из некондиционных руд месторождения Мурунтау с проектной производительностью по руде 13,8 млн. т/год. Кучное выщелачивание золота из забалансовых руд месторождения Мурунтау представляет собой технологию с замкнутым производственным циклом без сброса отходов за пределы площадки.

Бактериально-химическое вскрытие золотосульфидных руд, как метод подготовки их к цианированию, относится к числу наиболее перспективных

технологических разработок благодаря своим преимуществам – низкие капитальные затраты и эксплуатационные расходы, высокое извлечение золота, отсутствие газовыбросов и мышьякосодеждающих соединений. В Навоийском ГМК для освоения золотосульфидных месторождений Кокпатас и Даугызтау при невысоких содержаниях золота применен метод бактериального окисления в сочетании с предварительной крупнокусковой сортировкой руд рентгенометрической сепарации. Технология рентгенометрического обогащения предусматривает две стадии сортировки. Сначала на рудоконтрольной станции (РКС) крупнотоннажные порции в объеме кузова самосвалов разделяются на три типа: товарную руду, которая сразу отправляется на переработку на гидromеталлургический завод № 3 (ГМЗ-3); забалансовую руду, направляемую на рудосепарационный комплекс (РСК) покусковой сепарации; минерализованную массу, складываемую как сырьевая база будущих периодов переработки.

В конце 2008 г. на руднике Восточный месторождения Кокпатас введена в эксплуатацию модернизированная автомобильная РКС, которая является частью единого технологического комплекса предварительного обогащения сульфидных руд с годовой производительностью 8 млн. т. РКС позволяет производить контроль селективной выемки руд, оптимизировать показатели потерь и разубоживания, обеспечивая качество выделенных технологических сортов руд. На второй стадии предварительного обогащения забалансовая руда направляется на РКС, где проходит стадию рентгенометрической покусковой сортировки. Объединенный концентрат двух стадий обогащения (РКС+РСК) отгружается на ГМЗ-3 в виде обогащенного продукта технологии предварительного рентгенометрического обогащения. В результате такой сортировки в две стадии содержание золота в обогащенном продукте – увеличива-

Таблица 1

Концепция решения проблем переработки отходов горно-металлургического производства

Пути и приемы решения задач	Методы решения	Достигнутый результат
1. Переработка некондиционной руды в сочетании с предварительным обогащением	- Прикладные минералогические исследования - Радиометрическая сепарация (рентгенорадиометрическая, рентгенолюминесцентная, фото-метрическая и др.)	- Расширение минерально-сырьевой базы
2. Вовлечение в переработку техногенного минерального сырья. Создание замкнутого цикла производства и повторное использование отходов без дополнительной переработки исходной руды или путем шихтовки отходов с исходным сырьем	- Гравитационно-сорбционная технология - Высокоэффективные материалы и оборудование - Биохимическая и биокolloидная технология	- Получение товарной руды из отходов производства. - Снижение области загрязнения окружающей среды
3. Переработка некондиционных отходов производства на основе разработки и внедрения новых инновационных технологий с использованием новых реагентов с разработкой их новых комбинаций и режимов; новых высокоэффективных штаммов бактерий в сочетании с уже известными бактериями, а также расширение области использования ассоциации микроорганизмов при переработке	- Флотация сульфидных руд - Кучное выщелачивание золота - Микробиологические методы окисления - Бактериальное кучное выщелачивание золота - Комбинированные технологии извлечения - Нетрадиционные физические и физико-химические методы селективной дезинтеграции	- Расширение минерально-сырьевой базы - Получение товарной руды из отходов производства
4. Разработка и внедрение новых инновационных технологий, обеспечивающих комплексное извлечение металлов	- Нетрадиционные физические и физико-химические методы селективной дезинтеграции - Высокоэффективные материалы и оборудование - Интенсивное цианирование - Сверхтонкое измельчение - Бактериальное кучное выщелачивание золота - Кучное выщелачивание золота - Микробиологические методы окисления - Флотация сульфидных руд - Технология интенсивной десорбции золота и регенерация смолы	- Расширение минерально-сырьевой базы - Социально-экономический - Сохранение максимального количества ценных компонентов, добываемых из недр
5. Разработка и создание территориально-промышленных комплексов с замкнутой структурой потоков сырья и отходов, имеющих минимум выбросов	- Комбинированные технологии - Высокоэффективное оборудование - Интенсивное цианирование - Сверхтонкое измельчение - Бактериальное кучное выщелачивание золота	- Расширение минерально-сырьевой базы - Социально-экономический - Снижение области загрязнения окружающей среды
6. Организация новых технологий получения минерального сырья, позволяющих исключить или сократить этапы переработки, на которых образуется основное количество отходов	- Кучное выщелачивание золота - Флотация сульфидных руд - Микробиологические методы - Бактериальное кучное выщелачивание золота - Технология интенсивной десорбции золота и регенерация смолы - Интенсивное цианирование - Сверхтонкое измельчение	- Расширение минерально-сырьевой базы - Снижение области загрязнения окружающей среды
7. Создание бессточных технологических систем на базе существующих и перспективных способов очистки, использование оборотных вод	- Комбинированные технологии - Нетрадиционные физические и физико-химические методы селективной дезинтеграции - Высокоэффективное оборудование - Обезвреживание сточных вод	- Снижение области загрязнения окружающей среды

ется в 1,5-2 раза, а объем рудной массы, направляемой на переработку на ГМЗ-3, сокращается до 50%.

Таким образом, использование технологии предварительного обогащения руд на базе РКС и РСК позволило увеличить сырьевую базу месторождений Кокпатас за счет дополнительного вовлечения в переработку запасов забалансовых руд.

На сегодняшний день рудосепарационный комплекс, предназначенный для обогащения золотосодержащих руд месторождения «Кокпатас», по объ-

емам переработки рудной массы не имеет аналогов в мировой практике горно-перерабатывающего производства. В стадии разработки проект строительства и запуска в эксплуатацию аналогичного рудосепарационного комплекса на месторождении Даугызтау. В настоящее время выполняется наращивание производственных мощностей первой очереди установки BIOX[®] и осуществляется оптимизация производственного процесса по окислению сульфидов и расходу реагентов. После ввода в экс-

плуатацию второй очереди мощность установки VI-OX® планируется довести до 2137 t/сут.

Исследованиями подтверждена целесообразность переработки забалансовых руд забойной крупности месторождения Аджибугут и отходов рентгенорадиометрической сепарации руд месторождения Кокпатас методом кучного выщелачивания золота.

Проведенные исследования возможности извлечения золота из отходов Марджанбулакской золото-извлекательной фабрики (Марджанбулакской ЗИФ) показали, что среднее содержание золота по всему объему хвостохранилища составляет 0,97 g/t, среднее сквозное извлечение - 48%. Переработка отходов путем шихтовки с исходным сырьем позволяет увеличить степень извлечения золота из отходов Марджанбулакской ЗИФ. Использование более 10 млн. t хвостов гидрометаллургического производства Марджанбулакской ЗИФ для вторичной переработки позволит продлить срок службы фабрики на 8-10 лет.

На основе концепции разработана схема управления минерально-сырьевой базой горно-перерабатывающих производств, обеспечивающая решение оперативных задач по выпуску готовой продукции в условиях закономерно снижающегося содержания и увеличивающейся цены минерально-сырья и основывается на:

- разделении горной массы по сортам с выделением кондиционной руды на иерархических уровнях системы «месторождение – карьер – природно-технологическая зона – выемочный блок - забой – порция – кусок»;
- последовательном снижении кондиций на товарную руду по мере развития карьеров во времени и пространстве с определением условий уменьшения бортового содержания;
- раздельном складировании различных сортов горной массы с выделением товарной руды, забалансовой руды и породы;
- определении условий для вовлечения в переработку забалансовой руды и отходов производств.

Рассмотрим концепцию решения проблем переработки отходов горно-металлургических производств

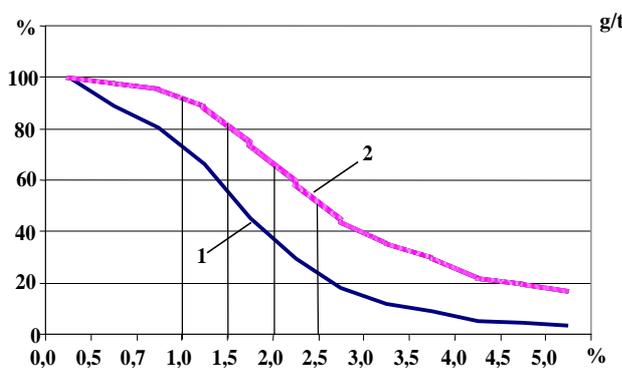


Рис. 4. Зависимость запасов руды (1) и золота (2) от бортового содержания

на примере разработки месторождения Мурунтау. Разработанная структура управления минерально-сырьевой базой горно-перерабатывающего производства предусматривает цикличное вовлечение в переработку сырья с последовательно снижающимся содержанием и применением дополнительных производственных циклов для выделения из неперспективных отходов обогащенной части полезного ископаемого [2].

Разделение горной массы по сортам с выделением кондиционной руды на уровнях «месторождение – карьер» происходит в процессе построения математической модели месторождения при разработке проекта карьера. При этом выделяется базовое бортовое содержание. Одновременно определяются границы разделения рудной массы по сортам.

В целом вовлечение в переработку сырьевых ресурсов происходит циклично, когда сырьевые отходы предыдущего этапа становятся исходным сырьем следующего этапа. Так, например, при бортовом содержании $C_6=2$ g/t отходами является забалансовая руда с содержанием менее 2,0 g/t. При понижении бортового содержания до $C_6=1,5$ g/t отходы предыдущего этапа с содержанием 1,5÷2,0 g/t становятся исходным сырьем и вовлекаются в переработку.

На рис. 4 представлены зависимости, иллюстрирующие влияние на сырьевую базу вовлечения в переработку забалансовой руды. Так, например, снижение бортового содержания до 1,0 g/t влечет за собой увеличение запасов золота в том же объеме месторождения на 80%, а при снижении до 0,5 g/t – на 130%.

Разделение горной массы по сортам на уровнях «карьер - природно-технологическая зона» происходит при годовом и месячном, «природно-технологическая зона – выемочный блок» - при месячном и суточном, а «выемочный блок – забой» - суточном и сменном планировании горных работ.

Разделение горной массы по сортам на уровнях «забой – порция» достигается применением селективных схем разработки, значение которых с понижением бортового содержания падает. В то же время при разработке залежей сложного строения появляется горная масса, содержание в которой по экономическим соображениям не позволяет достоверно отнести ее к забалансовой руде в обозримом будущем. Снять такую неопределенность предлагается за счет организации дополнительных производственных циклов, но уже на уровнях «забой – порция – кусок».

Разделение горной массы по сортам на уровнях «забой – порция – кусок» начинается с выделения на сортовых планах выемочных блоков границы «руда – порода» и определения прилегающей к ней породной полосы, содержащей некоторое, представляющее интерес, количество золота. Естественно, что в силу неравномерности строения залежей и распределения содержания в массиве в этой полосе будут иметь ме-

сто участки с аномально высоким содержанием, окруженные практически пустой породой. Кроме того, внутри этих участков будут находиться участки более низкого порядка с аномально низким содержанием.

Следствием такого строения залежей является то, что в каждом сорте рудной массы присутствует некоторая часть материала, не соответствующего границам сорта. Например, в рудной массе с границами сорта $1,0 \pm 0,5$ g/t присутствует по 30-40% материала с содержанием до 0,5 g/t и более 1,0 g/t. Поэтому интересующий нас материал целесообразно выделить из общей массы, что позволяет получить 80-100 млн. t товарной руды. Для этого разработана схема предварительного обогащения рудной массы путем порционной и покусковой сортировки.

В процессе ведения горных работ на выделенных участках сортовых планов, где порода контактирует с товарной рудой, осуществляется порционная сортировка горной массы. Для этого используется технология спутниковой навигации, в которой функции определения координат дополнены функцией обработки геологической информации. Сортировка осуществляется следующим образом. С помощью технологии спутниковой навигации определяется положение ковша экскаватора в забое, координаты которого совмещаются с математической моделью обрабатываемой залежи, что позволяет с использованием метода трехмерного крайинга рассчитывать содержание в отгружаемой горной массе по каждому наполненному ковшу и загруженному самосвалу.

При этом самосвал, в зависимости от содержания, получает адрес разгрузки (перегрузочный пункт карьера, склад, отвал и т.п.). Проведенный эксперимент подтвердил возможность реализации технологии сортировки с достоверностью разделения горной массы на руду и породу 60-70%.

Порционную сортировку целесообразно дополнить покусковой сортировкой рудной массы, что позволяет увеличить содержание и сократить затраты на переработку руды за счет выделения породной массы из продуктов добычи. При этом горная масса подвергается фотометрической сортировке на рудо-сепарационном комплексе, в результате которой выделяется обогащенная фракция руды с повышенным в 1,4-2,2 раза содержанием золота. Эта

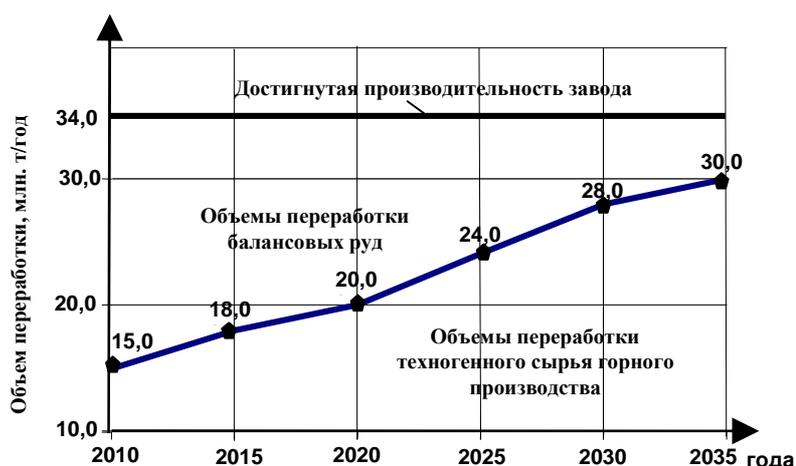


Рис. 5. Прогноз вовлечения техногенного сырья в переработку на гидromеталлургическом заводе № 2 во времени

фракция руды (20-60% от общего количества сортируемой горной массы) отвечает требованиям, предъявляемым к товарной руде.

На основе концепции решения проблем переработки отходов и предложенного на её основе управления минерально-сырьевой базой горно-перерабатывающих производств составлен прогноз вовлечения техногенного сырья в переработку на гидromеталлургическом заводе № 2 (ГМЗ-2) во времени (рис. 5). Как видно из прогноза, если доля некондиционного минерального сырья в переработке ГМЗ-2 в 2010 г. составила 44,1%, то к 2035 г. переработка техногенного сырья увеличится до 88,0%.

Таким образом, минерально-сырьевая база горно-металлургических производств характеризуется дальнейшим истощением месторождений с относительно хорошим качеством полезных ископаемых. Это привело к необходимости освоения техногенного сырья с низким содержанием ценных компонентов, разработка которых ранее считалась нецелесообразной. При подборе технологий переработки техногенного сырья необходим подход комплексного извлечения всех ценных составляющих, позволяющих обеспечить экономическую эффективность и целесообразность их разработки. Разработанная концепция решения проблем переработки техногенного сырья горно-металлургических предприятий позволяет увеличить минерально-сырьевую базу, снизить негативное влияние последствий деятельности производств на окружающую среду с учетом социально-экономических интересов регионов республики.

Список литературы:

1. Санакулов К.С. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства. «ФАН» АН РУз. 2009 г. 404 с.
2. Шеметов П.А. Повышение эффективности использования георесурсного потенциала при разработке месторождений // «ФАН» АН РУз. 2005 г. 122 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ГЛУБОКИХ РУДНЫХ КАРЬЕРАХ УЗБЕКИСТАНА

Шеметов П.А., докт. техн. наук; Бибики И.П., зам. главного инженера Центрального рудоуправления НГМК, канд. техн. наук; Исаков М.М., главный инженер рудоуправления Кальмакыр ОАО «АГМК»

Развитие горнодобывающей отрасли Узбекистана неразрывно связано с разработкой месторождений полезных ископаемых открытым способом. Как известно, значительная часть карьеров по открытой добыче полезных ископаемых вошла в категорию глубоких и эта тенденция продолжается. Параметры современных карьеров существенно увеличились. Крупные, глубокие карьеры Мурунтау и Кальмакыр, находящиеся на территории Узбекистана, являются в мировой горнорудной практике уникальными по сложности и новизне решаемых в процессе их создания и эксплуатации научно-технических задач, определяемых особенностями горно-геологических и горнотехнических условий разработки месторождений. Имеются предпроектные варианты рентабельной отработки и дальнейшего развития карьеров Мурунтау и Кальмакыр до глубины 900...1000 м.

В связи с этим выполнена оценка БВР глубоких карьеров Мурунтау и Кальмакыр, находящихся на территории Узбекистана.

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

Медномолибденовое месторождение Кальмакыр представлено осадочными: песчаники, известняки; изверженными: кварцевые порфиры, гранодиорит-порфиры, сиенито-диориты, диориты и метаморфическими породами: вторичные кварциты. Руды прожилково-вкрапленные. Горные породы имеют интенсивную сеть трещин, разбивающих массив на мелкие и крупные блоки. Коэффициент крепости по шкале М.М. Протодяконова $f=10-14$, плотность

руд $2,6-2,8 \text{ t/m}^3$, пород - $2,4-2,6 \text{ t/m}^3$, коэффициент разрыхления - 1,5. С учетом трещиноватости породы по взрываемости условно разделены на 3 категории: легковзрываемые ($f=6-8$) - сильно трещиноватые сиениты, гранодиоритпорфиры, сиенито-диориты; средневзрываемые ($f=8-12$) - мелко и средне трещиноватые с сульфидным оруденением, вторичные кварциты, гранодиоритпорфиры, измененные сиенито-диориты; трудновзрываемые ($f=10-16$) - слаботрещиноватые, крупноблочные, плотные вторичные кварциты. Взрывное рыхление трудно-взрываемых пород приводит к некачественной обработке подошвы уступов (юго-западная часть карьера), чему способствует обводненность скважин, достигающая 70-75%.

Бурение взрывных и скважин заоткоски на карьере Мурунтау производится станками шарошечного бурения СБШ-250МН-32 с диаметром долота 215,9 и 244,5 мм. Объем бурения взрывных скважин диаметром 215,9 мм с глубиной карьера увеличивается: в 2005 г. - 36%, в 2010 г. 52%. Взрывание на карьере многорядное, короткозамедленное с применением неэлектрических систем инициирования «СИНВ», ведется один раз в неделю. Взрывается одновременно до 8 блоков, в среднем 100 т ВВ. В качестве ВВ и промежуточных детонаторов применяются соответственно эмульсионные взрывчатые составы (ЭВВ) и патронированные ЭВВ собственного производства. Плотность заряжения ЭВВ зависит от типа применяемого ВВ и колеблется в пределах $1,15-1,26 \text{ g/m}^3$, вместимость скважины составляет 60-65 кг/п.м. Передача инициирующего импульса происходит по ударно-волновой трубке, смонтированной в детонатор неэлектрической системы. Детонаторы с коротким периодом замедления имеют 20 ступеней замедления с интервалом в 25 ms, (от 25 ms до 500 ms). Применяются схемы монтажа взрывной сети: квадратная (возможно с началом в центре) и диагонально-обратная. При составлении схемы монтажа взрывной сети на конкретный блок для получения требуемого направления прохождения инициирующего импульса и очередности взрывания скважинных зарядов применяются комбинации схем монтажа. Инициирование взрывной сети блока выполняется радиоуправлением от взрывного аппарата «Друза-М». Основной конструкцией заряда является сплошной колонковый заряд, в отдельных случаях для более равномерного

распределения ВВ по длине скважины применяется рассредоточение заряда воздушными промежутками или инертным материалом. В качестве забойки применяется буровая мелочь. Взрывание производится на подпорную стенку.

На карьере Мурунтау для повышения устойчивости откосов уступов и бортов карьеров при их выходе на проектный контур разработаны мероприятия и применяются предварительное щелеобразование и взрывание приконтурной зоны шириной не менее 50 м от капитального борта. При этом первоначально взрываются наклонные скважины экранирующей щели отдельно от скважин основного блока или замедлением между взрывами наклонных скважин экранирующей щели и скважин основного блока не менее 75-100 мс. Суммарный вес взрываемых зарядов ВВ на одно замедление при взрыве скважин основного блока не превышает 2500 кг. Наклонные скважины экранирующей щели обустраиваются строчкой через 2,0-3,0 м диаметром 150-250 мм. С целью исключения разрушения горной массы на глубоких горизонтах от взрыва зарядов в перебуре взрывных скважин в районе предохранительных берм с 2006 г. бурение ведется с надбермового горизонта без перебура на удалении от конечного контура уступа кратном расстоянии между рядами скважин в сетке, но не менее ширины предохранительной бермы (рис. 1). В связи с увеличенной объемной концентрацией энергии ЭВВ в нижней части скважины проработка подошвы достаточна для выдерживания проектной отметки. Кроме того, исключение перебура положительно сказывается на расположении заряда в массиве, т.к. колонка заряда поднимается без увеличения удельного расхода ВВ (на 1,5 ÷ 2 м в зависимости от сетки скважин).

Бурение взрывных скважин на карьере Кальмакыр производится станками шарошечного бурения СБШ-250МН-32 с диаметром бурения 244,5 мм, а при бурении отрезной щели при выходе на проектный контур станками пневмоударного бурения СБУ-100Г диаметром 105 мм, глубина бурения до 32 м. Взрывные работы ведутся один раз в неделю, на нижних горизонтах два раза в связи с интенсивной обводненностью скважин. Во взрывной день взрывается 8-10 блоков с общим числом скважин от 150 до 220. Объем взорванной горной массы составляет 300-350 тыс. м³. Размер негабарита в ребре 1,5 м для породы обусловлен емкостью ковша экскаватора и 1,0 м для руды обусловлен приемным отверстием дробильной установки на фабрике. Применяются водоземulsionные взрывчатые вещества (ВВВ) собственного производства. Плотность заряжения ВВВ зависит от обводненности скважин и колеблется в пределах 1,16-1,33 г/м³, вместимость – 67-78 кг/п.м.

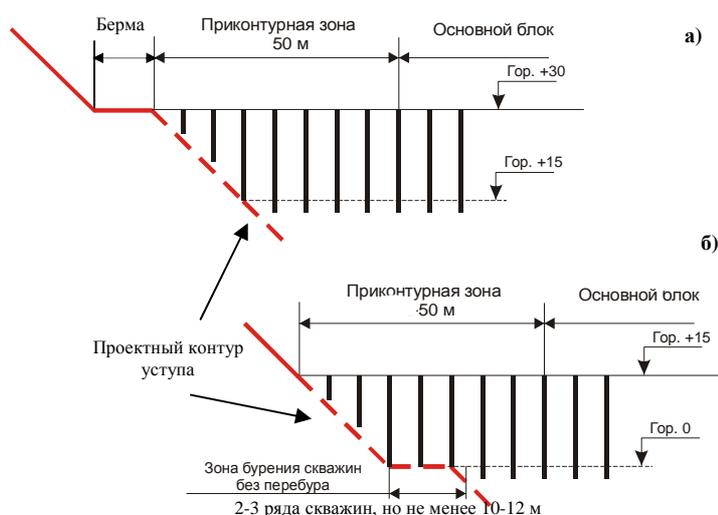


Рис. 1. Параметры БВР в приконтурной зоне на бермовом (а) и надбермовом (б) горизонтах карьера Мурунтау

Принят метод вертикальных скважинных зарядов рыхления при многорядном их размещении и короткозамедленном взрывании. Взрывание скважинных зарядов на уступах осуществляется при наличии обнаженных поверхностей и числе рядов скважин на блоке до 5, а в траншейных условиях – при одной обнаженной поверхности. Взрывания скважинных зарядов – с помощью внутрискважинного КД и боевиков, инициирование которых производится неэлектрической системой инициирования «Нонель» и комбинированное с применением ДШ. Рациональная область применения конкретной схемы определяется числом рядов скважинных зарядов, высотой уступа, в качестве основной схемы предусматривается порядная схема. Величина интервала времени замедления составляет 25 мс при использовании ЭДКЗ и 67, 109, 176 мс при использовании неэлектрической системы «Нонель». Средняя обводненность горных пород по карьеру составляет 66%, а на горизонтах ниже отметки +700 м – до 100%. В верхней части на высоте 1/3 скважины размещается забойка инертным материалом. В обводненных скважинах в качестве забойки используется вода. Применяется предварительное щелеобразование, заключающееся во взрывании контурных зарядов с опережением во времени в 100 мс по отношению к взрыву скважин основного блока. Угол наклона скважин контурного ряда – 55°. Бурение скважин осуществляется без перебура. В качестве ВВ применяются патроны диаметром 32 мм, массой 0,25 кг. Расстояние между скважинами в ряду 0,9 м.

В глубоких карьерах Мурунтау и Кальмакыр выполнено районирование пород по буримости, по типам применяемых ВВ, взрываемости горной массы с учетом её предназначения. Горно-геологическим условиям массивов пород месторождений Мурунтау и Кальмакыр на глубоких горизонтах характерны общие особенности - это сложная геологиче-

Таблица 1

Результаты определения оптимального размера среднего куска взорванной горной массы по энергозатратам

Процессы	Оптимальный размер среднего куска взорванной горной массы, м			
	d _{сж} =60 МПа	d _{сж} =100 МПа	d _{сж} =140 МПа	d _{сж} =180 МПа
Бурение + взрывание + экскавация	0,10	0,16	0,23	0,35
Бурение + взрывание + экскавация + транспорт	0,08	0,13	0,19	0,30
Бурение + взрывание + экскавация + транспорт + дробление	0,06	0,10	0,15	0,22
Бурение + взрывание + экскавация + транспорт + дробление + измельчение	0,03	0,05	0,06	0,08

ская текстура, представленная различными направлениями плоскостей наложения, складчатость и пространственная система трещин различных размеров и густоты, поэтому физико-технические свойства, структура горных пород и гидрогеология в значительной мере определяют степень дробления энергией взрыва. Определен оптимальный средний размер взорванного куска в зависимости от энергозатрат для всех типов пород карьера (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что в зависимости от физико-механических свойств в рудной зоне оптимальный средний размер куска взорванной горной массы должен составлять 0,03-0,08 м, в породной зоне 0,06-0,22 м при автомобильно-конвейерном и 0,08-0,30 м при автомобильном и железнодорожном

транспорте. При этом с увеличением предела прочности пород на сжатие оптимальный размер куска разрыхленного массива увеличивается. С 1995 г. оптимизированы параметры БВР в системе «карьер Мурунтау – завод». В результате за счет увеличения веса взрывозрывной подготовки руды к экскавации энергетические затраты мельниц, характеризующиеся расходом электроэнергии, снизились в среднем на 9%; производительность мельниц измельчения по сухому продукту возросла на 16%, по выходу исходного продукта (-0,074 мм) – на 8%, что способствует увеличению объемов перерабатываемой руды и реализации дополнительно полученного металла; расход помольных шаров сократился на 7-8%.

Технико-экономические показатели БВР на карьерах Мурунтау и Кальмакыр представлены в табл. 2. Анализ ТЭП показывает, что на верхних горизонтах карьера Мурунтау располагаются породы с крепостью f=7-14, на нижних – f=14-15, на верхних горизонтах карьера Кальмакыр - f=6-14, на нижних – f=14-16, т.е. с увеличением глубины отработки увеличивается крепость горных пород. С ростом глубины карьеров Мурунтау и Кальмакыр уменьшились объемы взрываемых блоков соответственно до 80÷100 м³ и 30÷50 м³, сеть бурения с 6,5х6,5 м, 7х7 м до 6х6 м, 6,5х6,5 м и с 7х7 м, 8х9 м до 6х6 м, 7х7 м, 7х8 м и выход горной массы с 1 п.м в 1,6 и в 1,3 раза, вырос удельный расход ВВ в 2,4 и в 1,9 раз. Доля БВР в себестоимости добычи горной массы увеличилась на 84% по карьеру Мурунтау и на 79% по карьеру Кальмакыр.

Удельный расход ВВ, при общей тенденции роста по го-

Таблица 2

Технико-экономические показатели БВР

Годы	Крепость пород	Удельный расход, кг/м ³	Сеть бурения, м х м	Производительность станков, п.м/год	Пробурено скважин, п.м	Взорванной горной массы, тыс. м ³	Выход горной массы, т/п.м	Себестоимость БВР, сум/м ³
Карьер Мурунтау								
2005	10-13	1,02	6,5х6,5; 7х7	785250	792030	27721	35,0	277,7
2006	10-14	1,03	6,5х6,5; 7х7	805700	808530	27732	34,3	329,9
2007	10-14	1,04	6х6; 7х7	810590	788330	26961	34,2	422,3
2008	11-14	1,07	6х6; 6,5х6,5	812010	778200	26536	34,1	502,8
2009	11-15	1,09	6х6; 6,5х6,5	790290	747050	25399	34,0	510,2
2010	10-14	1,00	6х6; 6,5х6,5	852634	804823	26959	33,5	481,2
Карьер Кальмакыр								
2005	13-14	0,655	7х7; 8х9	19759	286439	16712	58,3	357
2006	13-15	0,621	7х7; 8х9	18837	321279	18298,5	57,0	401
2007	14-15	0,670	7х7; 7х8	19784	320501	15845	49,4	544
2008	14-16	0,690	7х7; 7х8	20519	311480	15997,5	51,4	635
2009	14-16	0,674	6х6; 7х7; 7х8	21632	356695	16535	46,3	638
2010	14-16	0,708	6х6; 7х7; 7х8	23618	361191	18506	51,2	581

дам, в 2010 г. на карьере Мурунтау снизился. Это объясняется преобладающим ведением горных работ на верхних горизонтах объединенного карьера Мурунтау и Мютенбай с меньшей крепостью пород, что способствовало снижению себестоимости БВР. На карьере Кальмакыр себестоимость БВР в 2010 г., при общем росте по годам и сохранении тенденции изменения остальных показателей БВР, снизилась по сравнению с 2009 г. на 6,0% за счет повышенной ходимости буровых штанг (в 2009 г. – 13107 м, в 2010 г. – 14621 м).

Удельный вес буровзрывной подготовки горного массива к экскавации в общем технологическом комплексе горного производства составляет на карьерах Мурунтау 20% и Кальмакыр - 6%. При этом повышенные затраты на БВР по карьере Мурунтау объясняются оптимизацией параметров взрывного дробления в системе «карьер – завод» и абразивностью горных пород, из-за которой ходимость шарошечных долот на карьере Мурунтау составляет 400÷550 м, в то время как на карьере Кальмакыр 700÷1025 м.

Производительность буровых станков СБШ-250МН-32 за счет проведенной модернизации выросла на 3,5% по карьере Мурунтау и до 10,0% по карьере Кальмакыр: усовершенствована головка бурового снаряда с установкой нового редуктора вращателя; заменены контакторы включения электродвигателя компрессора и пускателей управления электродвигателей хода бурового станка на бесконтактные тиристорные схемы управления; исключены из схемы электрооборудования электроцепи подогрева масла, не используемые в климатических условиях карьеров; изменена конструкция обдува электродвигателя – вращателя; установлена новая маслостанция с увеличенной производительностью насосов, повышающая скорость вспомогательных операций и тем самым - скорость бурения.

Мачта увеличена на 4,5 м дополнительной надставкой с размещением в ней штанг длиной 12 м, позволяющих обуривать 10-метровые уступы без наращивания бурового става, а 15-метровые - с одним наращиванием вместо двух и более в серийном станке, что позволяет увеличить производительность бурения до 20%. Применение наддолотных амортизаторов позволило повысить стабильность процесса бурения и снизить уровень вибрации.

На карьере Кальмакыр на верхних уступах фронт работ составляет от 300-400 м до 900-1200 м, на нижних уступах - 200-400 м, ширина рабочих площадок - от 20 до 100 м. Так, на гор +760 м фронт работ составляет 1200 м, ширина рабочих площадок 30÷100 м, на гор +580 м соответственно 900 м и 25 м. На карьере Мурунтау фронт работ снизился до 300-400 м, а ширина рабочих площадок до 50-150 м. К примеру, на гор +390 м фронт

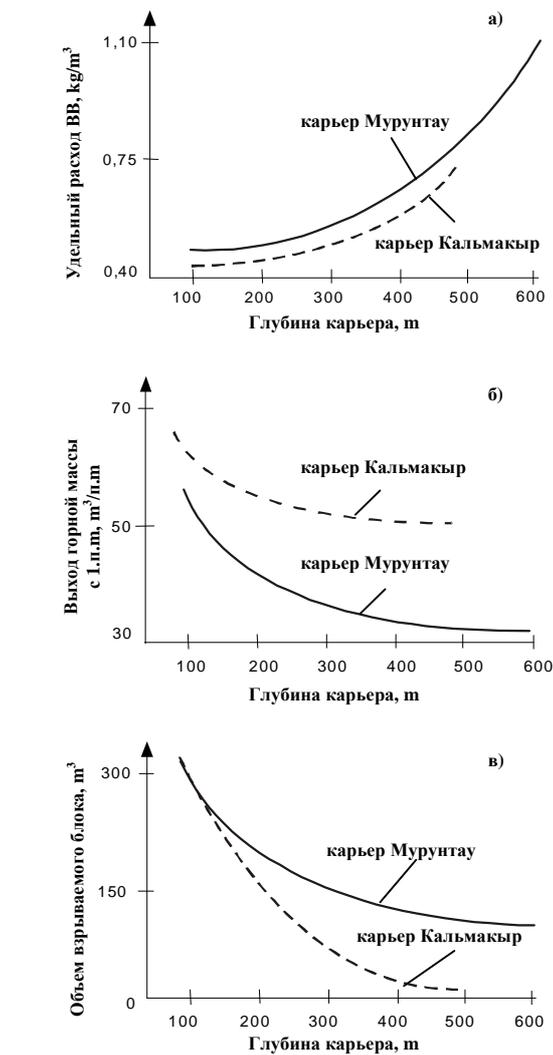


Рис. 2. Зависимости изменения удельного расхода БВР (а), выхода горной массы с 1 п.м (б) и объема взрывааемых блоков (в) в зависимости от глубины карьеров Мурунтау и Кальмакыр

работ составляет 1250 м, ширина рабочей площадки 70÷80 м, на гор +45 м соответственно 400 м и 50 м.

Взаимосвязь глубины карьеров Мурунтау и Кальмакыр с удельным расходом БВР, выходом горной массы с 1 п.м и объема взрывааемых блоков представлена на рис. 2.

Таким образом, усложнение горно-геологических и горно-технических условий с увеличением глубины карьеров проявляется в повышении крепости пород, обводненности и трещиноватости, уменьшении размеров рабочей зоны и, как следствие, снижении фронта работ, ширины рабочих площадок и объемов взрывааемых блоков; увеличивается отрицательное воздействие массовых взрывов на общий ритм горных работ; ухудшаются технико-экономические показатели производства БВР.

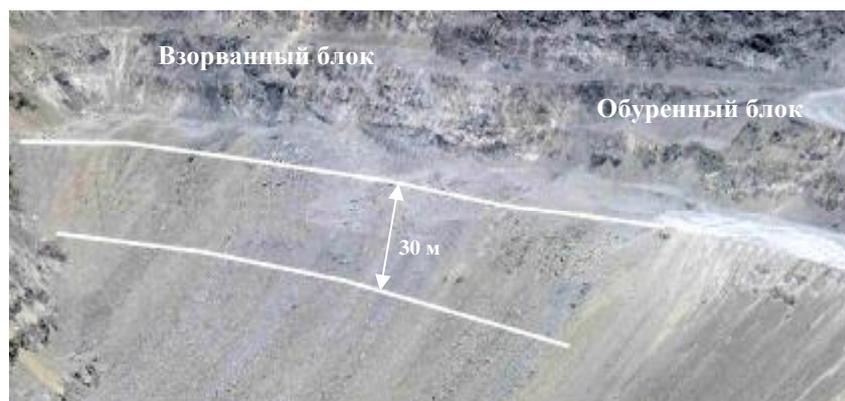


Рис. 3. Пример сдвоенного 30-метрового уступа на карьере Мурунтау

С целью компенсации уменьшения рабочих площадей на нижних горизонтах карьеров Мурунтау и Кальмакыр идет постепенное увеличение высоты взрываемого уступа. Так, взорванный объем горной массы по высоте уступов за время отработки карьера Мурунтау составил: 10-метровыми уступами - 38%, 15-метровыми уступами - 58% и 20, 30-метровыми уступами - 4%, карьера Кальмакыр: 10-метровыми уступами - 20%, 15-метровыми уступами - 50% и 22,5-метровыми уступами - 30%. Например, на карьере Мурунтау объемы горной массы, взорванные уступами высотой 20 м, составили 1 млн. 106 тыс. m^3 , высотой 30 м – 2 млн. 167 тыс. m^3 . Пример взрывания 30-метрового уступа на гор. +135,0 м карьера Мурунтау показан на рис. 3. Взорванные 30-метровые и 20-метровые уступы обрабатываются подступами безопасной высоты. Сдвоенные и строенные уступы сокращают объемы (длину) перебуров, улучшают условия бурения за счет сокращения числа забуриваний, повышают производительность бурения по ненарушенным породам, сокращают число перемещений станков, увеличивают длину скважины, занятую ВВ, более равномерно распределяют ВВ по взрываемому массиву, что способствует улучшению дробления. Разнотипные породы при взрывании в зажатой среде на глубине в 3-4 м сохраняют природную структуру в схемах с обуриванием и взрыванием блоков на значительную глубину. Такие схемы позволяют увеличить угол откоса рабочего борта карьера.

На промплощадках карьеров Мурунтау и Кальмакыр построены заводы по производству соответственно ЭВВ и ВВВ, т.е. изготовление ВВ приближено к месту производства взрывных работ. На карьере Мурунтау применяется ЭВВ типа Нобелан 2060-2090 (механическая смесь ANFO и эмульсионной матрицы от 60%/40%, до 90%/10%) для ведения взрывных работ по сухим скважинам и ЭВВ типа Нобелит 2000-2050 (механическая смесь ANFO и эмульсионной матрицы от 00%/100%, до 50%/50%, сенсибилизированной газогенерирующими добавками) для ведения взрывных работ по сухим и обводненным скважинам. Загрузка ком-

понентов и приготовление смесового ЭВВ необходимой рецептуры с последующей зарядкой скважин выполняется смесительно-зарядными машинами (СЗМ). На заводе ведется производство патронированных ЭВВ Нобелит-216Z с диаметром патронов 36-90 мм.

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

Таким образом, производство и рационализация ассортимента взрывчатых материалов на заводах, приближенных к месту производства горных работ с использованием зарядных машин, позволяет обеспечить годовой объем взорванной горной массы по карьерам Мурунтау и Кальмакыр, механизировать процесс доставки ВВ на глубокие горизонты карьеров и зарядания, исключив при этом полностью ручной труд.

Дальнейшей задачей по оптимизации параметров БВР при производстве и применении ЭВВ и ВВВ, на наш взгляд, является разработка критериев эффективности применяемых ВВ рационального рецептурного состава с использованием дешевых компонентов, производимых в Республике Узбекистан и технологии производства эмульсионных взрывчатых смесей, а также параметров БВР, адаптированных к ЭВВ и ВВВ.

В карьере Мурунтау рост себестоимости транспортирования с глубиной работ компенсируется через последовательное внедрение менее затратных технологий и менее энергоемкого горно-транспортного оборудования и достигается главным образом, частичной заменой автомобильного транспорта конвейерным.

Для транспортирования породы и руды на карьере используется циклично-поточная технология (ЦПТ) с автомобильно-конвейерным транспортом и наклонными конвейерами ($\alpha=15^\circ$) нормального исполнения с тремя стационарными дробильно-перегрузочными установками (ДПУ), обеспечивая эффективную работу карьера до глубины 350-400 м. Два ДПУ и модульный крутонаклонный перегружатель с дробилкой в настоящее время выведены из эксплуатации и демонтируются, остальные будут демонтированы при дальнейшем разное борта карьера.

Основания демонтируемых ДПУ с подпорными стенками подлежат демонтажу, и сносятся взрыва-



Рис. 4. Подпорная бетонная стенка стационарного ДПУ после демонтажа оборудования (а), бурение шпуров с последующим взрыванием подпорной стенки и циклическим послойным удалением горной породы и разрушенного бетона (б)

нием (рис. 4) с циклическим послойным удалением горной породы и разрушенного бетона. Закончено строительство крутонаклонного конвейера (КНК-270) с высотой подъема руды или породы 270 м, производительностью 16,0 млн. т/год и углом наклона крутонаклонной части 37° (рис. 5). На борту карьера поточную линию дополняет конвейерно-железнодорожный перегрузочный пункт. Временные догрузочно-накопительные склады, совмещаемые с выемочными блоками и скользящими наклонными съездами, значительно приближают перегрузочные пункты КНК-270 к рабочей зоне карьера и перемещаются вслед за развитием горных работ. Такие меры позволяют рассчитывать на использование поточного звена до глубины 800-850 м. Внедрение КНК-270 позволяет снизить себестоимость транспортирования, увеличить генеральные углы погашения бортов карьера и повысить производительность экскаваторно-автомобильно-конвейерного комплекса. Ввод дробилок, перегрузочных пунктов и т.п. на значительные глубины повышает требования к сейсмическому воздействию взрывных работ на горные массивы и инженерные сооружения к гранулометрическому составу и форме развала горной массы, что способствует улучшению качества дробления рудной массы и повышению извлечения полезного ископаемого.

На нижних уступах карьера Кальмакыр гор +420÷565 горная масса отгружается экскаваторами на автомобильный транспорт с последующей доставкой ее на перегрузочные пункты и отгрузкой экскаваторами на железнодорожный транспорт. В средней части карьера на гор +565÷760 экскаваторы ведут отгрузку горной массы непосредственно на железнодорожный транспорт. Дальнейшая отработка нижних горизонтов карьера Кальмакыр связана с намечаемой в будущем внедрением циклично-поточной технологии.

Таким образом, введение в связи с расширением области применения поточных и циклично-поточных технологий в рабочую зону глубоких

карьеров стационарных и мобильных сооружений, перегрузочных пунктов, их демонтаж при переносе или ликвидации с применением взрывных работ обуславливает необходимость разработки дополнительных технических решений по сейсмобезопасной технологии взрывания в приконтурных зонах карьеров, обеспечивающей формирование устойчивых уступов и бортов с максимально возможными крутыми углами и сохранность сложных инженерных сооружений, расположенных на бортах.

Предъявляются повышенные требования к качеству дробления горной массы, её гранулометрическому составу и форме; разработке эффективных способов взрывания, позволяющих улучшить качество дробления рудной массы и повышающих полноту извлечения полезного ископаемого.

В настоящее время в связи с углубкой карьера



Рис. 5. КНК-270 в карьере Мурунтау

Мурунтау часть горных выработок шахты Мурунтау, расположенной под карьером, оработаны открытым способом, при этом между действующими горными выработками шахты и дном карьера постоянно оставляется предохранительный целик, взрывные работы в карьере в районе предохранительного целика ведутся по согласованным мероприятиям со стороны карьера и шахты. Планы горных работ в карьере и шахте на протяжении всего периода совмещения работ увязывают и регламентируют, согласно разработанным и согласованным «Мероприятиям по обеспечению безопасного производства работ при одновременной отработке месторождения открытым и подземным способами».

Часть запасов месторождения Мурунтау не попадает в проектные контуры карьера и остается за его пределами вблизи бортов и под дном карьера. Опыт извлечения запасов руд за контурами карьеров указывает на перспективность их доработки открыто-подземным способом разработки, когда из выработанного пространства карьера проходятся вскрывающие выработки: штольни, наклонные стволы и т.д.

Такой комбинацией способов возможна отработка обособленных частей месторождения. Реализуемое на карьере Мурунтау совмещенное вскрытие и подготовка запасов шахтного и карьерного полей позволяет сократить объемы горнокапитальных работ и срок строительства; снизить размеры инвестиций, а также затраты на транспортирование руды в процессе одновременной работы открытого и подземного рудников.

Наличие действующего карьера обеспечивает возможность доступа к прибортовым запасам с минимальными затратами. При этом максимально используются преимущества высокопроизводительного карьерного оборудования. Перспективная отработка законтурных запасов открыто-подземным и дальнейшая доработка запасов подземным способами, в свою очередь, ужесточаются требования к технологиям взрывных работ как в карьере, так и в подземных условиях.

Требуется разработка мероприятий, обеспечивающих сохранность бортов карьера и предохранительных целиков до подземных выработок, уменьшающих степень воздействия взрывных работ на охраняемые объекты.

При этом требуется построение общих сейсмологических моделей промышленных массовых взрывов, критериев их оценки в приконтурных зонах вблизи сооружений поточных и циклично-поточных сооружений и в зоне воздействия взрыва на подземные выработки, способствующие минимизации сейсмического воздействия на охраняемые объекты.

Производство взрывных работ в стесненных условиях глубоких карьеров, когда взрывается

несколько блоков и затруднен отвод оборудования, требует необходимости разработки и применения упреждающих технологических, технических и организационных мероприятий, позволяющих снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций, повысить безопасность применения ВВ. Для этого целесообразна разработка комплексной системы безопасности изготовления и использования ВВ с регулируемой энергией в глубоких карьерах.

В целом, на основании выполненного анализа представлена характеристика глубокого карьера как объекта воздействия БВР (рис. 6). При этом отмечаются следующие основные тенденции развития буровзрывных работ в глубоких карьерах Узбекистана:

- усложнение горно-геологических и горно-технических условий разработки месторождений; повышается обводненность и трещиноватость горных пород, растет влияние глубины карьеров на сопротивляемость руд взрывному разрушению, что приводит к увеличению затрат на БВР;

- применение комбинированных видов транспорта автомобильно-конвейерно-железнодорожного с вводом на глубокие горизонты инженерных сооружений (дробилок, перегрузочных пунктов и т.п.), сокращающих материальные, энергетические и финансовые затраты на перемещение горной массы, что повышает требования к качеству дробления горной массы, ее гранулометрическому составу и форме развала, к сейсмическому воздействию взрывных работ на горные массивы и инженерные сооружения;

- совместная открыто-подземная отработка руд, залегающая за проектными контурами карьеров вблизи бортов и под дном, что снижает затраты на добычу полезных ископаемых;

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

На основании проведенного анализа БВР выполнена оценка состояния и определены пути повышения эффективности буровзрывного комплекса в глубоких карьерах за счет разработки параметров БВР, соответствующих разрушаемому горным породам и обеспечивающих сохранность прибортовых массивов и сооружений от сейсмических воздействий взрывов и снижение затрат на взрывные работы.

При этом к основным факторам, влияющим на работу буровзрывного комплекса, отнесены: усложнение горно-геологических и горнотехнических условий, связанных с увеличением глубины горных работ; применяемые технологии горных работ; сейсмическое воздействие взрывных работ на сохранность горных массивов, инженерных сооружений, сохранность рудовмещающих массивов и горных выработок при вовлечении в совместную

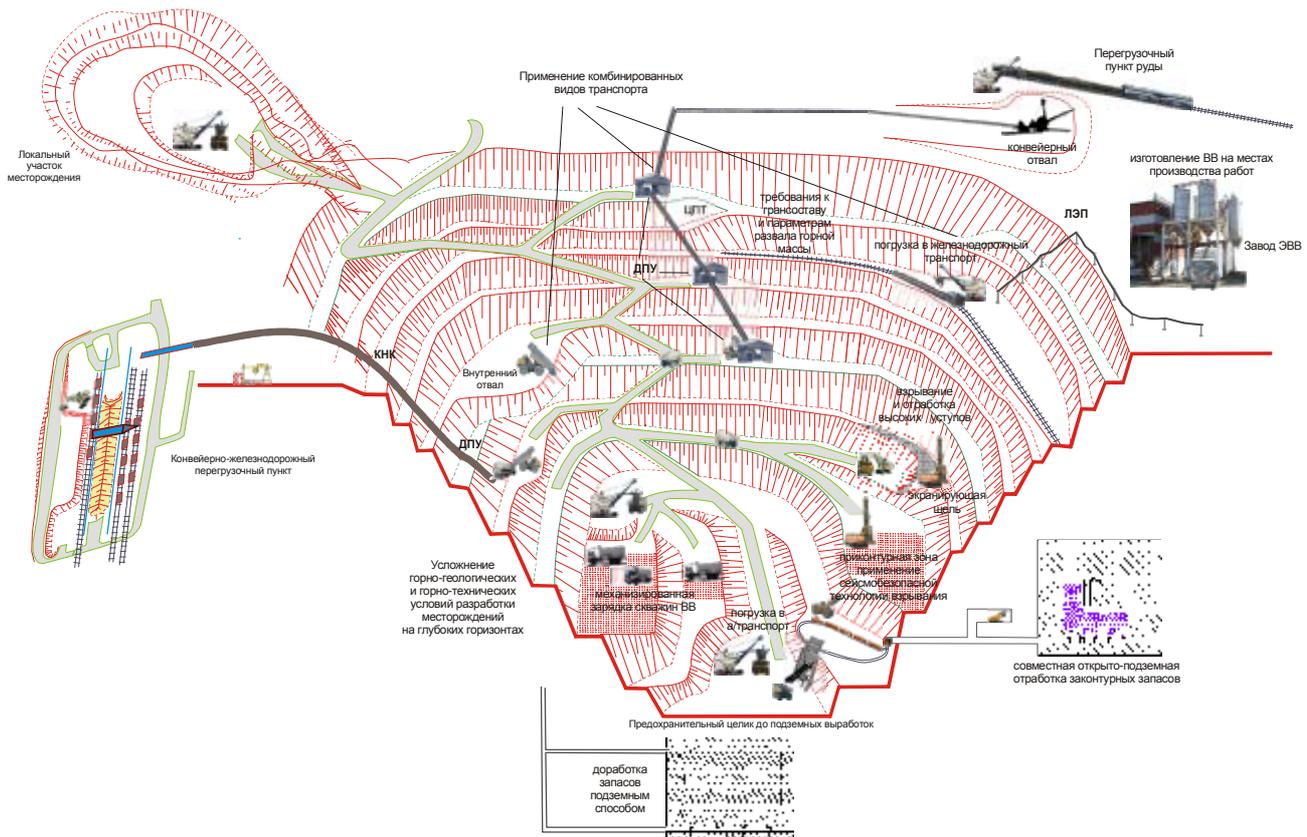


Рис. 6. Характеристика глубокого карьера как объекта воздействия БВР

открыто-подземную отработку руд, залегающих за проектными контурами карьеров и под дном; применяемые ВВ.

Такой концептуальный подход к оценке и повышению эффективности буровзрывного комплекса отражает направления достижения стратегической цели разработки месторождений открытым способом до предельно экономически целесообразной величины. Особое место уделяется оптимизации параметров технологических процессов БВР за счет:

- эффективности взрывного дробления и перемещения горной массы;
- разработки состава более дешевых и высокоэнергетических эмульсионных ВВ с использованием сырья, производимого в Республике Узбекистан, характеристики которых максимально соответствуют разрушаемому породам;
- разработки способов взрывания, позволяющих улучшить качество дробления горной массы и повысить полноту извлечения полезного ископаемого;
- разработки рациональных параметров БВР, обеспечивающих минимизацию сейсмических воздействий взрыва на прибортовые массивы и инженерные сооружения;
- разработки комплексной системы безопасности при производстве и применении эмульсионных

ВВ с регулируемой энергией.

Таким образом, установлено, что с увеличением глубины разработки рудных месторождений открытым способом до предельно экономически целесообразной величины усложняются горно-геологические и горнотехнические условия работ, повышается обводненность и трещиноватость горных пород, растет влияние глубины карьера на сопротивляемость руд взрывному разрушению и повышаются требования к сохранности вводимых на глубокие горизонты инженерных сооружений и т.п.

В целом проектирование параметров БВР в глубоких карьерах должно учитывать изменяющиеся с глубиной отработки физико-механические и физико-технические свойства пород, применяемые ВВ, сейсмическое воздействие массовых взрывов на сохранность бортов карьеров, инженерных сооружений и коммуникаций, сохранность рудовмещающих массивов и горных выработок при вовлечении в совместную открыто-подземную отработку руд, залегающих за проектными контурами карьеров вблизи бортов и под дном. Целесообразна разработка комплексной системы безопасности изготовления и использования ВВ с регулируемой энергией в глубоких карьерах, позволяющих снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций, а также снижение затрат на буровзрывные работы.

СПОСОБЫ ПОДАЧИ ЗАКЛАДОЧНОЙ СМЕСИ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Воробьев А.Е., заведующий кафедрой Нефтепромысловой геологии, горного и нефтегазового дела РУДН, докт. техн. наук, профессор; **Крупник Л.А.**, профессор Казахского национального технического университета, докт. техн. наук, профессор; **Шапошник Ю.Н.**, профессор Восточно-Казахстанского государственного технического университета, докт. техн. наук, профессор; **Шапошник С.Н.**, профессор Восточно-Казахстанского государственного технического университета, докт. техн. наук

Добычу полиметаллической руды системами разработки с закладкой на сегодняшний день в Восточном Казахстане осуществляют на Малеевском руднике Зырянского ГОКа, Тишинском и Риддер-Сокольном рудниках Риддерского ГОКа ТОО «Казцинк», Орловском и Артемьевском рудниках ТОО «Корпорация «Казхмыс», планируется применение систем разработки с закладкой выработанного пространства для выемки запасов руд с высоким содержанием золота на нижних горизонтах Суздальского рудника финансово-инвестиционной компании «Алел» компании «Северсталь». Представляется весьма вероятным использование систем разработки с закладкой при отработке 11 рудного тела Секисовского месторождения в предохранительном целике реки Секисовке ДТОО «Горнорудное предприятие «Секисовское» компании «Hambleton mining company Limited», а также при выемке золотосодержащих руд на Бакырчикском месторождении ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» [1-3].

Использование твердеющей закладки в технологическом процессе добычи руды дает возможность сократить потери и разубоживание рудной массы, отрабатывать запасы руд в охранных целиках и сохранять земную поверхность от обрушения при обеспечении безопасности горных работ. Вместе с тем системы разработки с закладкой требуют крупных капитальных вложений на строительство бетонно-закладочных комплексов (БЗК) и, как показывает практика, значительного периода времени [1]. При сложившемся в настоящее время дефиците финансовых средств для горнодобывающих предприятий особую значимость приобретает разработка менее затратных технологических путей ведения закладочных работ при условии обеспечения безопасности ведения горных работ.

Выбор способа подачи закладочных смесей во многом зависит от рецептуры закладочных смесей для закладки пустот отработанных выемочных единиц на подземных рудниках, предопределяющих прочностные, деформационные и пластичные свойства закладочного массива, реологические характеристики закладочных смесей, а также от необходимых объемов подачи закладки и взаимного расположения пустот отработанных камер и поверхностных БЗК.

В настоящее время на многих рудниках подача закладки с поверхностных БЗК в шахту осуществляется в самотечном режиме, например на Малеев-

ском руднике Зырянского ГОКа ТОО «Казцинк» при составе закладочной смеси: цемент М-400 - 60 kg/m³; граншлак молотый, класс -0,08 -120 kg/m³; граншлак молотый, класс +0,08 -120 kg/m³; пески отвалыные +2,5 -470 kg/m³; легкая фракция +2,5 -705 kg/m³; вода - 460 kg/m³заклаки.

Готовая закладочная смесь с БЗК транспортируется по закладочному вертикальному ставу бетоновода диаметром 168 mm до 11 горизонта и далее по закладочному трубопроводу (бетоноводу) диаметром 168 mm, проложенному по горизонтальным и вертикальным выработкам до закладываемой камеры. Дальность подачи по трубопроводу в самотечном режиме закладочных смесей определяется соотношением $H:L=1:5; 1:7$ (H - суммарная длина вертикальных участков закладочного трубопровода, m; L - суммарная длина горизонтальных участков закладочного трубопровода, m).

При закладке пустот отработанных камер, расположенных незначительно выше уровня закладочного горизонта, необходимо проводить проверочный расчет трубопроводного транспорта закладочной смеси по условию необходимого давления у устья закладочной скважины.

Условие самотечного транспортирования закладочной смеси в камеру, расположенную выше закладочного горизонта, например, камеру № 55 Родниковой рудной зоны Малеевского месторождения, будет выполнено, если величина остаточного давления в конце горизонтального участка бетоновода ($P_{ост}$) будет превышать величину давления, создаваемого гидравлическим напором закладочной смеси в восходящей закладочной скважине ($P_{ске}$):

$$P_{ост} > P_{ске};$$

$$P_{ост} = H \cdot \rho \cdot k_1 \cdot I \cdot L \cdot \rho \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3;$$

$$P_{ост} = h_{ске} \cdot \rho \cdot k_3,$$

где H - высота вертикального става бетоновода, m;

ρ - плотность закладочной смеси, kg/m³;

I - удельные потери напора, m/m;

L - длина горизонтального участка бетоновода, m;

k_1 - коэффициент заполнения вертикального става бетоновода;

k_2 - коэффициент надежности;

k_3 - коэффициент местных сопротивлений;

$h_{ске}$ - превышение уровня подачи закладочной смеси в камеру над уровнем горизонта транспортирования.

В результате проведенных расчетов установлено, что $P_{ост}=0,95$ МПа, $P_{ске}=0,45$ МПа. Таким образом, условие $P_{ост}>P_{ске}$ выполнено, что обеспечивает самотечный транспорт закладочной смеси в камеру № 55 при превышении уровня подачи закладочной смеси в камеру над уровнем горизонта транспортирования $h_{ске}=21$ м, $H=382$ м, $L=1580$ м.

В настоящее время на Малеевском руднике возникла необходимость выбора варианта закладки пустот отработанных камер в этаже 7-11 горизонтов Малеевской рудной зоны (выше уровня закладочного горизонта до 200 м).

Для решения возникшей проблемы руководством ТОО «Казцинк» к практической реализации предлагается два варианта: вариант 1 - размещение на горизонтальном ставе смонтированного по квершлагу шх. Малеевская насосного агрегата HSP 25.100 HP Duplex фирмы PUTZMEISTER AG, который будет осуществлять напорную подачу закладочной смеси на вышележащие горизонты; вариант 2 - строительство на верхней промышленной площадке Малеевского рудника БЗК, с которого в самотечном режиме через две вертикально пробуренные скважины будет осуществляться подача закладочной смеси в отработанное пространство верхних горизонтов Малеевской рудной и Октябрьской рудной зон.

Расчетные показатели чистой текущей стоимости по вариантам подачи закладочной смеси на верхние горизонты Малеевской рудной зоны, выполненные специалистами ТОО «Казцинктех», приведены на рис. 1.

Анализ выполненных расчетов показывает, что более целесообразным и экономически привлекательным вариантом закладки верхних горизонтов Малеевского рудника является приобретение и монтаж насосного агрегата HSP 25.100 HP Duplex фирмы PUTZMEISTER AG, который будет осуществлять напорную подачу закладочной смеси на вышележащие горизонты.

В настоящее время на многих месторождениях полезных ископаемых, в том числе и на Риддер-Сокольном месторождении, отработка рудных запасов осуществляется на флангах месторождений за пределами самотечно-пневматического режима транспортирования закладочной смеси, в связи с чем планируемое расширение объемов добычи руды с литыми твердеющими смесями ограничивается высокой стоимостью закладки, что резко повышает себестоимость добычи руды, и отсутствием решений по транспортированию закладочной смеси в отдаленные блоки.

Расширение объемов добычи полезных ископаемых и сокращение затрат на закладочные работы за счет исключения дополнительных капитальных и эксплуатационных затрат на строительство поверхностных БЗК за пределами самотечно-

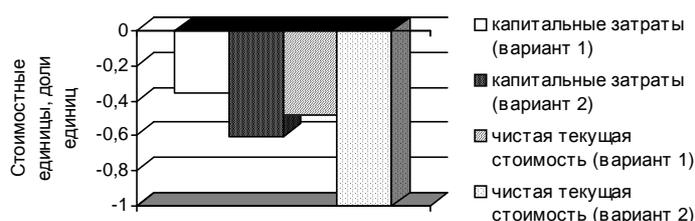


Рис. 1. Расчетные показатели чистой текущей стоимости по вариантам подачи закладочной смеси на верхние горизонты Малеевской рудной зоны на период 2009-2017 гг.

пневматического режима транспортирования закладочной смеси возможно на основе проведения исследований по установлению влияния состава закладочной смеси на ее реологические свойства и прочностные характеристики закладки и разработки рациональных составов закладочных смесей.

В результате проведенных лабораторных исследований в специализированной лаборатории закладочных и строительных работ Риддерского ГОКа ТОО «Казцинк» и опытно-промышленных исследований на БЗК Риддер-Сокольного рудника установлено, что использование в составе закладочной смеси (цемент - 140 kg/m^3 ; текущие хвосты - 1288 kg/m^3 ; вода - 476 kg/m^3) химических добавок типа Pozzolith дает возможность снизить расход дорогостоящего цемента при приготовлении закладочной смеси на $12-15 \text{ kg/m}^3$ при условии сохранения прочностных характеристик закладочного массива, повысить подвижность смеси в лабораторных условиях на 20% (рис. 2), увеличить среднюю скорость истечения смеси с добавкой-пластификатором Pozzolith MR 55 из емкости (при дозировке добавки $1,0 \text{ kg/m}^3$) примерно на 50% по сравнению с применяемым компонентным составом закладочной смеси, что даст возможность вовлечь в отработку участки рудных залежей на флангах месторождений полезных ископаемых.

Изменение времени истечения 2 л смеси из виб-

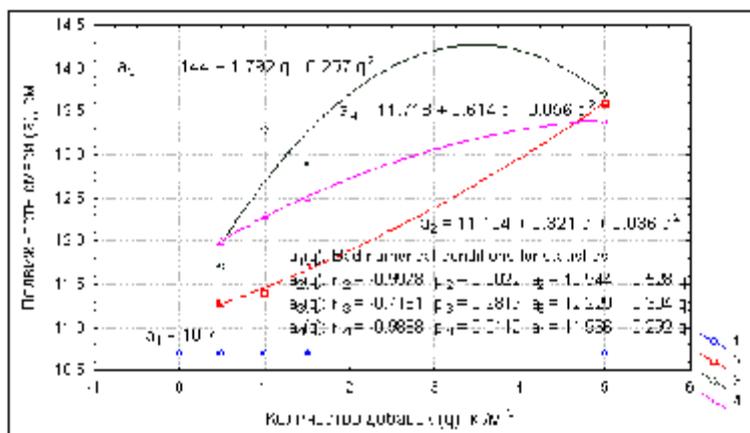


Рис. 2. Изменение подвижности закладочной смеси с использованием добавок-пластификаторов (при следующем составе смеси: цемент - 140 kg/m^3 ; хвосты - 1288 kg/m^3 ; вода - 476 kg/m^3 , отношение Т:Ж в текущих хвостах - 73:27: 1 - без использования добавок; 2, 3, 4 - с использованием добавок пластификаторов, соответственно, Pozzolith MR 25, Pozzolith MR 55 и Pozzolith 100 XR в пределах $0,5 \text{ kg/m}^3 \leq q \leq 1,5 \text{ kg/m}^3$

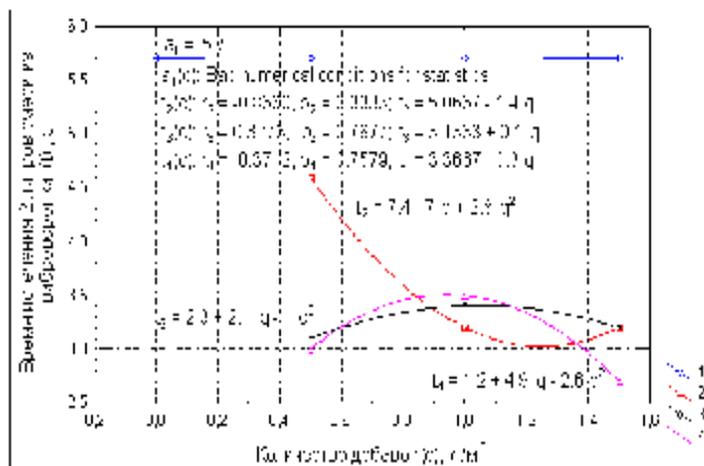


Рис. 3. Изменение времени истечения T смеси из виброворонки при существующем составе закладочной смеси на Риддер-Сокольном руднике: 1 - без использования добавок; 2, 3, 4 - с использованием добавок пластификаторов, соответственно, Pozzolith MR 25, Pozzolith MR 55 и Pozzolith 100 XR в пределах $0,5 \text{ kg/m}^3 \leq q \leq 1,5 \text{ kg/m}^3$

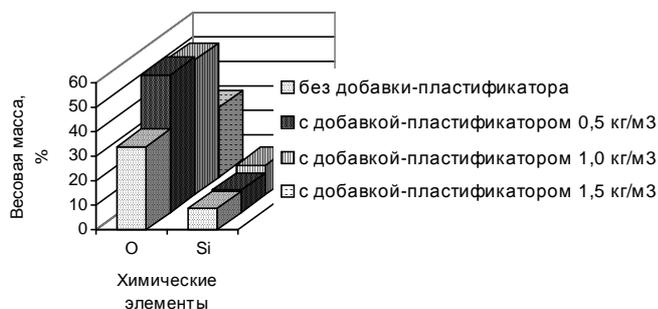


Рис. 4. Диаграмма содержания химических элементов Si и O в составе закладочной смеси при присутствии добавок-пластификаторов

воронки при существующем составе закладочной смеси на Риддер-Сокольном руднике при добавлении химических добавок представлено на рис. 3.

Исследования на электронном микроскопе JSM-6390LV (Япония) с энергодисперсионной приставкой EDS фирмы Oxford позволили определить структуру и химический состав образцов-кубов закладочного массива, сформированных из смеси, применяемой в настоящее время на Риддер-Сокольном руднике, и с добавкой-пластификатором Pozzolith MR 55.

В результате проведенных лабораторных исследований установлено, что весовая масса химических элементов Si и O в составе закладочной смеси наибольшая при содержании добавок пластификатора в пределах $0,5\text{--}1 \text{ kg/m}^3$ (рис. 4), что обеспечивает пониженную скорость твердения закладочного массива в начальные сроки при достаточно интенсивном наборе прочности в более поздние сроки твердения, а введение в состав закладки добавок пластификатора обеспечивается текучесть закладочной смеси при относительно малом количестве воды. В результате технико-экономических расчетов (рис. 5) нами выявлено, что использование гид-

родинамических активаторов и высоконапорных бетононасосов из-за их высокой стоимости и значительного износа на сегодняшний день на БЗК Риддер-Сокольного рудника не целесообразно.

Суммарный ожидаемый экономический эффект на годовой объем закладочных работ от практической реализации технологии закладочных работ с использованием добавок-пластификаторов на Риддер-Сокольном руднике Риддерского ГОК ТОО «Казцинк» составит 186 тыс. долл. США в год.

В отличие от рудников ТОО «Казцинк», где объемы закладочных работ достаточно велики, на Суздальском руднике ФИК «Алел» объемы твердеющей закладки незначительны, что потребует поиска и обоснования рациональных составов закладочных смесей и технологических схем подачи закладочного материала в пустоты отработанных камер.

Наиболее приемлемым вариантом подачи закладки в шахту может быть использование самоходных миксеров, например, автобетоносмесителей МИКСЕР-4 фирмы «Путцмайстер», доставляющих закладочную смесь от помольно-смесительного узла, расположенного на верхних горизонтах Суздальского рудника, до пустот отработанных камер и последующую укладку бетонной смеси в выработанное пространство. При этом отпадает необходимость строительства поверхностного БЗК.

В последние годы на зарубежных рудниках, например, руднике Zinkgruvan (Швеция) широко применяют пастовую закладку [2], получаемую путем приготовления смеси частиц заданного гранулометрического состава с водой. При этом паста имеет достаточную текучесть для перекачки насосами. К ограничениям технологического и экономического характера приготовления пастовой закладки можно отнести следующие факторы: закладочные смеси с однородным гранулометрическим составом крайне трудно перекачивать по трубам за счет недостаточного содержания в них тонкой фракции, которая формирует пограничные условия потока для ядра; повышение объема тонкой фракции требует больших усилий по обезвоживанию закладочного материала; последнее требует повышенных расходов на оборудование и электроэнергию. При выборе состава закладки необходимо проводить качественные исследования ее свойств в зависимости от требований к искусственному массиву и в соответствии с технологией закладочных работ.

Замена дорогостоящих закладочных материалов более дешевыми является одним из наиболее рациональных путей снижения стоимости закладочных работ, объем которых непрерывно растет. Эти сопутствующие издержки обусловили проведение исследований с целью использования хвостов обогащения в качестве заполнителя твердеющего закла-

дочного материала, тем более что необходимость размещения больших объемов хвостов обогащения часто ставит серьезные экологические проблемы. Это в полной мере относится ко всем горнодобывающим предприятиям, применяющим для выемки запасов руд системы разработки с закладкой выработанного пространства.

Свойством тиксотропии обладают суспензии, содержащие в составе твердой фазы тонкодисперсные частицы. Именно благодаря им становится возможным реализация эффекта обратимого тиксотропного разжижения при воздействии на суспензию механическими импульсами.

Поэтому одним из основных требований к характеристикам заполнителя твердеющей закладки должно быть наличие определенного количества тонкодисперсных частиц. Заполнитель не должен интенсивно впитывать и удерживать воду, т.к. в основе реализации эффекта тиксотропии лежит раздвижка зерен твердой фазы водной средой.

Ограничивающим условием для заполнителя является наличие глинистых частиц, т.к. они под воздействием механических импульсов не отдадут впитанную воду и резко снижают проявление эффекта тиксотропии.

Состав минеральных фаз отвальных песков Зырянской обогатительной фабрики Зырянского ГОКа ТОО «Казцинк» был определен на рентгеновском дифрактометре X'Pert PRO. Анализ полученных результатов показал, что в составе отвальных песков 45% занимают глинистые включения, представленные в основном полевыми шпатами. Глинистые включения представлены минералами лимонитом, потассианом, содианом (40%) и железом кальция (III), алюминиевым марганцем (IV), сульфатом (VI), боратом и гидратом гидроокиси (5%).

Для установления критериев перевода твердеющих закладочных смесей в состояние тиксотропного разжижения были проведены исследования в лабораторных условиях. Исследовалось влияние на проявление эффекта тиксотропии содержания в заполнителе частиц крупностью минус 44 мкм, воды и совокупности указанных факторов. В качестве материала для заполнителя использовались хвосты флотации Зырянской обогатительной фабрики.

Результаты экспериментов представлены на графике (рис. 6). Анализ результатов экспериментов позволил сделать следующие выводы.

Увеличение содержания фракций минус 44 мкм способствует более эффективному проявлению тиксотропных свойств закладочных смесей. Нижним пределом содержания фракции минус 44 мкм следует считать 30%, т.к. уменьшение содержания граничной фракции нижеуказанного предела приводит к срыву эффекта тиксотропии, что проявляется в скачкообразном повышении вибровязкости смеси.

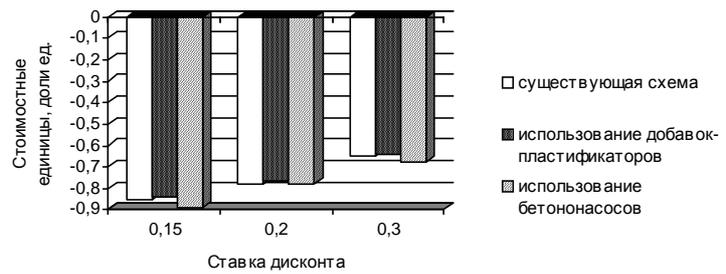


Рис. 5. Диаграмма накопленных дисконтированных потоков денежных средств чистой прибыли на счету предприятия при различных схемах закладочных работ на Риддер-Сокольном руднике

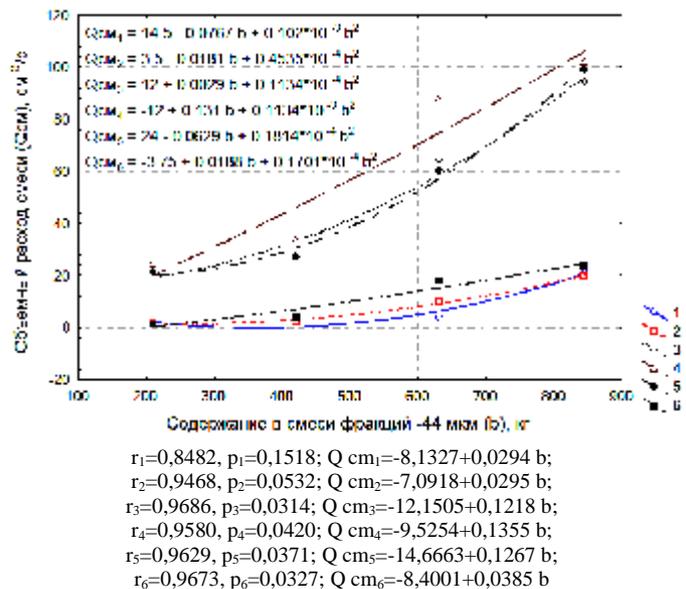


Рис. 6. Результаты экспериментов с частотой вибрации 50 Н при содержании в смеси фракций класса минус 44 мкм в пределах 850 кг \geq 210 кг: 1 - содержание воды в смеси 630 кг; 2 - содержание воды в смеси 525 кг; 3 - содержание воды в смеси 465 кг; 4 - содержание воды в смеси 420 кг; 5 - содержание воды в смеси 380 кг; 6 - содержание воды в смеси 315 кг

Одно лишь содержание граничной фракции не определяет возможность проявления тиксотропных свойств закладочной смесью. Этот эффект проявляется только при сочетании двух параметров: определенного содержания фракции минус 44 мкм и водосодержания смеси в пределах 22-18%. При увеличении содержания воды свыше 22% происходит срыв эффекта тиксотропного разжижения, а при снижении водосодержания ниже 18% имеющегося количества воды недостаточно, чтобы этот эффект проявился.

Установлено, что на проявление эффекта тиксотропии оказывает также существенное влияние и частота прилагаемых механических импульсов. С ростом частоты вибровязкость смеси снижается, что свидетельствует о более ярком проявлении эффекта тиксотропии. Граничными условиями проявления эффекта тиксотропии следует считать сочетание следующих двух параметров: содержание в смеси фракции минус 44 мкм не менее 30% при общей массовой доле твердого в пределах 78-82%, а

сами хвосты флотации при их предварительной подготовке, хорошим и более дешевым материалом в качестве заполнителя для закладочных смесей.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что использование добавок пластификатора в составе закладочной смеси

позволяет в зависимости от дозировки добавки повысить подвижность смеси на 20% при сохранении прочностных характеристик закладочного массива, а также вовлечь в разработку удаленные участки рудных залежей на флангах месторождений полезных ископаемых Восточного Казахстана.

Список литературы:

1. Фрейдин А.М., Быкадоров А.И., Неверов С.А., Неверов А.А. Ресурсосберегающие технологии подземной разработки рудных месторождений // Горная промышленность, № 6, 2003. - С. 44-48.
2. Мировой опыт автоматизации горных работ на подземных рудниках / В.Н. Опарин, Е.П. Русин, А.П. Тапсиев, А.М. Фрейдин, Б.П. Бадтиева. СО РАН, Ин-т горного дела. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. - 99 с.
3. Воробьев А.Е., Батузин А.С., Фейт Г.Н. Физические, химические и биохимические процессы горного производства / Под ред. проф. А.Е. Воробьева, часть 3 «Физические процессы горного производства». Учебное пособие. - М.: МГТУ, 2000. - 116 с.

УДК 622.235

© Воробьев В.В., Пеев А.М. 2010 г.

НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ СКВАЖИННОГО ЗАРЯДА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОРАБОТКИ ПОДОШВЫ УСТУПА

Воробьев В.В., декан факультета механики и материаловедения Кременчугского государственного университета, докт. техн. наук, профессор; **Пеев А.М.**, доцент кафедры технической механики Кременчугского государственного университета, канд. техн. наук

Буровзрывные работы (БВР) в современных условиях работы горнодобывающих предприятий пока остаются практически единственным способом разрушения прочных горных пород. Являясь начальным процессом технологии добычи, БВР определяют эффективность всех последующих процессов: от погрузки и транспортирования до механического дробления и переработки минерального сырья. Равномерность и крупность дробления массива, процент выхода негабарита, проработка подошвы уступа, величина перебура скважин, ширина развала горной массы – эти и другие характеристики в основном определяют качество проведенных БВР. В связи с этим исследование и разработка новых конструкций скважинных зарядов, позволяющих

обеспечить необходимое качество взорванной массы, уменьшить величину перебура скважин и улучшить проработку подошвы уступа, является важной и актуальной задачей, решение которой будет способствовать повышению экономической эффективности работы предприятий.

Целью работы является оценка в промышленных условиях эффективности разработанной конструкции скважинного заряда с концентратором ударных волн в донной части (рис. 1, табл. 1-3).

Выполненные ранее теоретические и лабораторные исследования [1, 2] показали, что форма донной части заряда оказывает существенное влияние на состояние поверхности и уровень подошвы уступа после взрыва. Различные формы донной части предлагаются выполнять с помощью так называемых концентраторов ударных волн (КУВ), представляющих собой конуса, изготовленные из инертного материала. При определенных геометрических параметрах КУВ обеспечивается увеличение зоны усиленного динамического нагружения на донную часть скважины и уменьшается воздействие отраженной ударной волны на материал забойки. Таким образом, используя полученные результаты, можно предложить конструкцию заряда, в которой на дне скважины расположен КУВ (изготовленный, например, из бетона). Это позволит снизить величину перебура скважинных зарядов, выйти на проектную отметку подошвы уступа и обеспечить необходимый гранулометрический состав взорванной массы.

Для оценки эффективности использования КУВ в промышленных условиях были проведены исследования на карьерах Кременчугского региона (Полтав-

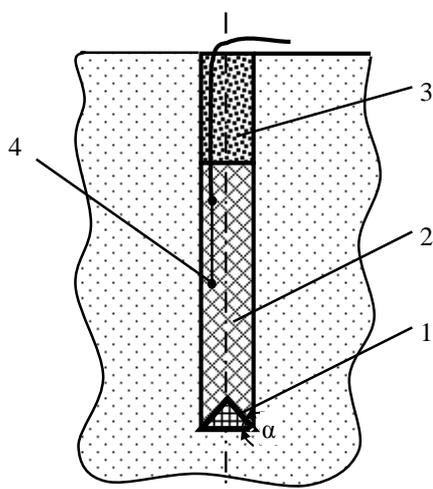


Рис. 1. Конструкция скважинного заряда

ский ГОК, Крюковское карьероуправление, Редутский щебзавод).

Использование КУВ с наклонной поверхностью наиболее эффективно при установке их в первом ряду скважин, где величина СПП максимальна, однако ориентировка данного устройства в скважине сопряжена с определенными трудностями, поэтому при выполнении промышленных экспериментов использовали вставки с конусной поверхностью. КУВ изготавливали из песчано-цементной смеси, с соотношением песка и цемента 2:1.

Параметры БВР, используемые при проведении промышленных экспериментов на Полтавском ГОКе: сетка скважин - 6х6 м, глубина - 14 м, диаметр скважин - 0,25 м; тип взрывчатого вещества (ВВ) - полимикс, анемикс; удельный расход ВВ - 0,83 kg/m³. Промышленные исследования проводились методом сравнения результатов взрывов скважинных зарядов сплошной конструкции и зарядов с КУВ в донной части, взрывааемых на одном блоке. Критерием оценки эффективности исследуемых конструкций являлись интенсивность дробления горной массы и качество проработки подошвы уступа. Качество дробления оценивали по гранулометрическому составу и диаметру среднего куска разрушенной породы (с помощью фотопланметрического метода), проработку подошвы уступа определяли маркшейдерской съемкой уступа после взрыва.

Технология заряжания скважин на опытном участке была следующей: вначале на дно скважины на веревке опускали КУВ (рис. 1, поз. 1), $\alpha=45^{\circ}$, после чего с помощью зеркала и отраженного света контролировалось его положение, затем в скважину засыпали 30-50 kg ВВ, опускали боевики (рис. 1, поз. 4) и заряжали остальное количество ВВ (рис. 1, поз. 2), а сверху засыпали забойку (рис. 1, поз. 3). После уборки горной массы на данном блоке маркшейдерская группа выполняла геодезическую съемку. Анализ полученных результатов показал, что использование конструкции заряда, в донной части которого располагается КУВ, приводит к занижению подошвы уступа на 80-85 см (по сравнению с контрольным участком, на котором использовали обычные сплошные заряды).

Результаты проведенных экспериментов также показали, что расположение в донной части скважины КУВ оказывает влияние на интенсивность взрывного разрушения горных пород: диаметр среднего куска при использовании данных зарядов снижается на 8,2%; выход средних фракций (100-400 мм) увеличивается на 20%, а выход крупных фракций (свыше 400 мм) снижается на 20% (табл. 1).

Оценка эффективности данного метода регулирования динамического нагружения нижней части скважины в промышленных условиях была проведена на Крюковском карьероуправлении (г. Кременчуг). Основным полезным ископаемым на данном карьере является гранодиорит звенигородско-кремненчугского типа, представляющий собой серую, темно-серую и розовато-серую породу массивной текстуры. Крепость пород по шкале проф. Протодеяконова составляет 10-12. Было проведено два массовых взрыва: блок 14, горизонт 3 (параметры БВР: сетка скважин 7х6,5 м, глубина скважин 20-22 м, диаметр скважин 250 мм, глубина перебура 3 м, количество скважин - 16 шт., ВВ - гепор, анемикс) и блок 13, горизонт 7 (параметры БВР: сетка скважин 7х6 м, глубина скважин 12-14 м, диаметр скважин 250 мм, глубина перебура 2 м, количество скважин - 15 шт., ВВ - гепор, анемикс). Аналогичные эксперименты были проведены и в условиях Редутского щебзавода (г. Комсомольск), который разрабатывает Редутское месторождение гранитов (удельный вес 2,73-2,79 g/cm³, пористость

Таблица 1

Влияние расположения КУВ в донной части заряда на интенсивность взрывного разрушения горных пород в условиях карьера Полтавского ГОКа

Участок	Процентное содержание фракций, мм						Диаметр среднего куска, мм
	0-100	100-200	200-400	400-600	600-800	>800	
Контрольный	8,1	26,9	29,2	22,2	12,1	1,5	341,3
Опытный	8,0	30,8	31,4	19,2	10,1	0,5	315,6

Таблица 2

Влияние расположения КУВ в донной части заряда на интенсивность взрывного разрушения горных пород в условиях Крюковского карьероуправления

Участок	Процентное содержание фракций, мм						Диаметр среднего куска, мм
	0-75	75-150	150-300	300-450	450-600	>600	
Контрольный (блок 14, горизонт 3)	4,5	9,3	37,2	32,9	16,1	-	303,9
Опытный (блок 14, горизонт 3)	4,8	16,9	41,4	28,1	9,4	-	268,7
Контрольный (блок 13, горизонт 7)	5,1	10,3	39,4	28,5	15,3	1,4	298,8
Опытный (блок 13, горизонт 7)	5,3	17,4	44,1	22,3	10,9	-	261,6

Таблица 3

Влияние расположения КУВ в донной части заряда на интенсивность взрывного разрушения горных пород в условиях карьера Редутского щебзавода

Участок	Процентное содержание фракций, мм						Диаметр среднего куска, мм
	0-75	75-150	150-300	300-450	450-600	>600	
Контрольный	7,6	13,9	32,3	31,1	15,1	-	287,1
Опытный	7,7	20,6	39,8	20,1	11,8	-	252,9

0,4-0,8; прочность на сжатие в сухом состоянии 100-140 МПа). Параметры БВР: сетка скважин 6x5 м, глубина скважин 6-7 м, диаметр скважин 250 мм, глубина перебура 1 м, количество скважин – 45 шт., ВВ – гепор, анемикс. Конструкцию заряда с КУВ в донной части принимали такой же, как и предыдущей серии промышленных экспериментов (рис. 1).

Как показал анализ киносъемки процесса вылета забойки из скважины, наличие КУВ в ней приводит к тому, что забойка вылетает в среднем позже на 30%, чем при взрыве зарядов без КУВ. Это приводит к тому, что действие газообразных продуктов детонации на среду увеличивается и улучшается дробление. Обработка фотопланграмм подтверждает это предположение. Расположение в донной части скважины КУВ оказывает влияние на интен-

сивность взрывного разрушения горных пород: диаметр среднего куска (табл. 2, 3) при использовании данных зарядов снижается в среднем на 12%; выход средних фракций увеличивается в 1,2-1,4 раза, а выход крупных фракций (свыше 450 мм) снижается в 1,3-1,7 раза, выход мелких фракций (0 – 75 мм) при использовании данной конструкции заряда практически не изменяется.

Выводы. Использование скважинных зарядов с КУВ в донной части за счет регулирования динамического воздействия на нижние слои взрываемого массива позволяет без ухудшения качества проработки подошвы уступа снизить величину перебура в 1,7 раза, на 8-12% уменьшить диаметр среднего куска разрушенной горной массы и в 1,7 раза уменьшить выход негабарита.

Список литературы:

1. Воробьев В.В., Пеев А.М., Щетинин В.Т. Снижение динамического воздействия ударных волн на материал забойки скважинного заряда // *Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету: Наукові праці КДПУ.* - Кременчук: КДПУ, 2004. – Вип. 6/2004(29). – С. 124 - 126.
2. Воробьев В.В., Пеев А.М., Славко Г.В. Изменение степени проработки подошвы уступа при взаимодействии зарядов с различной формой донной части // *Науковий вісник вірничого університету: Науково-технічний журнал.* – Дніпропетровськ. – 2005. – №3 (2005). – С. 31 – 33.

УДК 622.79

© Игнатилов Е.Н., Куканова С.И., Зайнитдинова Л.И., Колпакова Е.В., Лазутин Н.А. 2010 г.

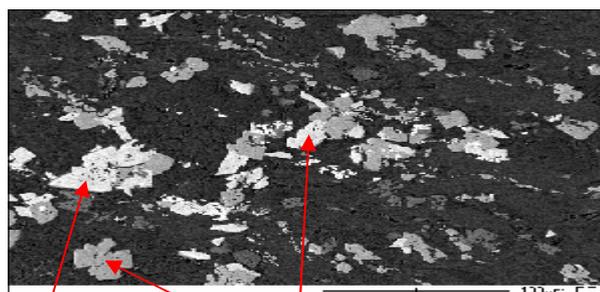
БАКТЕРИАЛЬНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ СУЛЬФИДНЫХ МИНЕРАЛОВ

Игнатилов Е.Н., старший научный сотрудник института микробиологии АН РУз, канд. геол.-мин. наук; **Куканова С.И.**, ведущий научный сотрудник института микробиологии АН РУз, канд. биол. наук; **Зайнитдинова Л.И.**, старший научный сотрудник института микробиологии АН РУз, канд. биол. наук; **Колпакова Е.В.**, руководитель группы ЦНИЛ НГМК; **Лазутин Н.А.**, младший научный сотрудник института микробиологии АН РУз

Известно, что различные хемолитотрофные бактерии способны окислять сульфидные минералы и высвобождать золото. Высвобожденное золото остается в твердых остатках после бактериального окисления и поддается последующему выщелачиванию известными гидрометаллургическими методами [1, 2]. Для понимания механизма бактериально-химического окисления сульфидных минералов значительный интерес представляет изучение поверхности самих минералов [3, 4] (рис. 1, табл. 1-7).

Очевидно, что бактерии должны находиться в тесном контакте с поверхностью минерала. Механизм бактериального прикрепления и инициации растворения металлов пока не полностью понятен. Предположительно, бактерии прикрепляются не ко всей поверхности минерала, а предпочитают специфические участки дефектов кристаллической решетки. Пивоваровой и др. еще в 80 годы прошлого столетия было показано прямое воздействие *A. ferrooxidans* на ковеллин и халькозин, а затем на

пирит, халькопирит и борнит. Прямой контакт тионовых бактерий с сульфидами подтвердился электронно-микроскопическими исследованиями. Снимки, полученные в сканирующем микроскопе, продемонстрировали избирательную адсорбцию бактериальных клеток на сульфидной поверхности, а не на поверхности содержащихся в изученных пробах силикатов прямого контактирования бактерий с сульфидными частицами с захватом их в слизистую капсулу клетки [5]. Открытие внеклеточных полимерных соединений (впс), выделяемых микроорганизмами, прикрепляющимися к поверхности минерала, также способствовало выяснению механизма микробного воздействия и поддержке этой гипотезы Сэнда с соавторами. Некоторые исследования показывают, что формирование экзополимерного материала является важным условием прикрепления клеток к минералу и последующего его растворения. Железо, содержащееся в впс, придает клетке положительный заряд, обеспечивая электро-



Арсенопирит Пирит Арсенопирит (12)

Рис. 1. Анализ поверхности аншлифа

статическое притяжение между микробной клеткой и отрицательно заряженной поверхностью пирита. Более того, Fe^{3+} участвует в первой стадии разрушения пирита, что обуславливает необходимость присутствия определенного количества Fe^{3+} в культуральной среде в начале процесса биовыщелачивания ($\geq 0,2$ g/l).

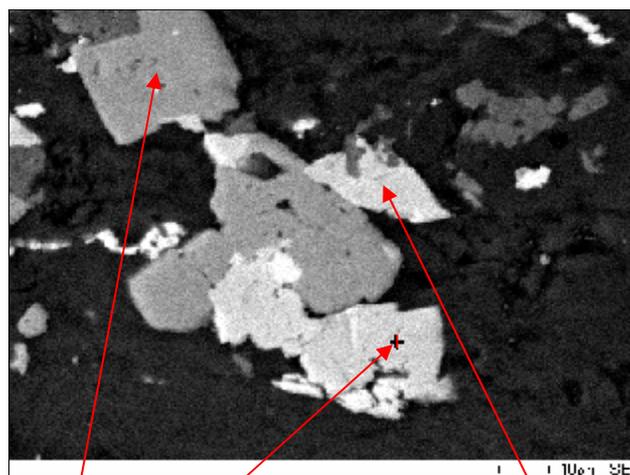
В связи с этим нами был проведен эксперимент микробиологического разрушения сульфидов. Для подробного анализа разрушения сульфидов в процессе биоокисления были приготовлены аншлифы руды месторождения Кокпатас.

Орошение осуществлялось ассоциацией микроорганизмов K-1, которая включала в себя *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Sulfobacillus thermosulfidooxidans*, а также *Acidithiobacillus thiooxidans*.

Исходное количество клеток – $2,5 \cdot 10^6$ кл/мл. Бактерии культивировали на модифицированной среде 9К, содержащей (g/l): $(NH_4)_2 SO_4$ –3; $K_2 HPO_4$ –0,5; $MgSO_4$ –0,5; $FeSO_4$ –33,3. Исходное значение pH бактериального раствора составляло 1,95. В течение всего эксперимента этот показатель не корректировался.

Количество бактерий учитывали методом предельных разведений [7]. Железо в растворе определяли трилонометрическим титрованием (8). Мышьяк в растворе определяли иодометрическим титрованием [8].

Анализ химического состава отдельных фаз и участков вещества произведены на микрорентгеноспектральном анализаторе JED-2200, входящем в состав комплекса Jeol JSM-5910 LV. Регистрация интенсивности характеристического рентгеновского излучения выполнена на энергодисперсионном детекторе с пересчетом интенсивностей в концентрации элементов по программам, входящим в поставку оборудования. Режимы съемки изображения и анализа идентичны. Изображение получено на сканирующем электронном микроскопе Jeol JSM-5910 LV (Япония) в режиме низкого (МБ-7) вакуума. Переход в режим низкого вакуума связан с образованием статического заряда на поверхности указанных образцов. Ускоряющее напряжение 20 kV, ток зонда 1 nA. Большинство снимков выполнено в отраженных электронах с контрастом по атомной массе, то есть вещество с более тяжелой



Пирит (29) Арсенопирит (13) Арсенопирит (14)

Рис. 2. Анализ по площади аншлифа

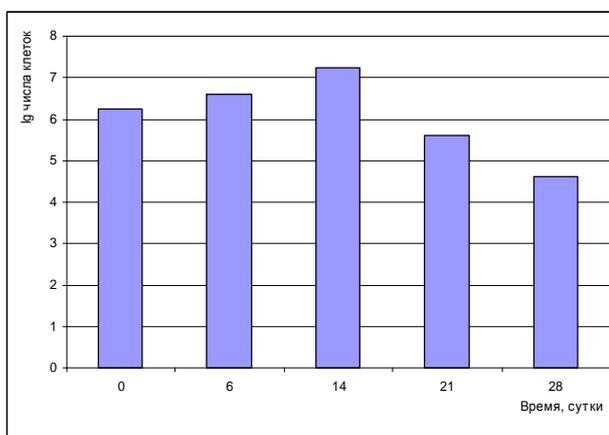


Рис. 3. Изменение количества микроорганизмов на поверхности аншлифа

средней атомной массой выглядит более светлым. Например, сфалерит, в составе которого присутствуют тяжелые металлы, выглядит более ярким по сравнению с пиритом, в химическом составе которого присутствует значительное количество серы,

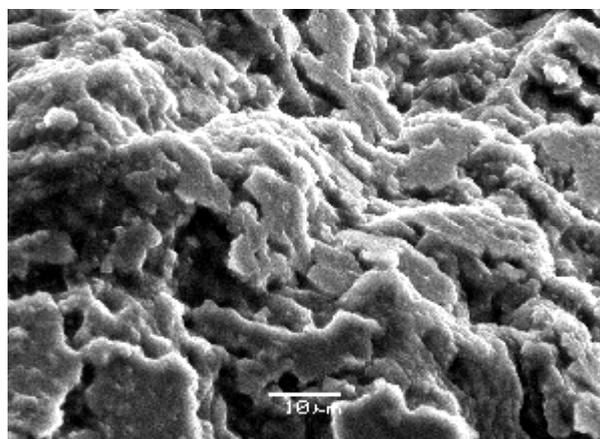


Рис. 4. Внешний вид участка после бактериальной обработки до отмывки. Бактериальные колонии совместно с ярозитом, образующиеся на поверхности аншлифа

Таблица 1

Изменение окислительной активности в процессе бактериального выщелачивания поверхности и сколов аншлифа руды

Время, сут	Fe ³⁺ , g/l	As ³⁺ , g/l	As ⁵⁺ , g/l	As _{общ.} , g/l
Исход.	8,30			-
6 сутки	6,80	0,41	-	0,41
14 сутки	5,55	0,34	-	0,34
21 сутки	5,20	0,24	-	0,24
28сутки	5,10	0,19	-	0,19

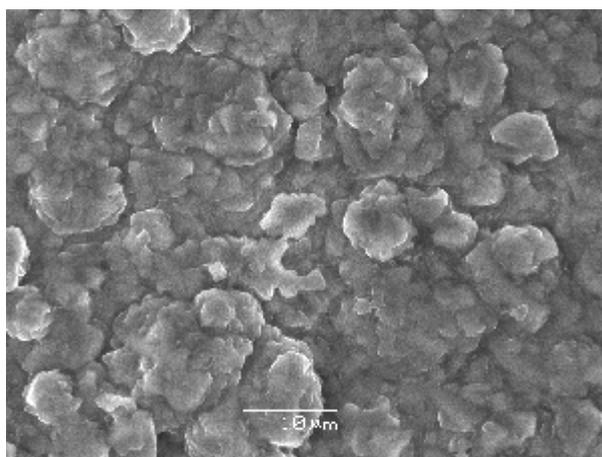


Рис. 5. Чешуйки ярозита, покрывающие поверхность аншлифа

кварц, полевые шпаты, кальцит, имеющие наименьшую яркость.

Исходный минералогический анализ поверхности аншлифа показал наличие скоплений кристаллов пирита и арсенопирита в породе. Размер зерен до 0,5 мм. Поверхность неровная (рис. 2, 3). Участки с пиритом показаны на рис. 1-2. Аншлиф руды был помещен в бактериальный раствор, исходное количество клеток составляло $6,0 \cdot 10^7$ кл/мл, а количество окисленного железа в растворе 8,3 г/л. В течение месяца проводился химический анализ раствора, а также анализировалось изменение количества жизнеспособных клеток микроорганизмов (табл. 1, рис. 3).

Сканирование поверхности аншлифа после бактериальной обработки, представленное на рис. 4, выявило наличие ярозитной пленки, покрывающей большую часть поверхности аншлифа. Пирит выявлялся лишь в небольших «окнах», где его разрушение отчетливо видно [6, 7]. Анализы химического состава отдельных фаз и участков вещества, произведенные на микрорентгеноспектральном анализаторе JED-2200, показывают уменьшение сульфидной серы, мышьяка и других элементов (рис. 5-7). Следует отметить увеличение железа, что, очевидно, связано с переосаждением последнего из бактериальных растворов и образованием ярозитной пленки. Отмечается уменьшение содержания пирита по двум анализируемым точкам с 29,3% до 25,98% и с 36,41% до 28,04%.

Анализ полученных результатов показывает заметное разрушение пирита в точках, не подверженных образованию ярозитной пленки. Количество микроорганизмов, прикрепленных к поверхности аншлифа все-таки превышало экологически значимые цифры, однако их геохимическая активность была заметно низкой и этому есть свои логические объяснения. Происходящее в процессе бактериально-химического окисления изменение pH среды способствует образованию вторичных соединений таких, как ярозит, а это обуславливает закрытость минералов, которые покрываются ярозитными пленками. Бактериальная ата-

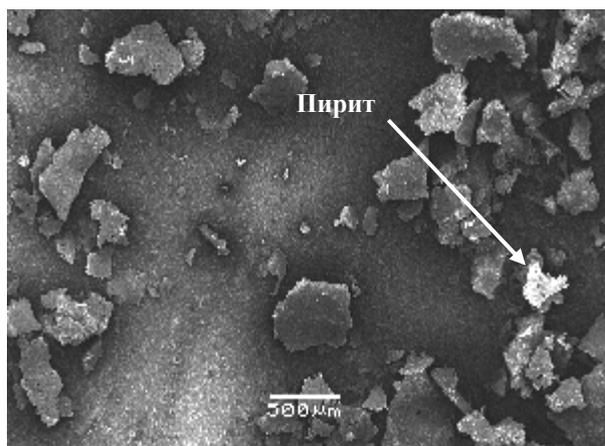


Рис. 6. Поверхность аншлифа, покрытая ярозитными пленками, в окне ярозитных пленок пирит, подвергшийся биоокислению

ка на минерал в этом случае практически невозможна, что и определяет снижение количества микроорганизмов на поверхности руды.

Деструкция минералов под воздействием бактериальных растворов в лабораторных опытах происходила слабо из-за образующегося ярозита. Известно, что в процессе бактериального выщелачивания при даже микроразном повышении pH среды до 2-2,5 начинается образование ярозита, что очень хорошо

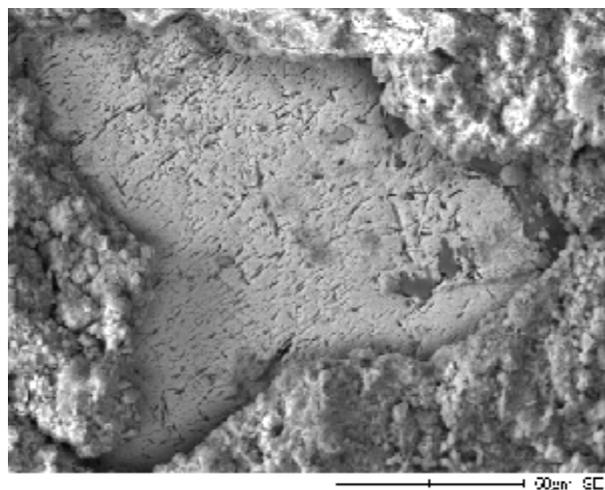


Рис. 7. Образец К-4. Распределение элементов в зерне пирита

показано на рис. 4, где бактериальные колонии сливаются с ярозитом, образуя непроходимые участки для возможных бактериальных атак на поверхность сульфидов и, самое главное, непроходимость для растворов, содержащих бактериальное Fe^{3+} . Кроме того, о незначительности протекания бактериально-химических процессов свидетельствует и вынос мышьяка в раствор. Как видно из результатов исследований, представленных в табл. 1, мышьяк в растворе выявлен лишь в трехвалентной форме, что подавляет рост микроорга-

низмов и сохраняет невысокую скорость окислительных процессов.

В связи с этим следует предусмотреть такой режим орошения, при котором не происходило бы образование ярозитной пленки, что наглядно показано на фотографиях аншлифа после бактериально-химического воздействия на поверхность пришлифовки и растровых снимках пирита, подвергнутого выщелачиванию. Снижение pH бактериальных растворов в период орошения руды до 1,7-1,5 позволило затормозить образование ярозита.

Список литературы:

1. Каравайко Г.И. Микроорганизмы и их роль в биогеотехнологии металлов. В «Биотехнология металлов». Москва, 1989.
2. Grudev S.N., Grudeva V.I., Spasova I.I. "Extraction of gold and silver from oxide ores by means of a biological and chemical leaching", *Biohydrometallurgical Technologies*, ed. by A.E.Torma, J.E.Laksmanan The Minerals, Metals and Materials Society, 1993, p. 417-425.
3. Mohamed Zehri, Jean Frenay. *Bioleaching of pyrite: evolution of porosity and specific surface area. Proc. of an Int. Biohydromet. Symp., Jackson Hole, Wyoming, USA, August 22-25, 1995, p.48-53.*
4. Zainitdinova L.I., Kukanova S.I., Koroleva I., Tolstov E.A. *Heap bioleaching of Kockpatas refractory gold ores. 16th International Biohydrometallurgy Symposium, Cape Town, South Africa 25-29 September 2005, p. 203-207. 146-152.*
5. Sand W., Gehrke T., Jozsa P.-G., Schippers A. *(Bio) chemistry of bacterial leaching – direct vs. indirect bioleaching // Hydrometallurgy. 2001. V. 59. P. 159-175.*
6. Rawlings D.E. *Characteristics and adaptability of iron- and sulfur-oxidizing microorganisms used for the recovery of metals from minerals and their concentrates // Microbial Cell Factories. 2005. V. 4. № 13. DOI: 10.1186/1475-2859-4-13.*
7. Егоров А.Е. *Практикум по микробиологии. М. МГУ, 1976.*
8. Лурье Ю.Ю. *Аналитическая химия промышленных сточных вод. - М.: Химия, 1984, 448с.*

УДК 631.371

© Умаров Ф.Я. 2010 г.

РОЛЬ УГЛЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ МИРА

Умаров Ф.Я., старший преподаватель кафедры «Горное дело» ТашГТУ, канд. экон. наук

МИРЭС рассматривает уголь как надежное топливо и то, что мировая угольная промышленность по сравнению с нефтяной и газовой находится на значительно более высоком уровне обеспеченности запасами угля, ресурсы которых составляют 5 трлн. т. у. т.

Доказанные извлекаемые запасы угля в мире в настоящее время составляют 984 млрд. т, в том числе каменного угля – 509 и бурого 475 млрд. т. Годовая добыча угля в мире в 2009 г. составила 4,9 млрд. т, что почти равно энергетическому эквиваленту мировой добычи природного газа. Учитывая относительную ограниченность запасов нефти и природного газа, мировые энергетические организации считают твердое топливо в долгосрочной перспективе топливом XXI века.

Поэтому перспективы развития тепловой энергетики в разных странах связывают с использованием угля, запасы которого весьма велики [1-6]. Доля запасов угля, как было отмечено выше, в общей сумме природных ресурсов для получения энергии составляет около 87%, из них около 40% приходится на бурый уголь, битуминозные, суббитуминозные и другие виды малоценных углей. Уголь не

только доступен - он экономичен. Анализ имеющихся прогнозов развития мировой энергетики, и угольной промышленности в частности, позволил определить наметившиеся к XXI веку общие тенденции и направления развития угольной промышленности в мире.

Стабилизация доли угля в первичных энергоресурсах проявляется лишь в среднем мировом потреблении, в конкретных странах и регионах мира она проявляется по-разному. Согласно прогнозу «International Energy Outlook-1999» в период 2000-2020 гг. объемы потребления угля в мире вырастут в 1,1-1,5 раза, однако доля его в общем потреблении первичных энергоресурсов будет незначительно снижаться от 25% в настоящее время до 21-22%.

В более отдаленной перспективе тенденция снижения доли угля, по-видимому, сохранится и к 2050 г. стабилизируется на уровне 20%.

Обеспечение экологической безопасности на всех стадиях от добычи угля до его конечного потребления вносит наибольшую неопределенность в развитие мировой добычи угля как в перспективе на ближайшие 10-15 лет, так и на более долгосрочный период. Признание угля в качестве

экологически приемлемого источника энергии будет иметь решающее значение для сохранения и повышения его значения для использования в энергетике вообще и в электроэнергетике, в частности. По прогнозам мирового потребления энергоресурсов доля угля, используемого на электростанциях, не должна снижаться. Более того, за счет вероятного сокращения потребления нефти и нефтепродуктов и изменения отношения к развитию атомной энергетики в большинстве стран может появиться тенденция к повышению доли угля, используемого на электростанциях.

Интеграция угледобывающих и энергетических предприятий. Предполагается интеграция предприятий угледобычи с предприятиями-потребителями и, в частности, создание интегрированных энергоугольных компаний на основе имеющихся в конкретном регионе угледобывающих предприятий и электростанций для совместного производства с полным завершённым производственным циклом - от добычи угля до производства электрической и тепловой энергии. Анализ мирового опыта показывает высокую эффективность таких интеграционных процессов, выражающихся в усилении концентрации и кооперации производства, в результате чего на рынке угля появляются консорциумы, обладающие высоким уровнем капитализации, разветвленной сетью сбыта и другими дополнительными ресурсами.

Повышение качества и расширение рынков угольной продукции имеет всеобщее значение для угледобывающих и для углепотребляющих стран и реализуется за счет улучшения потребительских свойств угольной продукции. Этот процесс сопровождается усилением конкуренции на угольном рынке, где преимущество имеет поставщик, предлагающий более качественную и менее дорогую продукцию.

Рассмотрим состояние углепотребления по основным регионам и странам мира на начало века. Запасы угля имеются в достаточно большом количестве стран, что способствует использованию угля,

особенно в производстве электроэнергии (рис. 1).

В балансах первичных энергоресурсов разных стран удельный вес угля различен и колеблется от 1-2 до 76%. Страны ОЭСР, на которые приходится 46,7% общего мирового использования угля, в 2000 г. увеличили потребление угля с 2153 до 2194 млн. т, т.е. на 41 млн. т. Это произошло впервые с 1997 г. Уровень потребления угля в США в 2000 г. составил 971 млн. т, что несколько больше, чем в 1999 г. (966 млн. т). Около 50% угля используется для выработки электроэнергии. В других северноамериканских странах, входящих в ОЭСР, потребление угля также увеличилось. В европейских странах, входящих в ОЭСР, потребление угля в 2000 г. возросло впервые после 1987 г., составив 806 млн. т против 789 млн. т в 1999 г., причем в 15 странах оно увеличилось, а в 8 странах сократилось.

В Японии потребление каменного угля в 2009 г. составило 148,1 млн. т по сравнению с 137,5 млн. т в предыдущем году. В других странах Азии общее потребление угля возросло в 2008 г. на 10,6%, с 527,1 до 582,9 млн. т. Рост потребления произошел в Индии, Индонезии, Таиланде и на Филиппинах, а во Вьетнаме и Гонконге потребление угля уменьшилось. Повышение общего потребления угля в 2009 г. наблюдалось на территории СНГ и в восточноевропейских странах с переходной экономикой. Оно увеличилось с 483,6 до 515,6 млн. т, т.е. на 32 млн. т, или на 6,6% по сравнению 1999 г. На африканском континенте общее потребление угля в 2009 г. сократилось на 1%, со 168,1 до 166,5 млн. т. В ЮАР сокращение составило 1,3% - со 156 до 154,5 млн. т. Только в Марокко потребление угля увеличилось на 13,6% (с 3,4 до 4,0 млн. т).

В Латинской Америке общее потребление угля в 2009 г. возросло с 31,5 до 32,9 млн. т, т.е. на 4,4%. Оно увеличилось в Бразилии, Аргентине, Гондурасе и Венесуэле, сократившись при этом в Колумбии, Панаме, Перу и Кубе.

В странах Среднего Востока потребление угля осталось на том же уровне - 11,8 млн. т.

Несмотря на некоторое снижение мирового производства угля, международная торговля каменным углем демонстрирует устойчивую тенденцию роста. В табл. 1 приведены показатели производства, экспорта, импорта в основных угледобывающих странах.

В 2008 г. был отмечен самый высокий период с 1978 г. прироста объема угля, который составил 574 млн. т, превзойдя уровень 1999 г. на 53 млн. т. Самыми значительными рынками угля являются азиатско-тихоокеанский и европейско-средиземноморский регионы.

В результате достаточно высокой деловой активности в странах азиатско-тихоокеанского региона общий объем импорта угля на этом рынке в 2008 г. вырос на 28,6 млн. т или на 10,5%, достигнув 300 млн. т. По той же причине импорт угля на

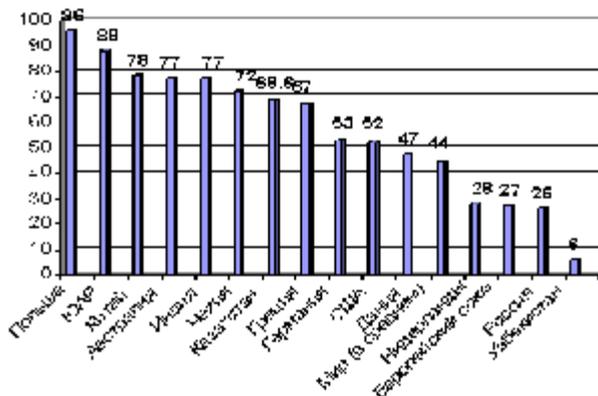


Рис. 1. Доля угля в производстве электроэнергии, 2009 г.

европейско-средиземноморский рынок, включающий Африку и Средний Восток, увеличился на 29,2 млн. t (14,8%) до уровня 226 млн. t.

Крупнейшим в мире экспортером угля остается Австралия, которая в 2008 г. увеличила объемы своих экспортных поставок еще на 15,1 млн. t (14,8%) до уровня 187 млн. t. Однако самый высокий годовой прирост экспортных поставок угля зафиксирован в Китае (17,6 млн. t), благодаря чему по итогам 2008 г. эта страна вышла на третье место в мире по объемам экспорта угля, оттеснив с него США. Такие страны, как ЮАР, Колумбия, Россия и Казахстан - также увеличили размеры экспорта угля.

В то же самое время экспорт угля из Канады и Польши в 2008 г. сократился соответственно на 1,8 и 0,4 млн. t, а экспорт из США остался примерно на том же уровне, что и в 1999 г.

В общих объемах международной торговли углем преобладают поставки энергетических углей, увеличение которых в 2008 г. было самым большим за период с 1978 г., составив 40,6 млн. t. Общие размеры экспорта энергетических углей в 2000 г. составили 381 млн. t, превзойдя уровень 1999 г. на 11,9%. Импорт энергетических углей странами азиатско-тихоокеанского региона вырос на 21 млн. t, а странами европейско-средиземноморского региона - на 15,7 млн. t. Самым крупным экспортером энергетических углей является Австралия, которая в 2008 г. поставила на экспорт 87,8 млн. t таких углей, что на 5,5% больше, чем в предыдущем году. На долю Австралии и занимающей второе место ЮАР приходится соответственно 23 и 18% мирового рынка энергетических углей. В 2000 г. значительно увеличились экспортные поставки энергетических углей из Китая, Колумбии, России и Казахстана. В меньших масштабах вырос экспорт из Индонезии, Польши и США.

Объемы мирового экспорта коксующихся углей в 2008 г. выросли незначительно (на 11,9 млн. t) и составили 192,4 млн. t. Увеличили свои экспортные поставки Австралия (на 11 %, до 99 млн. t), Китай (на 1,6 млн. t), страны СНГ (на 0,9 млн. t) и Индонезия (на 0,3 млн. t). Сократился экспорт коксующихся углей из Канады, Польши и США. Тем не менее, США, вместе с Австралией остаются основными экспортерами, на долю которых приходится соответственно 15 и 51% всего мирового рынка коксующихся углей.

Основными потребителями угля в Азии и мире останутся Китай и Индия. До 2020 г. на долю Китая и Индии будет приходиться 33% прироста мирового энергопотребления и до 90% увеличения использования угля в мире.

В США уголь останется конкурентоспособным с другими видами топлива, благодаря низким издержкам добычи и тарифам на его транспортиров-

Таблица 1

Производство, экспорт и импорт угля в некоторых странах мира в 2009 году, млн. t

Страна	Производство	Экспорт	Импорт
Австралия	238,1	177,2	-
США	975,7	53,1	11,3
Россия	257,9	43,6	25,3
Китай	117,1	58,8	2,1
Индия	331,4	0,9	24,5
ЮАР	225,3	69,9	1,9
Канада	69,2	31,7	25,3
Польша	162,7	23,7	1,5
Великобритания	32,0	0,66	23,4
Германия	250,1	0,17	22,9
Франция	4,4	0,09	18,9
Индонезия	78,6	56,8	0,28
Колумбия	37,1	34,5	-
Япония	3,1	-	145,4

ку. В Канаде ожидается увеличение потребления угля, связанное с намечаемым выводом из эксплуатации после 2012 г. значительной части мощностей АЭС, которые будут заменяться угольными ТЭС.

В Японии намечено ввести до 2020 г. не менее 10 GW мощностей угольных станций нового поколения. Ожидается также заметный прирост потребления угля в Бразилии и Южной Корее. В Европе более жесткие экологические нормативы, усиление конкуренции со стороны природного газа и вывод нерентабельных угледобывающих мощностей будут ограничивать потребление угля. Однако существует мнение, что ожидаемый спад потребления в странах Европы будет относиться, прежде всего, к углям местного производства.

Таким образом, с запасами и предложением угля в мире проблем не существует. Расширение сферы использования угля, как источника первичной энергии, потребует создания и внедрения экологически чистых технологий добычи, переработки и использования. По оценкам специалистов, в Узбекистане прогнозный ресурс угля составляет более 3 млрд. тонн.

Промышленные запасы составляют 1,9 млрд. t, из них бурый - 1853 млн. t, каменный - 47 млн. t. В 2009 г. в республике было добыто 3,6 млн. t угля (3,0 млн. t бурого и 0,6 млн. t - каменного).

Учитывая важность угледобывающей отрасли для развития экономики страны, правительство Узбекистана в 2002 г. приняло постановление «О мерах по совершенствованию структуры АО «Уголь» и реализации Программы развития угольной промышленности Республики Узбекистан на 2002-2010 гг.». Целью программы является определение путей и формирование условий наиболее эффективного использования имеющегося потенциала отрасли. В настоящее время добыча угля осуществляется на трех месторождениях: Ангренском (Ташкентская обл.), Байсунском и Шаргунь-

ском (Сурхандарьинская обл.). В республике разведан еще целый ряд угольных месторождений, например, месторождение Терекли в Кашкадарьинской области с промышленными запасами в 50 млн. т. Ангренское месторождение бурого угля обрабатывается открытым способом разрезами «Ангренский» и «Апартак». Незначительная часть добычи угля на этом месторождении осуществляется подземным способом.

Кроме того, на данном месторождении твердое топливо обрабатывается способом подземной газификации угля (ПГУ) - станцией «Подземгаз» (ОАО «Еростигаз»), введенной в строй в 1961 г. и до сих пор остающимся одним из самых крупных и уникальных объектов подобного рода в СНГ. Суть работы станции ПГУ заключается в специальной переработке (подземном сжигании) бурого угля в энергетический газ с последующим его использованием на Ангренской ГРЭС. Опыт работы «Еростигаз» показал, что метод подземной газификации угля позволяет получать газ в промышленных масштабах и заменять им на тепловых электростанциях жидкое и твердое топливо. Проектная мощность станции составляет 2,3 млрд. м³ газа в год или в пересчете на уголь - 0,6 млн. т. Сегодня, ввиду ограниченного объема потребления газа на ГРЭС, станция работает на 15-20% своих возможностей.

Проект реконструкции и модернизации станции ПГУ и строительство тепловой электростанции мощностью 100 MW, работающей на этом виде топлива, является очень перспективным проектом. Себестоимость выработки 1 kW*h электроэнергии с использованием подземного газа значительно ниже, чем при выработке того же объема электроэнергии путем традиционного использования бурого угля, уже не говоря о каменном. Кроме того, подземная конверсия угля в газ кардинально улучшает экологическую обстановку в регионе, так как практически исключаются выбросы твердых частиц (зола, сернистые соединения, окислы азота) в атмосферу.

Разработка Шаргуньского и Байсунского месторождений каменного угля (геологические запасы - соответственно 100 и 240 млн. т) ведется подземным способом одноименными шахтами. Каменный уголь этих месторождений является не только высокоэффективным энергетическим топливом, но и широко применяется в иных областях

хозяйственной деятельности. В частности, каменный уголь используется в республике для выработки моторного топлива, карбида кальция, сорбентов, активированного угля и медикаментов. Кроме того, каменный уголь Шаргуньского месторождения используется в качестве углеродистых добавок в черной и цветной металлургии, а также в качестве коксобрикетов на АПО «Узметкомбинат», что снижает объемы импорта кокса для литейного производства.

Осуществление технического перевооружения угледобывающих предприятий страны и внедрение передовых технологий транспортировки добываемого топлива, по расчетам специалистов, увеличит долю твердого топлива в общем объеме выработки электроэнергии с 4,7% в 2009 г. до 15% к 2012 г.

При этом доля использования природного газа в энергетике снизится с 86,7 до 71,1%. Доля тепловых электростанций в производстве электроэнергии в республике составляет почти 90%. В 2008 году в Узбекистане было произведено 49,5 млрд. kW*h электроэнергии.

В рамках принятой программы ГАК «Узбекэнерго» осуществляет проект строительства к 2011 г. второй очереди системы подачи газа от сжигаемого угля для пяти из семи энергоблоков Ново-Ангренской ГРЭС и модернизацию действующего оборудования для потребления газа от сжигаемого угля на Ангренской ГРЭС.

В перспективе ожидает своего решения вопрос использования горючих сланцев. Территория Узбекистана богата горючими сланцами с удельной теплотой сгорания свыше 1200 ккал/kg. Прогнозные ресурсы Кызылкумского и Амударьинского горючесланцевых бассейнов составляет 2 млрд. т, а общие геологические запасы 47 млрд. т. Этот вопрос ждет своего решения и, безусловно, будущее энергетики Узбекистана за ним.

Таким образом, масштабные работы, проводимые в рамках Государственной программы развития отрасли, внедрение нового, передового оборудования, перспективных технологий добычи и переработки угля позволят в перспективе существенно диверсифицировать структуру топливно-энергетических ресурсов Узбекистана, что обеспечит переход от газового уклада к газоугольному укладу и, соответственно, укрепит энергетическую безопасность республики.

Список литературы:

1. К.Р. Аллаев., *Энергетика Мира и Узбекистана.* -Т.: Молия, 2007.
2. Гребенщиков В.П., Гусев С.М. *Современное состояние мировой угольной промышленности.* //Уголь.2001, №12. С.64-66.
3. Рубан А.Д. *Энергетическая и экологическая стратегия развития угольной промышленности* //Уголь.2002, №1. С.34.
4. *Уголь в энергетике. М.Энергия: экономика, техника, экология, 2000, №4, С.29-31.*
5. В.Р. Рахимов, А.И. Клименко. *Перспективы развития комплексного использования ресурсов угольных месторождений Узбекистана. Ж: Проблемы энерго-и ресурсосбережения, Т. ТашГТУ, 2003, №1-2, С.136-148.*
6. Ф.Я. Умаров. *Анализ качественной характеристики угольной залежи. Ж: Энерго и ресурсосбережения. 2005, №3. С. 34-38.*

ОСНОВЫ БИОГЕОТЕХНОЛОГИИ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ЗАБАЛАНСОВЫХ РУД И ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Турсунбаева А.К., директор центра маркетинга и договорных отношений Карагандинского государственного технического университета, канд. техн. наук

При переработке забалансовых руд и металлосодержащих пород вскрыши, горной массы отвалов и хвостохранилищ горнодобывающих и перерабатывающих предприятий, руд со сложным вещественным составом, а также комплексного сырья с тонкой вкрапленностью ценных компонентов, являющихся труднообогатимыми применяют бактериальное выщелачивание. При этом бактериальное выщелачивание, которое можно разделить на процесс самого выщелачивания, миграции и осаждения металлов, рассматривают в аспекте двух направлений [1]:

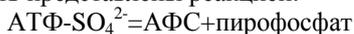
1. Микроорганизмы разрушают кристаллическую решетку упорных руд, содержащих металл в виде тончайшей эмульсионной вкрапленности в арсенопирите и пирите, и вскрывают золото и серебро, обеспечивая доступ к нему растворителей. В результате достигается высокая степень извлечения металла до 90%, тогда как без предварительной бактериальной обработки выщелачивание золота не превышает 30-50%.

2. Продукты метаболизма бактерий и сами микроорганизмы выполняют роль золоторастворяющих реагентов [2].

В процессе бактериального выщелачивания происходит окисление минералов, предполагающее наличие противоположного процесса – восстановления на окислителе находящегося в электролите (ион Fe^{3+} и др.) и потребляющем электроны окислителей реакции. В бактериальном варианте таким потребителем электронов является клетка микроорганизма, стимулирующая тем самым процесс химического окисления минерального сырья (рис. 1, табл. 1-3).

В результате микроорганизм выступает в роли окислителя, а с точки зрения электрохимической модели процесса выщелачивания – катода. Минерал, становясь донором электронов для бактерии, занимает в этой системе анодную позицию интенсивного окислителя и обеспечивает его разрушение.

Мембрана клетки бактерий обладает цитохромом, имеющим сульфатредуктазную систему, участвующую вместе с сульфатионом в синтезе ферментов аденозинфосфосульфата (АФС), являющегося акцептором электронов. Сульфатредуцирующие процессы в клетке могут быть представлены реакцией:



Сульфатредуцирующие бактерии добывают электроны для восстановительных реакций путем окисления в рудах и растворах органических веществ. При изучении биохимического состава продуктов метаболизма золоторастворяющих бактерий установлено наличие значительного количества аминокислот, белков и пептидов, также обладающих высокой золоторастворяющей способностью.

Связь в аминокислотном комплексе золота осуществляется за счет электростатического притяжения ионов Au^+ и Au^{3+} , ионизированных в щелочной среде карбоксилатом и их донорно-акцепторным взаимодействием с атомами азота аминокислотной группы. Наиболее прочные комплексы золота образуются с аспаргином и гистидином. В кислой среде аминокислоты восстанавливают ионные формы золота до металлов.

Для бактериального выщелачивания металлов применяли лабораторные штаммы бактерий *Thiobacillus ferrooxidans* (*Th.ferrooxidans*), выделенных из карьерных вод Коунрадского месторождения [3], которые выращивались в среде следующего состава, г/л: серная кислота – 2–5; железный купорос – 15–20; сульфат аммония – 0,5–1; фосфорнокислый калий – 0,5; сульфат магния – 0,5. Для аэрации воздух подавали из компрессора в количестве 1 объем среды в час.

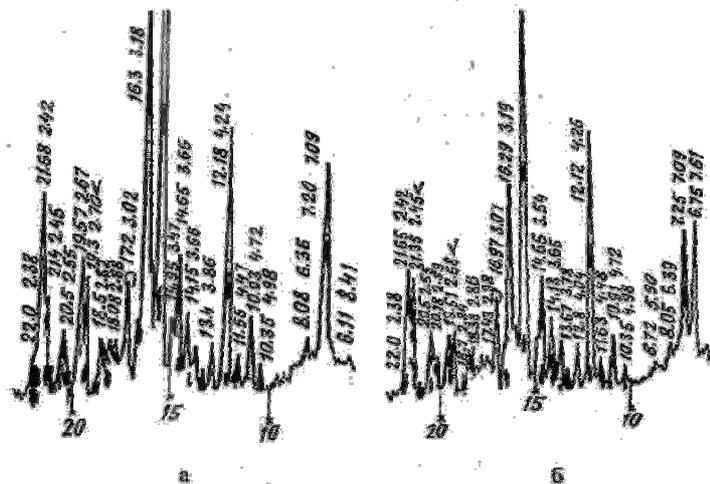


Рис. 1. Рентгенограмма хвостов до бактериальной обработки а и после б: $AlSiO_2$ – 4,25 (8) – 3,343 (10) – 2,456 (6) – 2,281 (6) – 2,236 (5) и др.; $FeAsS$ – 2,662 (10) – 2,443 (9) – 2,142 (9) – 1,187 (0) – 1,629 (8); шамозит – 7,04 (10) – 3,513 (10) – 2,796 (9) – 2,514 (9) – 2,137 (6) – 1,551 (7); альбит – 4,016 (7) – 3,767 (6) – 3,660 (7) – 3,206 (7) – 3,179 (10) – 2,952 (6)

Таблица 1

Результаты бактериального вскрытия отходов цианирования

№ п/п	τ, сут	Содержание Fe, g/l			Извлечение As, %		
		Fe ³⁺	Fe ²⁺	Fe ^{общ}	mg/l	mg	%
1	1	7,5	0	7,5	-	-	-
2	2	6,0	1,5	7,5	682,5	341,25	-
3	3	4,6	0,7	5,3	698,75	349,3	-
4	4	4,0	0,5	4,5	708,8	354,4	-
5	5	4,5	сл.	4,5	673,14	336,57	-
6	Сумма	-	-	-	-	1397,5	56,2

Таблица 2

Результаты опытно-промышленных испытаний бактериального выщелачиванию золотосодержащих кеков

τ, сут	T, °C	Содержание железа, g/l			Извлечение мышьяка, mg/l	Извлечение сурьмы, mg/l
		Fe ³⁺	Fe ²⁺	Fe ^{общ}		
1	10	6,2	сл.	6,2	-	-
2	10	5,7	сл.	5,7	505,0	2,42
3	11	5,0	0,7	5,7	1047,5	1,7
4	23	4,6	0,3	4,9	-	1,47
5	25	4,6	сл.	4,6	1305,6	1,75
6	27	5,1	0	5,1	-	1,98
7	25	5,0	0	5,0	2850,8	2,2

Таблица 3

Сравнительные результаты извлечения золота из кека

Варианты	Про бы	Au _{вех} g/t	Извлечение Au в раствор			Извлечение Au по твердому остатку		
			mg/l	ml	%	до, g/t	после, g/t	%
Контроль	1	7,60	0,46	0,23	30,2	7,60	5,92	22,1
Контроль	2	13,62	0,84	0,42	32,3	13,62	12,0	19,1
Кек бактериального вскрытия	1	7,60	1,40	0,70	92,1	7,60	1,32	82,7
	2	13,62	2,47	1,235	95,0	13,62	2,74	80,0
	3	18,0	3,27	1,635	90,8	18,0	3,33	81,5

В исследованиях использовано кислотостойкое оборудование и агитаторы с объемом 0,5 до 20 литров. В растворах выщелачивания определялось содержание As, Sb, Fe³⁺, Fe²⁺, H₂SO₄, pH и количество бактерий Th.ferrooxidans; в растворах цианирования – Au, NaCN, NaOH; в твердом остатке – Au, Ag, As, Fe, S. Кроме того, твердые материалы до и после бактериальной обработки анализировали на рудные и нерудные минералы и на структурные изменения состава твердых материалов.

При исследованиях выполняли следующие технологические операции:

- промывка отходов цианирования от следов флотореагентов и других примесей, отрицательно влияющих на жизнедеятельность бактерий (Т:Ж=1:5; H₂SO₄ –1–2%; Т–15–25°C; время агитации – 1 h);

- бактериальное вскрытие золота из промытого кека при соотношении твердой фазы к жидкой 1:5; pH раствора 1,5–2, содержания Fe³⁺ в растворе до 4–8 g/l и количестве бактерий Th.ferrooxidans до 10⁶–10⁸ kl/ml при продолжительности агитации до 5–7 суток;

- промывка кека после бактериальной обработки до нейтральной pH и защелачивание до pH раствора 10;

- извлечение золота из кеков биовыщелачивания цианированием при соотношении твердой фазы к жидкой 1:4, 0,1–0,5% раствором гидроксида натрия, содержащим 0,1–0,2% цианистого натрия продолжительностью 24 h.

Лабораторные исследования проводили с кеком цианирования руд Васильковского месторождения, содержащим до 2,5% мышьяка, 0,3% сурьмы и 13,62 g/t золота. Мышьяк в пробе находился в составе арсенопирита, сурьма в антимоните, а железо в арсенопирите и пирите. Образцы исследований массой по 100 g промывали 0,5 l 1% раствора серной кислоты в течение 1 h. Твердый остаток выщелачивали 0,5 l бактериального раствора в течение 6 суток.

Полупромышленные испытания методики бактериального выщелачивания проводили в агитаторе емкостью 20 l.

Для этого 3 kg отходов цианирования, содержащих золото 18 g/t, промывали 15 l 1% раствора серной кислоты. После фильтрации промытый кек выщелачивали 15 l бактериального раствора, содержащий 6,2 g/l Fe³⁺ и 10⁸ kl/ml бактерий Th.ferrooxidans в течение 6 суток, затем промывали и цианировали.

Бактериальное вскрытие отходов цианирования показало, что в начальный период опыта, в результате окислительно-восстановительных процессов, концентрации трехвалентного железа снижаются до 4 g/l и в среде появляются ионы двухвалентного железа.

В конце опыта все железо в растворе окисляется до Fe³⁺. Концентрация мышьяка в растворе доходит

до 2,8 g/l и при этом извлечение его составляет 56,2%.

Известно, что при pH 2,1–2,5 20–30% пентавалентного мышьяка связывается с ионами Fe³⁺ и впадает в осадок в виде FeAsO₄. По этой причине в растворах выщелачивания всегда наблюдается снижение концентрации Fe³⁺ и As⁵⁺. Результатом бактериального выщелачивания отходов цианирования при pH=2,51 и концентрации Th.ferrooxidans 10⁸ kl/ml представлены в табл. 1 и 2.

Установлено, что все железо окисляется до Fe³⁺ и в раствор переходит 47,7 g мышьяка, т.е. его извлечение составляет 57,3%, а сурьмы незначительно – всего 3,66%.

Для выяснения характера и степени воздействия бактерий Th.ferrooxidans на отходы цианирования проведены рентгенофазовые минералогические анализы проб до и после бактериального выщелачивания, которые показали, что в исходные образцы входит слоистый силикат типа мусковита

$Ka_2[AlSi_3O_{10}][OH]_2$ и магнезиального шамозита, Fe, Mg, $Al[Si_3AlO_{10}] \cdot nH_2O$, полевой шпат типа альбита $Na[AlSi_3O_8]$, предполагается наличие $CaCO_3$ и $FeCO_3$ (рис. 1).

Цианирование продуктов бактериального выщелачивания проводили в сравнении с пробами, которые бактериальной обработки не проходили. Анализ извлечения золота показал преимущество бактериальной обработки отходов цианирования: если цианирование кека, не подвергнутого бактериальному выщелачиванию, позволяет извлечь золото не более 19-22%, то из техногенного отхода с предварительной бактериальной обработкой цианирование извлечения на 60% больше, т.е. составляет более 80% (табл. 3). К тому же в результате бактериальной обработки *Th.ferrooxidans* кека цианирования в раствор переходит до 57,3% мышьяка и 3,66% сурьмы.

Таким образом, выщелачивание золота микроор-

ганизмами является перспективным направлением для переработки бедного упорного минерального сырья с тонковкрапленным золотом, которое позволяет извлекать золото более 80% и решать экологическую проблему утилизации кеков, содержащих такие токсичные элементы, как мышьяк и сурьма.

Отходы бактериального выщелачивания и кеки цианирования обеззараживали хлорной известью в течение 3 суток, которая реагировала с цианидом до безвредных цианатов, переводила мышьяк и сурьму в суспензии и полностью разрушала жизненные функции *Th.ferrooxidans*. Нейтрализацию и очистку кеков горной массы и остаточных растворов выщелачивания производили щелочным пассиватором после промывки с расходом 0,1-0,15 м³/т руды. В результате ПДК по мышьяку соответствовала ПДК питьевой воды, а цианиды и *Th.ferrooxidans* не обнаружены.

Список литературы:

1. Хабиров В.В., Забельский В.К., Воробьев А.Е. *Прогрессивные технологии добычи и переработки золотосодержащего сырья* / Под ред. акад Н.П. Лаверова. – М.: Недра, 1994 – 272 с.
2. Воробьев А.Е., Каргинов К.Г., Козырев Е.Н., Ашихмин А.А. *Физико-химическая геотехнология золота – Владикавказ: Ре-марко, 2001 – 568 с.*
3. Кенжалиев Б.К., Абсалямов Х.К., Камалов М.Р. и др. *Биотехнология доизвлечения золота из отходов цианирования // Комплексное использование минерального сырья - 2002. - №1. – С. 44 – 47.*

УДК 622.775

© Скрипко С.В., Хосилов Н.Д., Петухов О.Ф. 2010 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОПУТНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕНИЯ ИЗ ПРОДУКТОВ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Скрипко С.В., главный геотехнолог НГМК; Хосилов Н.Д., зам. главного геотехнолога НГМК; Петухов О.Ф., главный инженер ЦНИЛ НГМК, канд. техн. наук;

Для создания опытной установки попутного извлечения рения необходимо создать такую систему комплексной переработки продуктов подземного выщелачивания урана, при которой будут сочетаться оптимальные экономические и производственные характеристики.

Если под экономической эффективностью в первую очередь подразумеваются низкие удельные затраты на производство единицы продукции, то под оптимальными производственными характеристиками подразумевается простота аппаратного оформления и обвязки, возможность совместного непрерывного функционирования без нарушения технологического режима основного производства, эффективность выбранной технологии извлечения.

Ранее были изучены совместное движение рения в технологическом процессе добычи, переработки уранового производства и влияние оптимизации процесса регенерации сорбента на систему совмест-

ного движения рения и урана. В данной работе описаны следующие этапы, необходимые для создания системы комплексной переработки продуктов подземного выщелачивания с целью попутного извлечения рения в геотехнологическом руднике Северного рудоуправления НГМК:

1. Выбор технологии попутного извлечения рения.
2. Определение критериев для выбора объекта переработки при попутном извлечении рения и характеристик предполагаемой переработки ренийсодержащих растворов.
3. Анализ характеристик предполагаемой переработки ренийсодержащих растворов и выбор объекта переработки.

Выбор технологии попутного извлечения рения. Наибольшее применение в настоящее время нашли экстракционная и сорбционная технологии попутного извлечения рения.

Экстракционная технология основана на извлечении рения из ренийсодержащих растворов с помощью органических экстрагентов. Установка по экстракционному извлечению рения эксплуатируется в РУ-5 НГМК.

Экстракционное извлечение осуществляется в две ступени.

На первой стадии производится элюирование рения из сильноосновного анионита - сорбента уранового производства, прошедшего процесс регенерации. Для процесса элюирования используется азотно-нитратный раствор (35,0-45,0 г/л азотной кислоты, 60,0-70,0 г/л нитратов). В результате обработки сорбента данным раствором получают элюаты с содержанием 20,0-30,0 мг/л рения. Данный элюат подается на центробежные экстракторы первой ступени, где противоточно к ним в определенном соотношении движется экстрагент, органическая смесь, приготовленная на основе УВС (керосин), ТАА (триалкиламин) и децилового спирта. Экстрагент насыщается полезным компонентом и поступает на реэкстрактор первой ступени, где происходит съём рения. В качестве реэкстрагента используется раствор аммиачной воды. Получается реэкстракт содержанием 1,5-2,0 г/л полезного компонента, который после подкисления направляется на вторую ступень.

На второй ступени производится аналогичный процесс экстракции-реэкстракции.

Таким образом, попеременной экстракцией-реэкстракцией достигается концентрирование ренийсодержащих растворов от 20-30 мг/л до 10,0-20,0 г/л. В результате твердофазной реэкстракции второй ступени получается соль-черновой перренат аммония. Данный полупродукт содержит большое количество органических, механических и химических примесей. Для очистки черновой перренат аммония подвергают перекристаллизации, в ходе которой достигается разделение от основной части органики и механических примесей.

Для более полной очистки и отделения химических примесей (гидратов и солей других элементов) очищенную соль подвергают электродиализному разделению в электродиализной установке. Продуктом данной стадии является рениевая кислота (HReO_4). В результате нейтрализации рениевой кислоты добавлением аммиачной воды до pH-8-9 выпадает осадок, после отмывки и сушки которого получают белый порошок перрената аммония марки AP-0.

Основной ресурс- и трудоемкой стадией технологического процесса является стадия экстракции-реэкстракции 1, 2 ступеней.

Экстракция-реэкстракция 1 ступени ведется центробежными экстракторами типа - ЭЦ-250 и ЭЦ-125. Преимущество центробежных экстракторов в более высокой степени разделения фаз, в компактности и удобстве обслуживания. Вторая ступень проводится в экстракторе ящичного типа.

Преимущества:

1. Для получения ренийсодержащих растворов производится элюирование отрегенированного сорбента. При этом получается не только богатый элюат, но и параллельная очистка сорбента от депрессирующих примесей, что положительно сказывается на работе сорбента основного производства.

2. Высокая скорость и степень концентрирования. Первая ступень экстракции способна перерабатывать от 1,0 до 4,0 м³ элюата с содержанием 5,0-30,0 мг/л рения и выдавать реэкстракт содержанием 0,5-2,0 г/л.

3. Высокая емкость экстрагента по извлекаемому компоненту до 8,0-10,0 г/л.

Недостатки:

1. Сложность технологической обвязки, большое количество электро-механического и емкостного оборудования. Использование реагентов с большой вязкостью, малые расходы, разветвленная обвязка и потоки усложняют возможность автоматического регулирования технологического процесса. На практике основная часть процесса ведется ручным регулированием под визуальным контролем.

2. Применение органического экстрагента на основе УВС (углеводородной смеси – керосина) обуславливает пожаро-взрывоопасность производства.

3. Малая избирательная способность экстрагента и наличие органики вызывают необходимость многократной перекристаллизации для получения относительно чистого, пригодного для электродиализного разделения чернового перрената аммония.

4. Для восстановления чистоты и вязкости загрязненной в ходе эксплуатации органической смеси (экстрагента) необходимо проводить длительные и трудоемкие отмывки. Малая селективность экстрагента также ведет к накоплению сопутствующих элементов, вызывающих появление третьей фазы (расслоение), которая выводит из строя органику, нарушает работу центробежных экстракторов.

5. Загрязнение перерабатываемых растворов компонентами экстрагента как вследствие их растворимости в водных растворах, так и механического уноса (микроэмульгирования). Данное обстоятельство неизбежно ведет к частичному травлению сорбента основного производства во время элюирования.

Сорбционная технология основана на извлечении рения из растворов с помощью активированных углей и ренийселективных сорбентов.

В технической литературе [1, 2] приведены примеры и описаны технологические схемы сорбционного извлечения. Представлены свойства и особенности технологий с использованием активированных углей марки АГ-Н, АГ-3, АГ-5, АР-3, СКТ, КАД слабососновных ионообменных смол марки АН-2Ф, АН-21, АН-82 и сильноосновных смол марки АВ-17, АВ-27, АМ.

Активированный уголь способен поглощать рений, как в кислой, так и в щелочной среде. В кислой среде при pH=3 емкость угля вдвое больше чем в щелочной. Предельная обменная емкость из растворов с содержанием 20 мг/л составляет 2% по рению.

Активированные угли поглощают рений в виде аниона ReO_4 молекулярной адсорбцией. При адсорбции из более богатых растворов (200-400 мг/л) емкость угля увеличивается до 5-6%, по-видимому, за счет поглощения менее активными центрами активированного угля. Хотя активированные угли и поглощают рений из очень бедных растворов, содержащих менее 1 мг/л рения, но емкость их весьма незначительна.

Солевой состав растворов имеет большое значение для адсорбции. Сульфаты не мешают поглощению рения. Ионы ClO_3 окисляют активированные угли и понижают их адсорбционную способность.

Активированные угли одновременно поглощают из перерабатываемых растворов и молибден. Следовательно, молибден является мешающей примесью и также понижает емкость угля.

Преимущество использования активированных углей:

1. Количественное извлечение (проскок появляется при полном насыщении угля), причем различия между динамической и полной обменной емкостью практически не существует, что дает возможность пропускать растворы параллельно, а не последовательно через 2-3 колонки.

2. Избирательное извлечение (в кислой среде, кроме рения, поглощается только молибден) дает возможность использовать уголь для извлечения из растворов любого солевого состава, в том числе из очень кислых растворов (до 50% серной кислоты).

3. Низкая стоимость активированного угля по сравнению с ионообменными смолами и экстрагентами.

Недостатки:

1. Низкая емкость активированных углей по рению (из растворов с содержанием 4-8 мг/л – 1%, 30-60 мг/л – 2-4%).

2. Низкая механическая и химическая прочность (максимально возможно использовать в 4-6 циклах сорбции-десорбции).

3. Необходимость десорбции горячими растворами соды, что усложняет процесс и конструкцию фильтров и колонок.

В Алмалыкском ГМК термической возгонкой и окислением техническим кислородом продукта флотации медного производства – полупродукта молибдена (ППМ) - получают оксид рения (Re_2O_7).

Далее путем эжекции производится поглощение продуктов возгонки кислым раствором. В полученном сернокислом растворе содержание рения составляет 1000-2500 мг/л.

Сорбционное извлечение рения из растворов осуществляется с применением аналога КЭП-200 анионита А-170 и полимера-импрегната SIM-202 производства фирмы Пьюролайт (Англия). При этом достигается насыщение сорбента до 100,0-140,0 кг/т. Десорбция производится аммиачным раствором (10,0-12,0%). Десорбаты содержат 10,0-50,0 г/л рения и направляются на выпарку для дальнейшего концентрирования.

Перечисленные выше сорбенты в целом неприемлемы для попутного извлечения рения в урановом производстве, так как в данном случае мы имеем дело с низкими содержаниями (0,1-10,0 мг/л), сложным минеральным составом, большим количеством конкурирующих, депрессирующих и механических примесей.

В данное время в РУ-5 НГМК функционирует установка сорбционной технологии на основе КЭП-200 (селективный ионит по рению). Данная технология характеризуется высокой избирательностью и высокой насыщаемостью по рению, не наблюдается накопления примесей.

Внедрение сорбционной технологии на основе КЭП-200 позволило получать аммиачные десорбаты, переработка которых дает высокие показатели извлечения рения на всех последующих стадиях переработки (97-99%).

Преимущества:

1. Высокая селективность сорбента по рению позволяет перерабатывать растворы с низкими содержаниями полезного компонента (0,2-0,4 мг/л).

2. Применение сорбционной технологии значительно упрощает технологическую схему производства по сравнению с экстракционной технологией. Не требуется большого количества электромеханического оборудования.

3. Возможность адресного извлечения. Стадию насыщения сорбента можно производить отдельно от остальных стадий, на объекте с наиболее приемлемым содержанием рения в растворе и условиями. То есть аналогично локальным сорбционным установкам.

Недостатки:

1. Низкий гранулометрический состав ионита обеспечивает большую поверхность соприкосновения фаз и степень извлечения, но при этом увеличивается гидравлическое сопротивление слоя сорбционной колонны.

Низкий гранулометрический состав также диктует требования к чистоте перерабатываемых растворов, так как при фильтрации через слой сорбента происходит засорение механическими примесями, илами и песком характерно присутствующими в растворах подземного выщелачивания.

2. Большая чувствительность к присутствующим в растворах конкурирующим ионам. В нашем случае КЭП-200 в сернокислой среде с содержанием рения 0,2-0,3 мг/л насыщение составило 3,0-5,0 кг/т, а в нитратной среде – 1,0-2,0 кг/т.

3. Высокая стоимость ионита.

Исходя из вышеизложенного, наиболее приемлемым способом для создания системы комплексной переработки, постоянно действующей установки попутного извлечения рения является сорбционная технология. Сорбционная технология в силу простоты технического оснащения и отсутствия вредных выделений позволит параллельно с основным производством, не загрязняя и не нарушая технологиче-

ский режим, извлекать рений практически на любом перделе процесса.

Определение критериев для выбора объекта переработки при попутном извлечении рения и характеристик предполагаемой переработки ренийсодержащих растворов. Для выбранной нами сорбционной технологии извлечения рения важным является правильный выбор объекта переработки. На пределах технологического процесса переработки продуктов подземного выщелачивания мы имеем дело со следующими ренийсодержащими растворами:

- 1) продуктивные растворы, поступающие с блоков подземного выщелачивания;
- 2) маточники сорбции после сорбционной переработки;
- 3) оборотные растворы УППР;
- 4) растворы денитрации;
- 5) исходно-десорбирующий раствор;
- 6) товарный регенерат;
- 7) растворы после донасыщения;
- 8) маточники осаждения;
- 9) готовый продукт.

В предыдущих работах было подробно изучено и описано совместное движение урана и рения в технологическом процессе. В ходе процесса совместно с концентрированием урана параллельно происходит увеличение содержания рения.

Все растворы технологического процесса можно разделить на растворы добычного и перерабатываемого комплекса. К растворам добычного комплекса относятся продуктивные растворы и маточники сорбции. Данные растворы имеют самое низкое содержание рения, большое наличие твердых взвесей. Однако при этом в них имеется малое содержание депрессирующих и конкурирующих примесей. Ренийселективные сорбенты при переработке подобных растворов проявляют большую обменную емкость [3]. К примеру, при переработке маточников сорбции с использованием КЭП-200 наблюдается насыщение сорбента 3,0-5,0 kg/t.

Растворы перерабатываемого комплекса (оборотные, денитрации, исходно-десорбирующий, товарный регенерат, маточники осаждения и готовый продукт) все являются нитратными (2,0-70,0 g/l), так как регенерация насыщенного сорбента ведется кислотнo-нитратными растворами. Присутствие нитратов в перерабатываемых растворах существенно снижает емкость ренийселективного сорбента. При переработке кислотнo-нитратных растворов с содержанием 55,0 g/l нитратов достигается насыщение 1,0-2,0 kg/t. Однако извлечение рения из кислотнo-нитратных растворов перерабатываемого комплекса обладает целым рядом преимуществ:

- попутное извлечение рения из растворов отделений регенерации и доводки перерабатываемого комплекса даёт возможность централизованно воздействовать на систему совместного движения урана и рения. В данных отделениях происходит переработка всего объёма уранового сорбента, использо-

ванного для сорбционной переработки растворов подземного выщелачивания;

- урановые сорбенты, будучи сильноосновными анионитами, имеют максимальную емкость по рению при совместной сорбции при pH перерабатываемых растворов 6,0-8,0. К примеру, из продуктивных растворов миниреагентного выщелачивания с pH=6,8 на урановый сорбент попутно извлекается до 60% рения. Следовательно, предпочтительно дальнейшее извлечение и концентрирование из продуктов десорбции на стадии регенерации сорбента, которая производится кислотнo-нитратными растворами;

- содержание рения в растворах регенерации и доводки на порядок превосходит содержание в маточниках сорбции (0,2-0,4 mg/l против 5,0-25,0 mg/l), что будет обуславливать меньшую энергоёмкость производства;

- инфраструктура стационарных условий отделений регенерации и доводки перерабатываемого комплекса (тепло- водоснабжения, технологическая обвязка) позволит создать приемлемые условия работы и уменьшить потери в технологическом процессе.

При выборе объекта переработки для попутного извлечения рения мы руководствовались следующими критериями:

1) наличие постоянного потока раствора в ходе основного производства - это дает возможность параллельного подключения и создания постоянно действующей установки попутного извлечения без нарушения технологического режима;

2) приемлемое соотношение содержаний урана и рения - несмотря на высокую избирательность сорбции к рению, наблюдается частичная сорбция урана;

3) минимальное наличие вредных химических и механических примесей основного производства;

4) удельное наличие данных растворов на производстве (м³ на единицу основного продукта);

5) удельный расход электроэнергии на сорбцию 1 kg рения при переработке на типовой сорбционной колонне. В качестве типовой сорбционной колонны была рассмотрена СНК-1.7, принят условный средний коэффициент извлечения 50%.

Наличие растворов на единицу основного продукта для продуктивных, оборотных растворов, маточников сорбции и готового продукта принято как величина, обратная содержанию урана. Так, для продуктивных растворов при содержании урана 50,0 mg/l или 0,05 kg/m³ наличие растворов на единицу основного продукта составит: 1/0,05=20 м³/kg.

Для исходно-десорбирующих растворов, растворов денитрации, после донасыщения, товарного регенерата и маточников осаждения наличие растворов на единицу основного продукта подсчитано, исходя из насыщения и норм подачи (или выхода) по отношению к объёму перерабатываемого сорбента. Так, для исходно-десорбирующего раствора при среднем насыщении сорбента 25,0 kg/m³ и норме подаче 2,5

m^3 / m^3 наличие растворов на единицу основного продукта составит: $2,5/25,0=0,1 m^3/kg$.

Исходя из содержания рения и наличия растворов на единицу основного продукта, производительность сорбционной колонны для переработки данных растворов принята $80,0 m^3/h$ с применением насоса мощностью двигателя $40,0 kW/h$. Для растворов регенерации и доводки принята производительность $10,0 m^3/h$ и насос с мощностью двигателя $10,0 kW/h$. Различие производительности при одинаковом коэффициенте извлечения основано на меньших сорбционных свойствах ренийселективного сорбента при переработке кислотно-нитратных растворов из-за конкурирующего воздействия нитрат-ионов.

Объём перерабатываемых растворов, необходимых для извлечения $1 kg$ рения, определен исходя из коэффициента извлечения (50%) и содержания (kg/m^3). Так, для товарного регенерата с содержанием рения $10,0 mg/l$ или $0,01 kg/m^3$ объём растворов составит: $1,0 * 100 / 0,01 / 50 = 200,0 m^3$.

Удельный расход электроэнергии на извлечение рения из раствора определяем исходя из производительности сорбционной колонны, мощности электродвигателя и объёма перерабатываемых растворов, необходимых для извлечения $1 kg$ рения. Например, для растворов денитрации: $(400 m^3/kg / 10 m^3/h) * 10 kV/h = 400 kW/kg$.

Анализ характеристик предполагаемой переработки ренийсодержащих растворов и выбор объекта переработки. В табл. 1 представлены характеристики предполагаемой переработки ренийсодержащих растворов по вышеизложенным критериям.

Продуктивные растворы – начальный продукт

подземного выщелачивания, обогащен ураном и рением в результате прохождения рабочих растворов через рудоносный горизонт. По геотехнологическим участкам с миниреагентным выщелачиванием имеет содержание рения $0,15-0,25 mg/l$, постоянный поток движения. Однако в продуктивных растворах присутствует большое количество твердых взвесей, илов. При переработке на типовой сорбционной установке для получения $1 kg$ рения необходимо переработать $8000 m^3$ растворов и, как следствие, большой удельный расход электроэнергии – $4000 kW/kg$.

Маточники сорбции – имеют остаточное содержание рения после сорбционного извлечения урана. Высокоосновные сорбенты основного производства имеют большую обменную емкость по рению при совместной сорбции из растворов в интервале $pH=6,0-8,0$. Этим объясняется высокая, по сравнению с переработкой серноокислых растворов ($15,0-20,0\%$), степень извлечения рения при совместной сорбции $50,0-60,0\%$. Содержание рения – $0,8-0,15 mg/l$. Самое малое соотношение урана к рению и содержание примесей и грязи. Однако низкое содержание рения определило большой удельный расход электроэнергии при переработке на типовой сорбционной колонне – $10000 kW/kg$.

Оборотные растворы – имеют содержание рения $0,8-1,2 mg/l$ за счет поступления в отстойник - сборник наряду с промывными водами растворов после донасыщения. Режим движения в технологическом процессе постоянный, низкий уровень нитратов ($1,0-3,0 g/l$). Однако большой удельный расход электроэнергии при переработке на типовой сорбционной колонне – $1000 kW/kg$.

Растворы денитрации – содержат рений - $4,0-6,0$

Таблица 1

Сравнение характеристик предполагаемой переработки ренийсодержащих растворов

Название раствора	Содержание		Соотношение: U/Re	Поток (постоянный, периодический)	Вредные примеси	Наличие растворов на ед. основного продукта	Характеристики типовой сорбционной колонны СНК-1.7				
	U	Re					К изв.	Производительность	Мощность электродвигателя насоса	Переработка для извлечения 1 кг рения	Удельный расход электроэнергии
	mg/l	mg/l									
Продуктивные растворы	50,0	0,25	200,0	постоянный	твердые взвеси, илы, грязь	20,0	50	80	40	8 000,0	4 000,0
Маточники сорбции	1,0	0,1	10,0	постоянный	меньше, чем в продуктивных	20,0	50	80	40	20 000,0	10 000,0
Оборотные растворы	100,0	1,0	100,0	постоянный	нитраты - 2 g/l, депрессанты	10,00	50	80	40	2 000,0	1 000,0
Растворы денитрации	200,0	5,0	40,0	периодический	нитраты - 40 g/l, депрессанты	0,04	50	10	10	400,0	400,0
Исходно-десорбирующий раствор	250,0	8,0	31,3	постоянный	нитраты - 60 g/l, депрессанты	0,10	50	10	10	250,0	250,0
Товарный регенерат	16 000,0	10,0	1 600,0	постоянный	нитраты - 30 g/l, депрессанты	0,10	50	10	10	200,0	200,0
Растворы после донасыщения	500,0	10,0	50,0	периодический	частично продукты отмывки сорбента, выгесненные из сорбента депрессанты, нитраты - 30 g/l	0,04	50	10	10	200,0	200,0
Маточники осаждения	300,0	8,0	37,5	периодический	нитраты - 30 g/l, депрессанты	0,04	50	10	10	250,0	250,0
Готовый продукт	40 000,0	12,0	3 333,3	периодический	нитраты - 30 g/l, депрессанты	0,025	50	10	10	166,7	166,7

mg/l, так как приготавливаются на основе оборотных растворов и вытесняют исходно-десорбирующий раствор из отрегенированного сорбента, прошедшего в виде транспортной влаги при передвижке. Данные растворы имеют приемлемое соотношение рения к урану (1:40) и удельный расход электроэнергии при переработке на типовой сорбционной колонне (400 kW/kg), однако режим движения в технологическом процессе периодический.

Исходно-десорбирующий раствор – содержит рений 6,0-10,0 mg/l. Режим движения – постоянный, расход электроэнергии – 250 kW/kg. Недостатком переработки данного раствора является самое большое содержание нитратов (50,0-70,0 g/l) среди технологических растворов перерабатывающего комплекса.

Товарный регенерат – продукт десорбции полезных компонентов из сорбента основного производства. Рений десорбируется совместно с ураном, содержание достигает 8,0-12,0 mg/l. Движение товарного регенерата в технологическом процессе, так же как исходно-десорбирующего раствора, постоянное. Однако из-за меньшей степени десорбции рения по сравнению с ураном большое соотношение их содержаний – 1:1600 (10 mg/l Re против 16000 mg/l U). Также имеется большое, по сравнению с исходно-десорбирующим раствором, количество примесей, извлеченных при прохождении десорбции со смолы.

Растворы после донасыщения – содержание рения около 10,0 mg/l. непригоден для переработки, так как содержит большое количество механических примесей и вытесненных в ходе донасыщения депрессантов.

Маточники осаждения – содержание рения 6,0-10,0 mg/l. Имеет меньше урана и примесей по сравнению с товарным регенератом из-за их осаждения при нейтрализации аммиачной водой. Удельный расход электроэнергии при переработке на типовой сорбционной колонне - 250 kW/kg, однако режим накопления и движения в технологическом процессе периодический.

Готовый продукт – сравнительно высокое содержание рения среди растворов перерабатывающего комплекса – 10,0-14,0 mg/l. Однако имеет периодическое движение и большое соотношение содержаний рения к урану – 1: 3333,3 (12 mg/l Re против 40,0 g/l U).

В целом, несмотря на высокое содержание нитратов среди растворов основного производства, имея приемлемый удельный расход электроэнергии (250 kW/kg), низкое соотношение урана к рению (31,3) и постоянный режим движения в технологическом процессе, самым привлекательным для попутного сорбционного извлечения рения является исходно-десорбирующий раствор отделения регенерации.

Выводы:

1. Извлечение рения из растворов перерабатывающего комплекса в силу большого содержания рения при условии нахождения оптимального метода извлечения экономически более эффективно. В срав-

нении с растворами добычного комплекса их переработка будет требовать меньших удельных затрат электроэнергии.

2. Применение ренийселективных сорбентов для извлечения из растворов перерабатывающего комплекса будет сопровождаться с загрязнением и травлением смолы в силу наличия большого количества депрессантов и механических примесей, попутно извлекаемых в процессе регенерации сорбента основного производства. Для обеспечения долгосрочной эксплуатации необходимо разработать методику регенерации и очистки ренийселективного сорбента.

3. Ранее было установлено, что основной отток рения, так же как и урана, из технологического процесса происходит с готовым продуктом перерабатывающего комплекса. В процессе десорбции, извлеченные из сорбента основного производства, основная часть урана и попутных элементов концентрируются в товарном регенерате.

Следовательно, логически целесообразным было бы сорбционное извлечение рения из готового продукта или товарного регенерата. Однако эти растворы, помимо нитратного фона, характеризуются большим количеством депрессантов и соотношением урана к рению. Устранение негативного воздействия данного соотношения без нарушения технологии основного производства и эффективная методика регенерации сорбента могут дать возможность решить эту задачу.

Перспективы:

1. В рамках проведения II-го этапа программы научно-исследовательской работы «Попутное извлечение элементов (Mo, Re, Se) из продуктов подземного выщелачивания урана» на базе геотехнологического рудника Северного рудоуправления НГМК получены положительные результаты по сорбционному извлечению рения из растворов перерабатывающего комплекса, опробованы образцы различных сорбентов.

2. На базе Центральной научно-исследовательской лаборатории НГМК смоделированы и опробованы основные стадии технологического процесса (сорбция, десорбция, регенерация), получены исходные данные для проектирования опытной установки попутного извлечения рения из кислотно-нитратных растворов перерабатывающего комплекса ГТР Северного рудоуправления.

3. На участке переработки продуктивных растворов ГТР Северного рудоуправления НГМК продолжают работы по оптимизации процесса регенерации для достижения максимального совместного извлечения урана и рения из сорбента основного производства.

Список литературы:

1. А.Н. Зеликман, Б.Г. Коршунов. *Металлургия редких металлов. М. «Металлургия». 1991*
2. К.Б. Лебедев. *Рений. Metallurgizdat. 1963g*
3. А.Н. Зеликман, Г.А. Меерсон. *Металлургия редких металлов. М. «Металлургия». 1973.*

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГЕОТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА

Скрипник А.Б., ведущий инженер-геолог НГМК

В журнале «Горный вестник Узбекистана» №1 (40) 2010 г. опубликована статья заместителя главного геолога НГМК, кандидата технических наук Глотова Г.Н. «Детерминированная динамическая модель геотехнологии подземного выщелачивания урана», в которой описана одноименная модель ПВ урана, качественно и количественно отражающая взаимосвязь и взаимообусловленность природных, технических и геотехнологических параметров, участвующих в процессе ПВ, с его геотехнологическими выходными показателями.

Модель представлена пакетом взаимосвязанных физико-математических формул для определения основных геотехнологических показателей ПВ различных скважинных систем [1-4]:

- времени отработки блоков, ячеек t (квартал);
- расхода растворов на одну тонну выщелачиваемой горнорудной массы (Ж:Т) f (m^3/m);
- расхода реагента на одну тонну выщелачиваемой горнорудной массы q_m (kg/m);
- расхода реагента на добычу одного кг урана q (kg/kg);
- среднего содержания урана в продуктивных растворах, C_p (mg/l).

Из основных формул модели следует, что результаты ПВ непосредственно зависят от эффективности протекания и взаимодействия процессов кинетики $\left(\frac{a}{C_k} + b\right)$, массопереноса $\left(\frac{mc}{M_s} + \Delta c\right)$ и гидродинамики (J^i), протекающих в природных условиях. Одним из главных требований, предъявляемых к математической модели, является ее адекватность реальному объекту, процессу или явлению.

Рассмотрим подробнее с точки зрения матема-

тического анализа характер зависимостей основных геотехнологических показателей от технических и геотехнических параметров (рис. 1-7):

- приведенного содержания $\bar{c} = \frac{mc}{M_s}$;
- средней концентрации кислоты C_k ;
- интенсивности фильтрационной проработки одной тонны выщелачиваемой горнорудной массы J ;
- эффективной (прорабатываемой выщелачивающими растворами) мощности рудовмещающего горизонта M_s .

При анализе зависимостей от каждого из параметров будем считать, что значения входящих в их состав остальных параметров фиксированы. В этом случае зависимости представляют собой функции от одной независимой переменной. Областью определения всех функций и их аргументов является положительная область координатного пространства: $y > 0, x > 0$. Соответственно рассматриваются только части графиков зависимостей, находящиеся в первой (правой верхней) четверти координатной плоскости. Зависимости $t(\bar{c}), f(\bar{c}), q_m(\bar{c}), q_m(C_k), q(C_k)$ имеют линейный вид $y = k \cdot x + d$. Первые производные функций положительны: $y' = k > 0$. Следовательно, во всех случаях функции являются монотонно возрастающими.

Графиками этих функций являются прямые (рис. 1).

Зависимости $t(C_k), f(C_k), q(\bar{c}), C_p(\bar{c}), C_p(C_k)$ имеют дробно-линейный вид $y = \frac{k_1 \cdot x + d_1}{k_2 \cdot x + d_2}$. Первые производные функций имеют вид

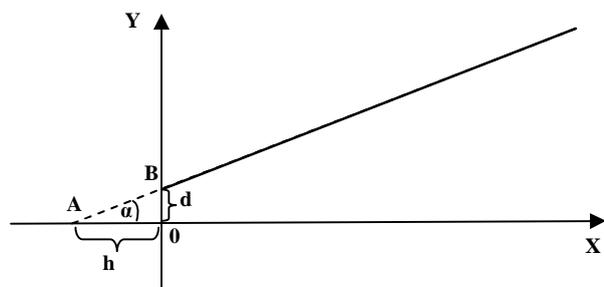


Рис. 1. График линейной зависимости: k – тангенс угла α ($\text{tg}\alpha$) наклона прямой к оси абсцисс (OX); $A(-h, 0)$ – точка пересечения прямой с осью абсцисс; $B(0, d)$ – точка пересечения прямой с осью ординат (OY); $h = d/k$

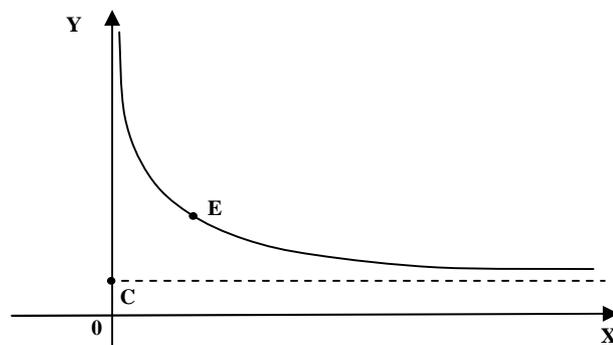


Рис. 2. График дробно-линейной (гиперболической) зависимости при $D < 0$

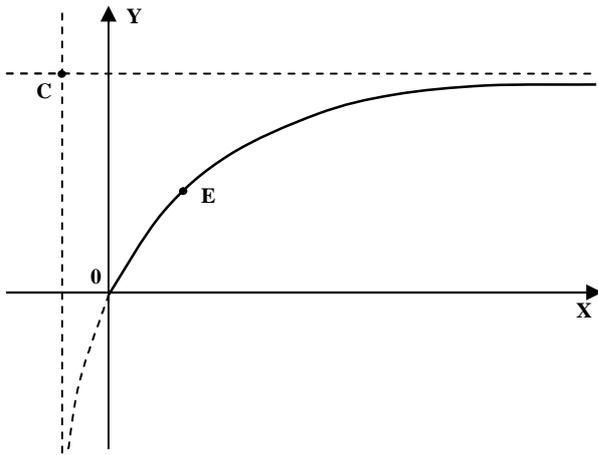


Рис. 3. График дробно-линейной (гиперболической) зависимости при $D > 0$

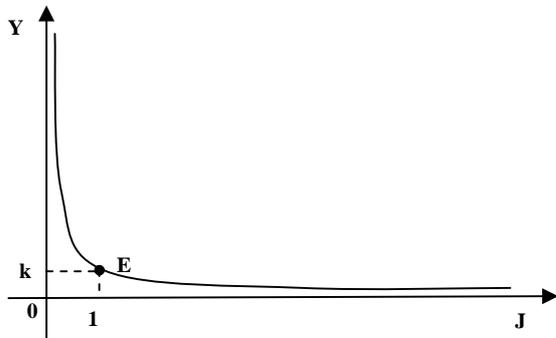


Рис. 4. Графики степенных функций при $d < 0$

$$y' = \frac{k_1 \cdot d_2 - k_2 \cdot d_1}{(k_2 \cdot x + d_2)^2}$$

Графиками функций являются гиперболы.

Центр гиперболы находится в точке $C \left(-\frac{d_2}{k_2}, \frac{k_1}{k_2} \right)$.

Асимптоты параллельны осям координат и проходят через точку C . Для всех перечисленных зависимостей $D = \left| \frac{k_1 d_1}{k_2 d_2} \right| = k_1 \cdot d_2 - k_2 \cdot d_1 \neq 0$ и $k_2 \neq 0$,

т.е. имеет место невырожденный случай. Для зависимостей $t(C_k), f(C_k), q(\bar{c})$ имеет место $d_2=0, D < 0, y' < 0$. Функция монотонно убывает. Особые точки и соответственно экстремумы и точки разрыва отсутствуют. Вершина гиперболы находится в точке $E \left(-\frac{d_2}{k_2} + \frac{\sqrt{|D|}}{|k_2|}, \frac{k_1}{k_2} + \frac{\sqrt{|D|}}{|k_2|} \right)$. Значение действительной полуоси гиперболы (расстояние от вершины E до центра C) равно $\frac{\sqrt{2 \cdot |D|}}{|k_2|}$.

В этом случае график функции имеет вид (рис. 2)

Вертикальная асимптота совпадает с осью ординат OY . Для зависимостей $C_p(\bar{c}), C_p(C_k)$ имеет место

$d_1 = 0, D > 0, y' > 0$. Функция монотонно возрастает. Особые точки и соответственно экстремумы и точки разрыва отсутствуют. Вершина гиперболы находится в точке $E \left(-\frac{d_2}{k_2} + \frac{\sqrt{|D|}}{|k_2|}, \frac{k_1}{k_2} - \frac{\sqrt{|D|}}{|k_2|} \right)$.

График функции представлен на рис. 3:

Зависимости основных геотехнологических показателей $t(J), f(J), q_m(J), q(J), C_p(J)$ от интенсивности фильтрационной проработки одной тонны выщелачиваемой горнорудной массы J имеют вид степенной функции $y = k \cdot x^d$ с положительным вещественным коэффициентом ($k > 0$) и вещественным показателем степени d . Первые производные функций имеют вид $y' = k \cdot d \cdot x^{d-1}$. Графиками

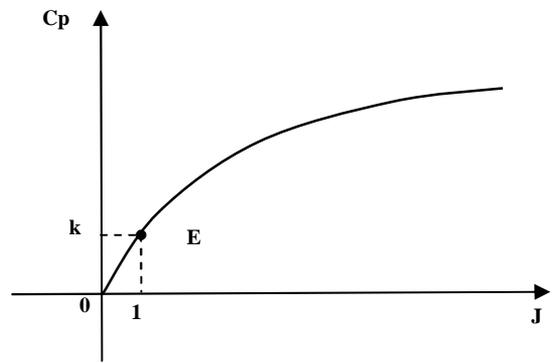


Рис. 5. График степенной функции $C_p(J)$ при $d > 0$

функций являются гиперболы или параболы, проходящие через точку $(1, k)$. k – коэффициент растяжения (при $k > 1$) или сжатия (при $k < 1$) кривой вдоль оси OY (рис. 4). Зависимости $t(J), f(J), q_m(J), q(J)$ с отрицательным вещественным показателем степени ($d < 0, y' < 0$) представляют собой монотонно убывающие функции, графиками которых являются гиперболы. Асимптоты кривых совпадают с осями координат. Особые точки и соответственно экстремумы и точки разрыва отсутствуют.

Зависимость $C_p(J)$ с положительным вещественным показателем степени ($d > 0, y' > 0$) представляет собой монотонно возрастающую функцию. Осо-

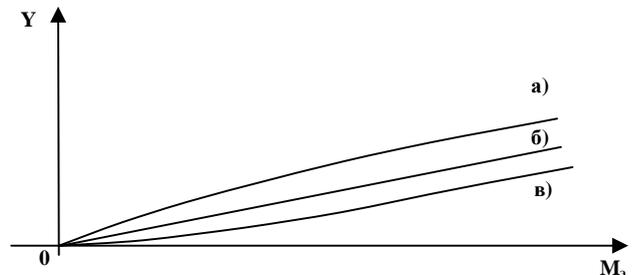


Рис. 6. Графики зависимостей $t(M_s)$ и $q(M_s)$

бые точки и соответственно экстремумы и точки разрыва отсутствуют. Графиком функции является

кривая близкая к обратной кубической параболы (так как $d=i-1$ имеет значение близкое к $1/3$) (рис. 5).

Зависимости основных геотехнологических показателей $t(M_3)$, $f(M_3)$, $q_m(M_3)$, $q(M_3)$ от эффективной мощности M_3 имеют вид иррациональных функций, представляющих собой суперпозицию в виде суммы двух степенных функций с вещественными показателями и положительными вещественными коэффициентами $y = k_1 \cdot x^{d_1} + k_2 \cdot x^{d_2}$. Первые производные этих функций имеют вид

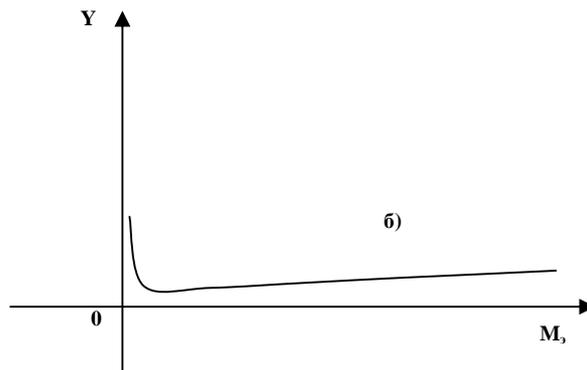
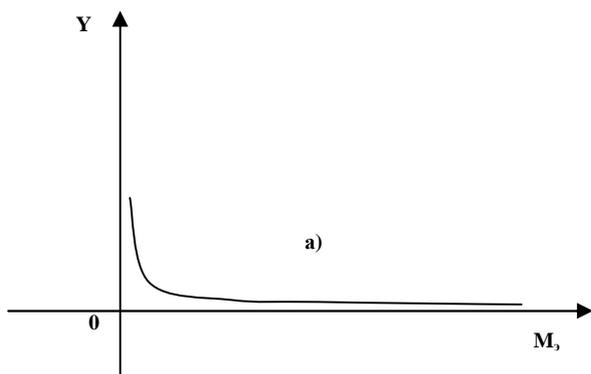


Рис. 7. Графики зависимостей $f(M_3)$, $q_m(M_3)$

$y' = k_1 \cdot d_1 \cdot x^{d_1-1} + k_2 \cdot d_2 \cdot x^{d_2-1}$. Зависимость $C_p(M_3)$ имеет вид обратной к предыдущей: $y = \frac{1}{k_1 \cdot x^{d_1} + k_2 \cdot x^{d_2}}$. Первая производная функции

имеет вид $y' = -\frac{k_1 \cdot d_1 \cdot x^{d_1-1} + k_2 \cdot d_2 \cdot x^{d_2-1}}{(k_1 \cdot x^{d_1} + k_2 \cdot x^{d_2})^2}$. Зависимости $t(M_3)$ и $q(M_3)$ ($d_1 > 0$, $d_2 > 0$, $y' > 0$) представляют собой монотонно возрастающие функции. Особые точки и соответственно экстремумы и точки разрыва отсутствуют.

В зависимости от значений второй производной y'' графики функций могут иметь вид (рис. б):

Функции $f(M_3)$, $q_m(M_3)$ могут иметь особые точки (в которых производные y' , y'' обращаются в 0). Точки разрыва отсутствуют. Графики функций либо монотонно убывают ($y' < 0$) на всем интервале определения (рис. 7, а), либо имеют более сложный вид (рис. 7, б) – точки экстремума и перегиба, интервалы убывания и возрастания, выпуклости вниз и вверх. Функция $C_p(M_3)$ имеет отрицательную первую производную $y' < 0$ и соответственно монотонно убывает на всем интервале своего определения.

Особые точки и точки разрыва отсутствуют. График функции имеет вид (рис. 7 а).

Проведя исследование предложенных математических зависимостей основных геотехнологических показателей детерминированной динамической модели процесса подземного выщелачивания урана (формулы (1)-(5) работы [1]) и их графиков, можно сделать вывод, что все представленные в формулах параметры и показатели (аргументы и функции) определены и непрерывны в положительной области пространства и имеют непрерывные первые и

вторые частные производные. В большинстве случаев, за исключением случая (рис. 7, б), функции монотонно убывают или возрастают на всем интервале определения. На практике значения параметров и показателей ограничены природно-геологическими и техническими условиями протекания процесса ПВ.

Получаемые с помощью разработанной математической модели процесса ПВ результаты существуют при любых допустимых значениях исходных параметров, единственны для одного и того же набора исходной информации и устойчивы (т.е. небольшие изменения исходных данных не приводят к резким изменениям получаемых результатов), из чего следует вывод о корректности данной математической модели.

Предложенная математическая модель была проверена на фактических производственных материалах и показала достаточную для практического использования точность (сходимость результатов не менее 90%).

Таким образом, корректность данной математической модели и ее достаточная точность означают адекватность модели описываемого с ее помощью реального процесса ПВ.

Список литературы:

1. Глотов Г.Н. Детерминированная динамическая модель геотехнологии подземного выщелачивания урана. Журн. «Горный вестник Узбекистана», № 1(40), март 2010. – с. 45–48.
2. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа. Т. 1, М., «Наука», 1968. – 440 с.
3. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – 2-е изд., испр., М., «Физматгиз», 2001. – 320 с.
4. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУзов. М., «Наука», 1981. – 720 с.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДОБЫЧИ ДРАГОЦЕННЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ В УЗБЕКИСТАНЕ

Фарманов А.К., председатель правления - генеральный директор ОАО «Алмалыкский ГМК», канд. техн. наук; **Санакулов К.С.**, генеральный директор НГМК, докт. техн. наук; **Шеметов П.А.**, докт. техн. наук

Горно-металлургическая промышленность Узбекистана занимает одно из ведущих мест в мире, формирует значительную часть бюджета страны и обладает огромным потенциалом для развития. Государственные предприятия Навоийский ГМК и ОАО «Алмалыкский ГМК» являются крупнейшими производителями драгоценных и цветных металлов в мире с законченным циклом производства и имеют репутацию надежных партнеров и стабильных поставщиков продукции на международный рынок. Добыча драгоценных и цветных металлов в Узбекистане динамически развивается за счет реализации инвестиционных проектов, реконструкции и модернизации действующих производств, расширения минерально-сырьевой базы, высококвалифицированного персонала. После обретения независимости Узбекистан занимает первое место в мире по добыче золота на душу населения, входит в десятку главных мировых продуцентов золота и меди.

Рассмотрим перспективы развития ОАО «Алмалыкский ГМК». Готовой продукцией ОАО «Алмалыкский ГМК» являются рафинированная медь, цинк металлический чушковый, обожженный молибденовый промпродукт, аффинированное золото и серебро и др. Структура производства ОАО «Алмалыкский ГМК» ориентирована на медно-молибденовое, свинцово-цинковое и золотодобывающее направления. Медное производство включает рудоуправление Кальмакыр, медную, свинцово-цинковую обогатительную фабрику (переведенную с 1998 г. на переработку медных руд), медеплавильный завод. Медно-молибденовые месторождения Кальмакыр и Сары-Чеку обеспечивают сырьем медное производство. Свинцово-цинковое производство базируется на месторождениях Хандиза, Уч-Кулач и включает также цинковый завод, работающий на привозном сырье.

Золотодобывающее производство включает две золотозвлекательные фабрики, концентрат которых перерабатывается на медеплавильном заводе.

Переработка медно-молибденовых руд месторождений Кальмакыр и Сары-Чеку ведется на медно-обогащительной фабрике (МОФ). В настоящее время МОФ работает в основном на рудах карьера Кальмакыр. Медный концентрат после сгущения, обезвоживания и сушки направляют на медеплавильный завод. Молибденовый продукт после обжига на медеплавильном заводе отгружают на Узбекский комбинат тугоплавких и жаропрочных металлов. В ОАО «Алмалыкский ГМК» принята к реализации программа модернизации, технического и технологического перевооружения производства на 2009-2015 гг., обеспечивающая на основе применения новых технологий оборудования, наращивание производства медной продукции, цветных и драгоценных металлов. Базовые инвестиционные проекты, реализуемые в ОАО «Алмалыкский ГМК» до 2015 г., представлены в табл. 1.

Свинцово-цинковая обогатительная фабрика в последние годы переведена на переработку медных руд месторождения Сары-Чеку и отвальных шлаков медеплавильного производства. Получаемый коллективный медно-молибденовый концентрат направляют на разделение на медную обогатительную фабрику.

Медеплавильный завод имеет следующие подразделения: металлургический цех; медеэлектролитный цех; цех аффинажа золота и серебра, селена, теллура; шламово-купоросный цех; два сернокислотных цеха. Инвестиционным проектом предусмотрено строительство сернокислотного цеха.

Производственная мощность цинкового завода по выпуску металлического цинка составляет до 120 тыс. т в год. В связи с переводом свинцово-цинковой обогатительной фабрики на переработку только медно-молибденовых руд завод на условиях толлинга перерабатывает привозные цинковые концентраты из стран СНГ и других государств. Выпускаются металлический цинк, металлический кадмий, свинец и медь в полуфабрикатах, цинковый купорос, серная кислота.

Комплексное использование минерально-сырьевой базы полиметаллических руд месторождений Хандиза и Уч-Кулач позволит загрузить производственные мощности цинкового завода и увеличить производство цветных и драгоценных металлов.

Реализация представленных в Программе инвестиционных проектов и пуск горно-обогащительных предприятий на месторождении Хандиза обеспечат рост выпуска продукции к 2015 г.: медной – в 1,6 раза,

Таблица 1

Базовые инвестиционные проекты, реализуемые в ОАО «Алмалыкский ГМК»

Наименование проектов	Результаты реализации
<ul style="list-style-type: none"> - расширение и реконструкция рудника «Кальмакыр»; - расширение и реконструкция карьера «Сары-Чеку»; - вовлечение в переработку забалансовых руд месторождения Кальмакыр; - реконструкция отделений дробления и измельчения МОФ; - реконструкция X-XII секций главного корпуса МОФ 	<p>Рост выпуска продукции: медной руды в 1,6 раза; драгоценных металлов – в 1,4 раза; цинка металлического – в несколько десятков раз; серной кислоты – в 1,7 раза</p>

драгоценных металлов – в 1,4 раза, серной кислоты – в 1,7 раза, цинка металлического – в несколько десятков раз [1]. Динамика выпуска золота и меди в ОАО «Алмалыкский ГМК» до 2015 г. представлена на рис.1.

На ОАО «Алмалыкский ГМК» без снижения объемов производства на МОФ выполнена реконструкция флотационного отделения с заменой существующих VI-IX флотационных секций двумя моносекциями производительностью 7-8 млн. т. руды в год, модернизирован узел дозировки реагентов с установкой автоматизированного дозирочного комплекса УДР-РИФ, осуществлена стыковка систем АС-СУП-РВ, УДР-РИФ и системы управления нагнетателями СА-УК-Н с программно-техническим комплексом АСУТП фабрики. В технологическую схему VI-IX секций включена операция доизвлечения меди и благородных металлов из песковой фракции отвальных хвостов, реализованная на базе флотомашин РИФ 100 и позволившая дополнительно извлечь из отвальных хвостов около 38% меди (от операции), а также доизвлечь благородные металлы в концентрат.

В дальнейшем предусмотрена реконструкция X-XII секций флотационного отделения, реконструкция отделения рудоподготовки и наращивание мощности по переработке руды. Выполнено предпроектное ТЭО реконструкции отделения дробления и измельчения МОФ. Срок реализации проекта – 2013 г. Разработаны технология переработки забалансовых руд месторождения Кальмакыр на свинцовой обогатительной фабрике (СОФ) и предварительное технико-экономическое обоснование. Реализация проекта запланирована на 2013-2015 гг. [2].

В результате последовательного осуществления технических решений по реконструкции производственные мощности МОФ увеличиваются до 30 млн. т руды в год, дополнительно вовлекаются в переработку до 4 млн. т забалансовых руд. Это позволит в условиях снижения содержания меди и молибдена в добываемых рудах сохранить объемы выпуска товарной продукции за счет повышения технологических показателей обогащения. Для выявления приоритетных направлений развития сырьевой базы и обогатительного комплекса в целом, повышения производительности и снижения себестоимости продукции ОАО «Алмалыкский ГМК» необходимо разработать концепцию развития производства на период до 2030 г.

Таким образом, реализация инвестиционных проектов на ОАО «Алмалыкский ГМК» позволит обеспечить рост выпуска к 2015 г. меди в 1,6 раза, драгоценных металлов в 1,4 раза, цинка металлического в несколько десятков раз.

Сегодня в состав Навоийского ГМК входят рудоуправления со своими производственными структурами, на базе которых построены города Навои, Учкудук, Зарафшан, Нурабад, Зафарабад, расположенные в пяти областях республики, а также действуют машиностроительный завод, завод по выпуску ювелирных изделий, управление строительства, вспомо-

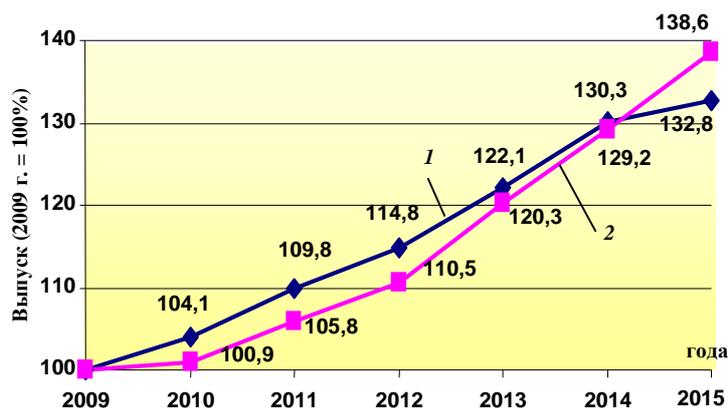


Рис. 1. Динамика выпуска золота (1) и меди (2) на ОАО «Алмалыкский ГМК»

гательные и обслуживающие производства с общей численностью работников более 70 тысяч человек. Все предприятия Навоийского ГМК неразрывно связаны между собой единым технологическим процессом по производству золота, единством инженерно-производственной и социальной инфраструктуры. Готовой продукцией ГП Навоийский ГМК являются аффинированное золото и серебро.

Навоийский горно-металлургический комбинат хорошо подготовлен к эффективному использованию возможностей роста (рис. 2, 3). На рис.2 представлены принципы работы Навоийского ГМК.

Специалистами ведется непрерывный поиск и внедрение новых ресурсосберегающих технологий и технических решений, направленных на повышение эффективности горных работ и гидрометаллургической переработки руд. Навоийский ГМК успешно наращивает добычу золота не только благодаря систематическому вводу в эксплуатацию новых перерабатывающих мощностей, но и освоению инновационных технологий, оснащению технологических площадок современным оборудованием, применению качественных и эффективных реагентов. Значительный резерв для прироста производства золота заключен в реализации инновационных программ по всему спектру освоения природных ресурсов, включая геологоразведку, добычу, переработку и получение товарной продукции. Остановимся на некоторых из них.

На северо-восточном борту карьера Мурунтау построен крутонаклонный конвейер с высотой подъема руды на 270 м (КНК-270), производительностью 16,0 млн. т руды в год для выдачи руды с горизонта +285 м. с пунктом перегрузки руды с конвейерного на железнодорожный транспорт. Внедрение КНК-270 на карьере позволит снизить себестоимость транспортирования руды, повысить производительность экскаваторно-автомобильного комплекса, предусматривает рентабельную отработку и дальнейшее развитие карьера Мурунтау до глубины 900-1000 м. В конструкции КНК-270 использован ряд уникальных инновационных решений.

На юго-восточном борту карьера Мурунтау предусматривается строительство дробильно-перегрузочно-го пункта на горизонте +405 м с наклонным конвейер-



Рис. 2. Принципы работы Навоийского ГМК

ром, ориентированным на транспортирование вскрышных пород. Предусмотрен разнос борта для совместной отработки запасов месторождений «Мурунтау» и «Мютенбай» объединенным карьером с единым рабочим пространством.

Переработка забалансовой руды месторождения Мурунтау методом кучного выщелачивания (КВ) позволяет обеспечить безотходность производства и является одной из новых технологий, внедренных в Навоийском ГМК. Ведется техническое и технологическое перевооружение цеха КВ золота с целью повышения надежности работы и снижения эксплуатационных затрат, проектирование с последующим строительством очередной подушки выщелачивания.

Восполнение и расширение сырьевой базы действующего ГМЗ-2 предусмотрено за счет вовлечения в отработку малых месторождений Бесапантау, Бойлик, Триада, находящихся в радиусе до 50 km от ГМЗ-2.

С целью вовлечения в переработку мышьякосодержащих сульфидных золотосодержащих руд месторождений Кокпатас и Даугызтау реализуется в промышленных масштабах проект стратегически важный

для нас – дооснащение технологической схемы ГМЗ-3 процессами флотации и бактериально-химического окисления сульфидов флотоконцентрата. Согласно проекту, в переработку на ГМЗ-3 по технологии BIOX вовлекаются сульфидные руды золоторудных месторождений Кокпатас и Даугызтау. Проектными решениями ТЭО второй очереди предусмотрено наращивание суммарных мощностей добычного комплекса до 12 млн. t руды в год и перерабатывающего комплекса до 6,4 млн. t в год. Освоение капитальных вложений с достижением проектных показателей ГМЗ-3 предусмотрено до 2012 г. Разобшенное пространственное расположение рудных залежей месторождения Кокпатас предполагает их отработку группой карьеров, общее число которых на период 2009-2018 гг. составляет 28 единиц. На месторождении Даугызтау ведется промышленная отработка запасов сульфидных руд карьера Даугызтау с доведением его производительности по добыче до 5,5 млн. t руды в год. Для сокращения объемов отгружаемой на переработку руды и повышения содержания золота в ней предусмотрено использование метода рентгенорадиометрической сортировки, включающего посамосвальную сортировку на рудо-контрольных станциях и покусковую сортировку на рудосепарационном комплексе с получением обогащенного продукта в количестве 6,4 млн. t в год.

Основными направлениями реализации следующего крупного «Проекта строительства горнорудного комплекса на базе месторождений Зармитанской золоторудной зоны» определено: расширение производственных мощностей действующего рудника Зармитан за счет организации горных работ открытым и подземным способами; увеличения объемов добычи, переработки руды и выпуска золота за счет строительства новых рудников – Гужумсай и Промежуточный и гидрометаллургического завода № 4 (ГМЗ-4).

Осуществлено вскрытие месторождения Чармитан наклонным транспортным съездом (стволом) (2009 г.), который для вскрытия нижних горизонтов месторождения будет углубляться на проектную глубину рудника, составляющую в перспективе 700 m. Переработка руд предусмотрена на ГМЗ-4 (запущен в эксплуатацию в августе 2010 г.) с производительностью до 1,8 млн. t/год.

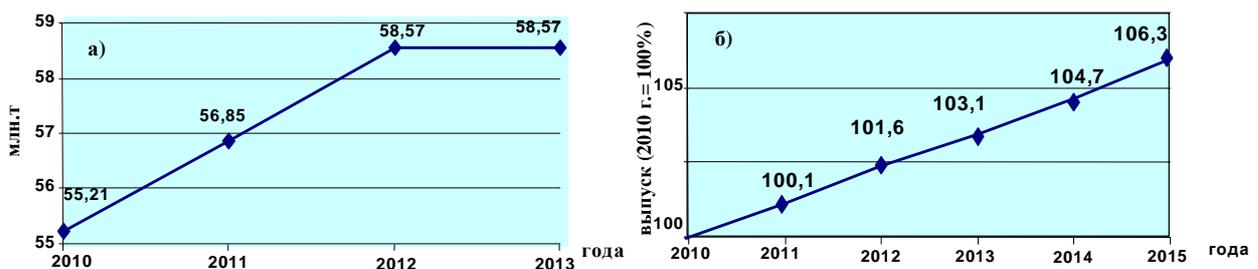


Рис. 3. Динамика переработки руды (а) и выпуска золота (б) в соответствии с реализуемой Программой «Модернизации, технического и технологического перевооружения производств Навоийского ГМК до 2015 г.»

Динамика переработки руды, выпуска золота согласно с реализуемой Программой «Модернизации, технического и технологического перевооружения производств Навоийского ГМК представлены на рис. 3. Источниками финансирования Программы являются собственные средства, специальный инвестиционный счет и кредиты Фонда реконструкции и развития Республики Узбекистан. Основной целью Программы перспективного развития является дальнейший рост эффективности, выпуска золота, снижение чувствительности к колебаниям рынка.

В рамках выполнения программы технического перевооружения на гидрометаллургическом заводе № 2 (ГМЗ-2) разработано АСУ процессом измельчения GrindExpert, позволяющее увеличить производитель-

ность мельничных блоков на 5-7%. Организован автоматизированный централизованный контроль всех технологических процессов. Обеспечена стандартизация всей управленческой деятельности завода, позволяющая разработать интегрированную систему автоматизации ГМЗ-2.

Таким образом, реализуемая Программа «Модернизации, технического и технологического перевооружения производств Навоийского ГМК до 2015 г.» обеспечивает рост выпуска продукции на 6,3%.

Подводя итог, следует отметить, что реализуемые Программы перспективного развития Навоийского и Алмалыкского ГМК позволяют увеличить добычу и выпуск драгоценных и цветных металлов в Узбекистане.

Список литературы:

1. Фарманов А.К. Алмалыкскому ГМК – 60 лет // Горный Журнал. 2009. Специальный выпуск. С. 5-11.
2. Фарманов А.К., Зимин А.В. основные технические решения по реконструкции медной обогатительной фабрики ОАО «Алмалыкский ГМК» // Горный Журнал. 2009. Специальный выпуск. С. 45-48.

УДК 622.343

© Исаходжаев Б.А., Халилов А.А., Тростянский Г.Д. 2010 г.

КОНЦЕПЦИЯ И МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА В ОСАДОЧНЫХ ПОРОДАХ В ПРОСТРАНСТВЕ И ВО ВРЕМЕНИ

Исаходжаев Б.А., профессор кафедры горно-геологического факультета ТГТУ, докт. геол.-мин. наук, Халилов А.А., геолог ГП НПЦ

«Урангеология»; Тростянский Г.Д., начальник минералогической лаборатории КГТС ГП НПЦ «Урангеология», канд. геол.-мин. наук

Предлагаемая концепция является одной из точек зрения на условия формирования инфильтрационных урановых месторождений.

Данная статья является одним из обобщений всех предыдущих исследований и личных наблюдений авторов. Для сравнения в статье использованы данные двух наиболее крупных и разобценных в пространстве месторождений Сабырсай и Сугралы (рис. 1-2).

Проведенные многолетние гидрогеологические исследования динамики подземных вод в артезианских бассейнах Средней Азии различной геотектонической принадлежности позволили установить в каждом из них наличие двух гидродинамических областей (инфильтрационного и эксфильтрационного режима). При этом в бассейнах геосинклиального, платформенного и орогенного типов установлено резкое преобладание области эксфильтрационного режима, а в суборогенных – инфильтрационного.

Малые бассейны Центральных Кызылкумов прошли в своем развитии два этапа – платформенный (мел-палеоген) и суборогенный (миоцен-плиоцен) с соответствующим преобладанием эксфильтрационного и инфильтрационного гидродинамических режимов [1-4].

Выявленная связь между геотектоническими особенностями территории и гидродинамикой артезианских бассейнов с учетом данных историко-геологических исследований позволила проследить

изменение гидродинамической обстановки всех артезианских бассейнов Средней Азии на протяжении всей новейшей геологической истории – от мезозоя до настоящего времени [1].

Анализ этих обстановок свидетельствует о том, что по мере усиления неоген-четвертичной постплатформенной орогенезации преобладающий на платформенном этапе эксфильтрационный режим сменяется инфильтрационным на суборогенном этапе и вновь эксфильтрационным на этапе орогенного развития. Именно такой путь развития прошел Ферганский артезианский бассейн, который характеризовался эксфильтрационным режимом на платформенном (мел-палеоген) и орогенном (плиоцен) этапах и инфильтрационным – на суборогенном (миоцен) [1].

Приуроченность района месторождения Сугралы к малым артезианским бассейнам Кызылкумов, а соответственно преобладание двух режимов (платформенный (К - Р) и суборогенный (миоцен-плиоцен) с соответствующим преобладанием эксфильтрационного и инфильтрационного гидродинамических режимов) привела к перераспределению урана в период формирования региональной зоны пластового окисления (ЗПО) и образованию ЗПО локального характера с выносом урана из пород фундамента. Сформированные условия в межгорном прогибе благоприятствовали спокойному рудоотложению на границах окисленных и

неокисленных пород, тем самым формируя уникальные по запасам месторождения Учкудук и Сугралы.

Размещение месторождения Сабырсай в артезианском бассейне Улус Джамского прогиба и расположение данной территории ближе к бассейнам эксфильтрационного типа, приуроченных к нефтегазоносным районам, а тем самым наличие тут трех смен режимов (эксфильтрационного на платформенном (мел-палеоген) и орогенном (плиоцен) этапах и инфильтрационным – на суборогенном (миоцен)) обуславливают перераспределение урана в ЗПО регионального характера, затем восстановление окисленных пород с формированием менее масштабных зон пластового окисления и, наконец, перееотложение урана во вновь образованных ЗПО после орогенизации территории. Наличие же благоприятных литологических, структурных, тектонических факторов формирует здесь крупное месторождение.

Вышеописанные характеристики и специфические условия районов месторождений являются первоочередными условиями для формирования таких объектов, как Сабырсай и Сугралы.

Следует упомянуть, что формирование зон пластового окисления в меловых толщах началось в палеогене и связано с проявлением первого этапа орогенных движений (*первый эпигенетический этап*), положивших начало формированию современных структур изучаемых районов. Для месторождения Сабырсай, по данным геологических исследований, они проявились в конце олигоцена-начале миоцена, а на месторождении Сугралы – в предагитминское время ($Pg_3 - N_1$). Однако раскрытие и разрушение сводных частей антиклинальных структур и начало формирования поверхностного, а затем и пластового окисления в водопроницаемых горизонтах палеогена и мела обуславливает *второй эпигенетический (окислительный) этап*, характеризующийся основным окислением восстановительных пород, выноса из них полезных компонентов и накопления урана, селена и молибдена на границе серых пород и ЗПО.

Второй этап изменения пород осадочного чехла проявился в миоцене (N_1^1) в районе месторождения

Сабырсай и в базильбекское время (N_2^1 (Ag1)) – на месторождении Сугралы.

Характерным для пород района исследований является присутствие в них дисульфидов железа (для месторождения Сабырсай и Сугралы) и углефицированного детрита и битумов (на месторождении Сабырсай), которые оказывали влияние на развитие процессов окисления.

Грунтовые воды, содержащие кислород, уран, селен и молибден, просачиваясь через пиритонесные песчано-глинистые породы, окисляли сульфиды железа, вызывая образование сернокислых растворов. Процесс окисления происходит в узкой полосе, непосредственно примыкающей к линии выклинивания зоны пластового окисления и имеющей ширину до 200 м. На более значительном удалении от границы выклинивания пирит полностью отсутствует, и все железо содержится в гидроокислах железа.

Таким образом, начало регионального движения пластовых вод с востока на запад – от Тянь-Шаньского орогена к региональной области разгрузки – Аральскому морю датируется неогеном. Здесь формируются мощные зоны пластового окисления, охватывающие территорию Узбекистана и Казахстана [4].

В неоген-четвертичное время, когда происходит (рассматривая глобальный эволюционный процесс развития Земной коры) коллизионное закрытие океана Тетис, столкновение двух плит (Индостанская плита сталкивается с Евразийской) и быстрый рост горных сооружений Гималаев, Памира, Тянь-Шаня, приводит к образованию «срединных массивов» Букантау, Тамдытау, Нуратау, Зирабулакских и Каратюбинских гор и т.п., представляющих собой продукт давления плит и продолжение Тянь-Шаньского орогена на западе и, что самое важное, выходы палеозойского фундамента, содержащие в своих структурах специализированные на уран толщи, прорванные к тому же интрузивами кислого и среднего составов в период магматической активизации (C_2-P).

Вышеописанная стадия формирования выходов палеозойских толщ (основание фундамента Кызылкумов) обусловила тенденцию перераспределения урана

в меловых толщах, тем самым «ломая», разрушая ранее сформированную региональную ЗПО, а также, что самое важное, обусловила тенденцию формирования локальных ЗПО 1) – в меловых толщах (в самых нижних продуктивных ярусах мела) и 2) – в последних ярусах верхнего мела (кампан, маастрихт) и в среднем палеогене (эоцене). Т.е. характеризуемая стадия сформировала условия для перераспределения урана в региональных ЗПО и формирование более молодых зон пластового окисления в вышеперечисленных толщах (после неоген-четвертичной активизации).

По природе восстановительного геохимического барьера, определившего инфильтрационное рудоосаждение, эти месторождения могут быть разделены на две группы, где породы представлены: 1) первично-сероцветными отложениями, содер-

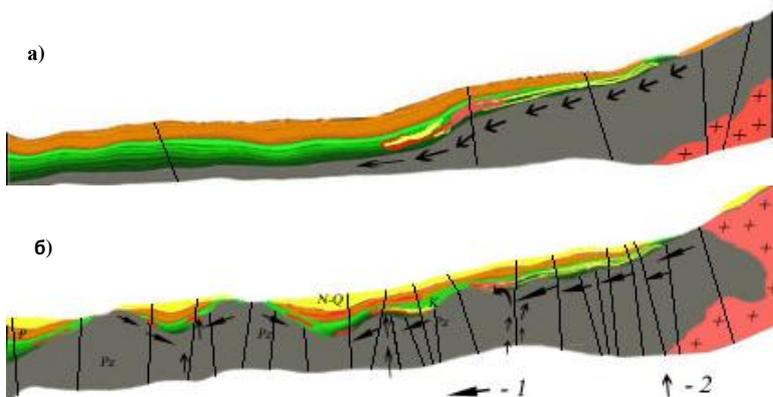


Рис. 1. Модель формирования мезозойско-кайнозойского платформенного чехла и зоны пластового окисления в отложениях мела и палеогена: а) - доактивизационный этап (до N_2-Q). Зоны пластового окисления развиваются в отложениях нижнего и верхнего мела со стороны Тянь-Шаньского орогена; б) - зоны пластового окисления развиваются в постактивизационный этап, (после N_2-Q) в отложениях верхнего мела и палеогена (1 направление движения пластовых вод; 2 направление разгрузки трещинно-инфильтрационных вод и флюидных потоков)

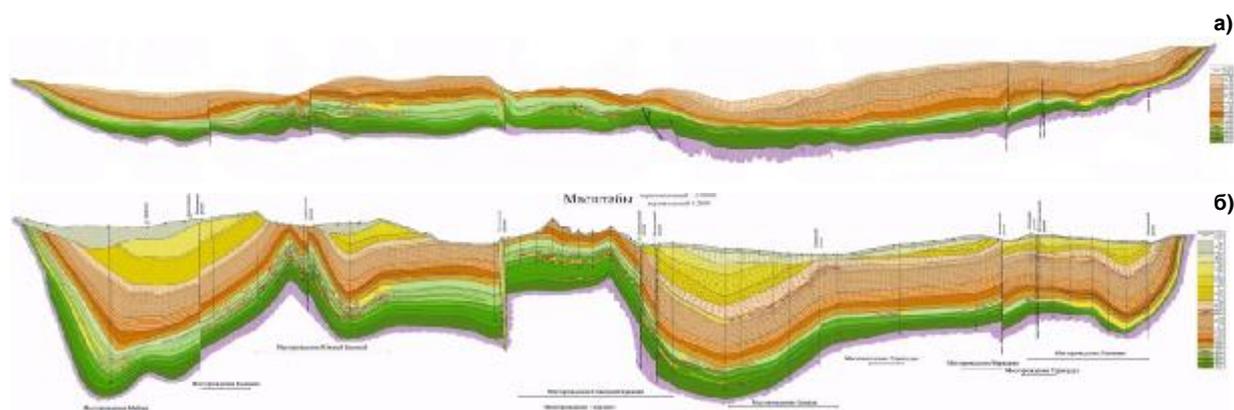
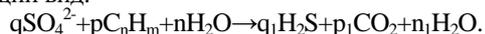


Рис. 2. Концепция формирования месторождений чехла в пространстве и во времени: а) схематический геологический разрез через центральную часть Кызылкумской провинции в доактивизационный период; б) геологический разрез через центральную часть Кызылкумской рудной провинции

жашими углистое органическое вещество (оруденение в отложениях альба, нижнего турона и коньяк-сантона); 2) эпигенетически восстановленными породами, в том числе: а) эпигенетическими зонами приразломной (месторождения Сабырсай, Сугралы, Кетменчи) и подпрерывной (в кровле меловой толщи) пиритизации; б) зонами бывшего взаимодействия кислородных ураноносных пластовых вод и восходящих восстановительных термальных растворов (отдельные залежи месторождений Сугралы, Сабырсай, Кетменчи и Учкудук). В последнем случае формировалось наиболее богатое гематит-(гётит)-настуранкоффинитовое оруденение, иногда наложенное на пластово-окисленные породы. В процессах восстановительного эпигенеза большую роль играл сероводород. Образование сероводорода и минералообразование, по мнению авторов, происходило при активном воздействии подземных вод в результате окисления и разрушения углеводов.

А.С. Уклонским (1940 г.) было выдвинуто положение о том, что при реакции углеводов с сульфат-ионом происходит образование углекислоты и сероводорода. А.С. Уклонский пишет, что пришел к определенному выводу о том, что целый ряд минеральных тел образуется близ поверхности земли при обменных реакциях, происходящих при смешении разных классов вод. Им отмечается, что восстановление сульфат-иона до сероводорода может происходить при повышенных температурах неорганическим путем при воздействии углеводов. Реакция эта обусловлена взаимным противоречием ионов.

Подобное образование сероводорода при взаимодействии сульфат-иона и углеводов имеет следующий вид:



Аналогичные условия образования сероводорода описаны А.И. Перельманом (1964 г.).

По А.С. Уклонскому пирит в осадочных породах образуется в восстановительной среде по реакции: $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{S} = \text{FeS}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$.

Реакция идет при комнатной температуре в растворах, которые содержат сульфаты закисного железа и менее 1% свободной серной кислоты.

Авторы считают, что в районе исследований могли проходить вышеописанные процессы. Действительно, в начальную стадию эпигенеза в них, по всей вероятности, происходило смешение подземных вод различного состава во время миграции углеводов через проницаемые породы верхнего мела. Температура подземных вод здесь сравнительно высокая. При взаимодействии этих вод с осадками могло происходить восстановление сульфата закисного железа до пирита и марказита. Выделяющаяся при этом углекислота обуславливала отложение эпигенетических карбонатов.

Резюмируя вышеописанное, вслед за предшествующими исследователями (Муромцев Н.Н., Натальченко Б.И., Гольдштейн Р.Н., Шмариович Е.М.), нами выдвигается концепция формирования месторождений чехла в пространстве и во времени, иллюстрируемая в виде упрощенной схемы (модели) (рис. 1-2).

Основной задачей концепции является определение пространственного и возрастного вектора движения процесса.

По мере активизации тектонических движений в период роста Тянь-Шаня формируются горные возвышенности второго и третьего порядков, представляющие собой (в упрощенном варианте) горст-антиклинальные структуры и прорывающие отложения осадочного чехла. Вертикальные движения, обусловившие выходы на поверхность специализированных на уран толщ и интрузивных образований, активизируются тем слабее, чем район отдален от причинно-следственного источника (образование и рост Тянь-Шаня).

Наглядно это подтверждается протяженностью палеозойских массивов – к западу она уменьшается вплоть до приближения к Султан-Уиздагским горным поднятиям.

По этой причине процесс выноса урана из толщ омолаживается. Т.е. вынос урана и других элементов с переменной валентностью становится возможным по мере продвижения орогенических движений с востока на запад. Кроме того, по мере отдаления от источника активации вертикальных движений, процесс формирования ЗПО, а следовательно и рудных залежей про-

двигается в вышележащие толщи, а глубина залегания руд уменьшается. Это и является основной идеей рассмотрения данной концепции, следуя которой напрашивается вывод: по мере отдаления от горных систем Срединного и Южного Тянь-Шаня к западу происходит формирование ЗПО и урановых залежей во все более молодых отложениях, что предопределяет веро-

ятное наличие руды на западе страны, в окружении Аральского моря, либо в обрамлениях Султануздагских гор. Благоприятное наличие серо- и углеводородных залежей в этом регионе может способствовать формированию относительно богатых или существенно богатых месторождений урана в случае оправдания данных предпосылок.

Список литературы:

1. Гольдштейн Р.И., Бровин К.Г., Каримов Х.К. и др. *Металлогения артезианских бассейнов Средней Азии*. Ташкент: ФАН. 1992.
2. Лихачев Ю.А. и др. *Тектоника палеозойского фундамента Кызылкумов // Проблемы нефтегазоносности Средней Азии*. – М.: Госгеолтехиздат, 1963. Вып. 15.
3. Михайлов В.В. *Тектоно-магматическая активизация и рифтогенез в геологической истории Южного Тянь-Шаня // Геология и геодинамика Кызылкумо-Туркестанского региона / Тр. САИГИМС*. – Ташкент, 1989. – С. 43-50.
4. Натальченко Б.И., Гольдштейн Р.Н. «Очаги разгрузки подземных вод как рудомобилизующие структуры в формировании гидротермальных месторождений урана» // *Изв. Вузов, геология и разведка*. 1981. № 9.

УДК 666.122.2(575.1)

© Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Исчанов Ф.А., Аваязов Р.Ш. 2010 г.

КВАРЦ-КАОЛИНОВАЯ ПОРОДА ЧИЛПЫКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ: ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Юнусов М.Ю., профессор кафедры «Технология силикатов» ТХТИ, докт. техн. наук; **Бабаев З.К.**, доцент Ургенчского государственного университета, канд. техн. наук; **Матчанов Ш.К.**, старший преподаватель, зав. кафедры Ургенчского технологического университета, канд. техн. наук; **Исчанов Ф.А.**, преподаватель Ургенчского технологического университета; **Аваязов Р.Ш.**, преподаватель Ургенчского государственного университета

Химическая, текстильная и другие сферы промышленности Узбекистана, потребляющие в своем производстве каолин и кварцевые пески, испытывают огромный дефицит в качественном местном сырье. Однако по литературным данным известно, что на территории Узбекистана имеются богатейшие месторождения каолинов и кварц-полевошпатовых песков [1, 2]. Большинство этих месторождений детально не изучены, содержат в своем составе различные примеси, которые делают их непригодными для прямого потребления в производстве. Поэтому очень актуальным является детальное изучение кварц-каолин содержащих сырьевых материалов и разработка технологии обогащения сырья (табл. 1-3, рис. 1-2).

Одним из таких месторождений является Чилпыкское месторождение, расположенное в Амударьин-

ском районе Республики Каракалпакстан на правом берегу реки Амударья вблизи археологического комплекса Чилпык кала. Порода по своему строению представлена довольно однородным, плотным, песчано-глинистым составом, светло-серого и желтовато-белого цвета с редкими участками ожелезнения. Излом шероховатый, неровный, порода легко размалываемая. Железо пропитывает цементирующую массу неравномерно в виде пятен, полос линз, окрашивая породу в светло-бурый цвет. Границы между светлыми и окрашенными частями визуальным образом определяются, что позволяет производить селективную добычу. Схема строения породы приведена в табл. 1.

Первый слой каолинизирован, затем идет промежуточный слой, состоящий из излившейся вулканической лавы мощностью 5-10 см. По глубине залегания встречается 2 типа этих отложений: 1) крупнозернистые полнокристаллические породы с достаточной механической прочностью; 2) глубинный, характеризующийся неполной кристаллической структурой, обилием аморфного стекла и содержащий лишь зародышевые кристаллы «микрولиты» [3], толщина которого 2-4 см. Между магматическими отложениями имеется кварц-каолиновая

Таблица 1

Химический состав кварц-каолинизированных пород Чилпыкского месторождения

Номер пробы	Содержание оксидов, масс. %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	SO ₃	П.п.п
1	68,54	20,78	1,00	1,50	0,32	0,72	0,91	0,52	2,50	4,20
2	69,29	19,61	1,12	2,16	0,40	0,86	1,11	0,47	1,82	3,16
3	70,18	18,74	0,96	1,77	0,27	0,64	0,86	0,39	1,16	4,03
4	78,76	12,91	0,28	1,68	0,53	0,70	0,94	0,24	0,20	3,76
5	80,59	11,14	0,24	2,08	0,42	0,84	1,07	0,24	0,16	4,22
6	82,14	10,31	0,19	1,16	0,38	0,77	0,88	0,21	0,10	3,86
7	86,29	5,64	0,16	2,12	0,30	0,49	1,12	0,18	--	3,67
8	87,76	5,00	0,10	1,56	0,44	0,80	1,02	0,10	--	3,22

часть, где преобладает кварцевый песок. Эта часть является более однородной, чем первый, белого цвета, легко размалывается, с водой образует неустойчивую суспензию. Ниже располагается кварц-каолиновая часть более однородного, тонкодисперсного состава (кварцевый песок).

То есть по мере углубления слоя увеличивается содержание кварцевого песка и меняется его гранулометрический состав в сторону увеличения крупнозернистых частиц. Для детального изучения химического, гранулометрического, физико-химического и минералогического состава были отобраны пробы из разных глубин. Пробы 1-3 отобраны на глубине 0,5-1,2 м, пробы 4-6 и 7-8 на глубине 1,2-5 и 5-15 м соответственно.

Химический анализ исходной пробы проводился по методике, согласно ГОСТ 26423-86. Результаты химического анализа кварц-каоилинизированных пород Чилпыкского месторождения приведены в табл. 2.

Исследуемые пробы необогащенной кварц-каолиновой породы по содержанию Al_2O_3 в прокаленном состоянии относятся к группе полукислого сырья ($Al_2O_3+TiO_2 - 15-30\%$), а по содержанию свободного кварца к группе глинистого сырья с высоким содержанием свободного SiO_2 (св. $SiO_2 > 25\%$).

По количеству красящих оксидов в прокаленном состоянии изучаемые пробы относятся к группе глинистого сырья с низким содержанием красящих оксидов ($Fe_2O_3 < 1,5\%$; $TiO_2 < 1,0\%$) [4].

Ситовый анализ необогащенной кварц-каолиновой породы Чилпыкского месторождения проводился мокрым способом [5] на ситах с размерами отверстий 500; 200; 160; 125; 90 и 56 мкм. Остатки на соответствующих ситах равнялись следующим значениям (в %): 500 мкм – 0,01-0,60; 200 мкм - 0,50-3,30; 160 мкм – 1,00-15,00; 125 мкм – 1,80-13,90; 90 мкм – 8,10-9,30; 56 мкм – 24,80-33,00.

Как показывают полученные данные, содержание в них частиц размером < 56 мкм находится в пределах 40-60%. По содержанию крупнозернистых включений порода относится к группе глинистого сырья с низким содержанием включений (> 500 мкм не более 1%). Число пластичности породы колеблется в широких пределах (4-7 по Аттербергу), что является результатом непостоянства химико-минералогического состава. Механическая прочность при изгибе опытных образцов (высушенных при $110^\circ C$) если находится в пределах 0,5-0,8 МПа, то воздушная усадка колеблется в пределах от 2,1 до 3,1%.

На дифрактограмме кварц-каолиновой породы обнаружены дифракционные максимумы каолинита,

Таблица 2

Химический состав кварц-каоилинизированных пород Чилпыкского месторождения

Номер пробы	Содержание оксидов, масс. %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	SO ₃	П.п.п
1	68,54	20,78	1,00	1,50	0,32	0,72	0,91	0,52	2,50	4,20
2	69,29	19,61	1,12	2,16	0,40	0,86	1,11	0,47	1,82	3,16
3	70,18	18,74	0,96	1,77	0,27	0,64	0,86	0,39	1,16	4,03
4	78,76	12,91	0,28	1,68	0,53	0,70	0,94	0,24	0,20	3,76
5	80,59	11,14	0,24	2,08	0,42	0,84	1,07	0,24	0,16	4,22
6	82,14	10,31	0,19	1,16	0,38	0,77	0,88	0,21	0,10	3,86
7	86,29	5,64	0,16	2,12	0,30	0,49	1,12	0,18	--	3,67
8	87,76	5,00	0,10	1,56	0,44	0,80	1,02	0,10	--	3,22

Таблица 3

Результаты химического анализа (масс. %)

№	Наименование образца	ппп	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Сумма
1	Каолиновая часть	11,50	51,70	33,11	0,92	0,28	0,20	0,52	1,30	0,37	100,00
2	Кварцевая часть	0,69	95,80	2,20	0,35	0,28	-	0,20	0,20	0,28	100,00

гидрослюд, монтмориллонита, кварца и полевого шпата, а в обогащенном каолине обнаружены линии, относящиеся к каолиниту, монтмориллониту, кварцу и полевоому шпату. Обогащенная часть кварцевого песка в основном представлена фазой α - кварца (рис. 1).

Данные рентгенографических исследований, приведенные на рис. 1-в, показывают, что значения межплоскостных расстояний: 0,475; 0,426; 0,370; 0,334; 0,245; 0,25; 0,223; 0,213; 0,197; 0,181; 0,167; 0,154; 0,139 и 0,137 нм характеризуют наличие фазы α - кварца, согласно [6]. Кроме этой фазы в незначительном количестве обнаружены минералы полевошпатового ряда (0,320; 0,285; 0,248 нм). Термообработка породы при $900^\circ C$ и $1350^\circ C$ приводит к увеличению интенсивности ряда 0,349; 0,272; 0,245; 0,231; 0,167 нм тридимита, а модификационное превращение α - кварца в α - кристобалит четко выявляется при $1350^\circ C$ с появлениями дифракционных пиков 0,406; 0,285; 0,252; 0,213; 0,170 нм. Жидкая фаза и растворившийся в нем кварц после $1350^\circ C$ способствует уменьшению интенсивности всех линий α - кварца (например, 0,334; 0,245; 0,225; 0,223; 0,197; 0,181 нм и т.д.).

В образцах обогащенного каолина, обожженных при температуре до $1000^\circ C$, изменения в составе не наблюдаются. При $1100^\circ C$ уменьшается количество полевого шпата, появляется линия слабой интенсивности с $d=0,536$ нм, характерная для муллита. При $1250^\circ C$ структура полевого шпата полностью разрушается, т.е. переходит в стеклофазу. При $1350^\circ C$ увеличивается интенсивность муллита и кристобалита.

На комплексной термограмме каолина сырца зафиксированы слабый экзотермический эффект при $285^\circ C$ и эндотермический эффект при $610^\circ C$, вслед за которыми при $1010^\circ C$ наблюдается четкий экзотермический эффект. Экзотермический эффект при $285^\circ C$ можно объяснить процессом выгорания органических примесей, имеющихся в сырье. Интенсивная эндотермическая реакция с максимумом при $610^\circ C$ соот-

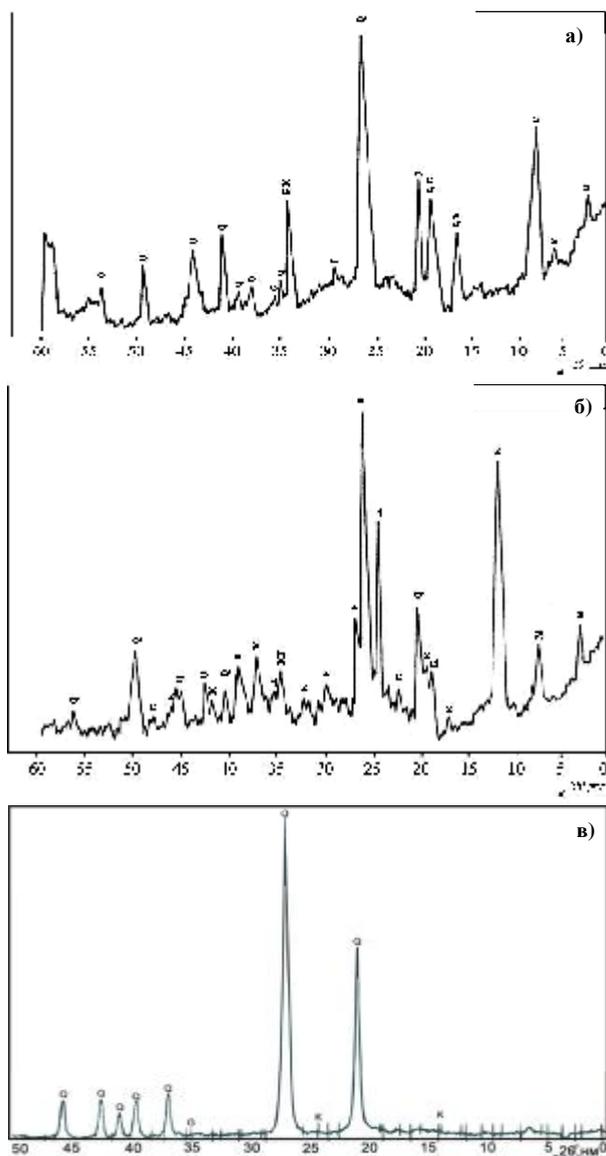


Рис. 1. Рентгенограммы кварц-каолиновых пород (а), каолина (б) и обогащенного кварцевого песка (в) Чилпыкского месторождения: К-каолинит, Q-кварц, G-гидрослюда, F-полевошпат, M-монтмориллонит

ветствует потери при прокаливании каолинита и показывает хорошую степень окристаллизованности минерала. Экзотермический эффект при 1010°C связан с перекристаллизацией аморфных продуктов разложения каолинита. На термограмме обогащенного каолина экзотермический эффект при 285°C исчезает, а эндотермический эффект при 610°C снижается на 20°C за счет перераспределения частиц по размерам и удаления органической части, и экзотермический эффект при 1010°C приобретает более четкие контуры.

Проведено разделение проб породы на основе базовых схем мокрого способа обогащения [7]. Для чего породу измельчали и готовили из них шликерную суспензию при соотношении фаз твердый: жидкий 1:20.

После интенсивного перемешивания приготовленную суспензию разделяли на отдельные фракции мето-

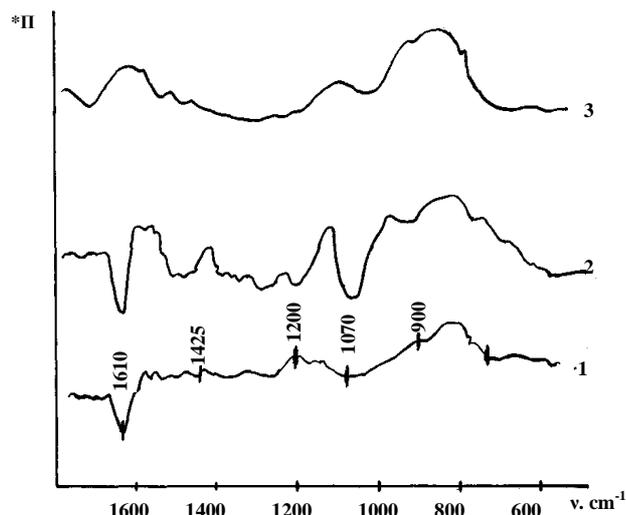


Рис. 2. Ик-спектры выделенных кварцевых песков исходной и термообработанных проб кварц-каолиновых пород Чилпыкского месторождения: 1 – исходная проба; 2 – проба после обжига при 900°C; 3 – проба после обжига при 1350°C, *П-Пропускания, %

дом отстаивания в течение 40÷60 min. Путём декантации выделены 2 фракции: верхняя, состоящая в основном из каолиновой, и нижняя, состоящая из кварцевого песка. Результаты проведенного химического анализа высушенных проб приведены в табл. 3.

ИК спектры первично обогащенного кварца обнаруживают большое число полос в области 400-600, 600-900, 900-1200, 1200-1600 cm^{-1} различной интенсивности, что, видимо, является следствием большого расщепления вырожденных и активизации невырожденных колебаний (рис. 2). С увеличением температуры обжига кварц-полевошпатового песка полосы по сравнению с соответствующими полосами кристаллических форм SiO_2 расширены и менее интенсивны, но положение их в спектре большей частью точно совпадает с положением аналогичных полос α -кварца [8, 9]. Высказанное подтверждается наличием в исследуемом песке интенсивной полосы в области 1100-1200 cm^{-1} и менее интенсивной в области 750-830 cm^{-1} .

В результате проведенного обогащения породы мокрым способом получены 2 вида товарных продуктов, предназначенных для использования в различных областях и соответствующих следующим требованиям государственных стандартов:

1. Каолиновый концентрат марки КФ-2, согласно ГОСТ 21286-82, пригодный для применения в текстильной, химической, резино-технической промышленности, а также для производства художественного и хозяйственного фарфора, санитарно-строительной керамики и облицовочных плиток.

2. Кварцевый песок марки ВС-030-В, согласно ГОСТ 13451-77, - для производства бесцветного листового технического стекла, автомобильного стекла, стеклоблоков, проката, а также стеклоэмали различного рода.

Таким образом, выявлены новые сырьевые источники кварц-каолиновых пород Чилпыкского месторождения, расположенные в Республике Каракалпакстан.

Применя простейшие способы мокрого обогащения можно получить кварцевый песок и каолины, отве-

чающие требованиям ГОСТов для производства керамических, стеклообразных и других материалов.

Список литературы:

1. Эминов А.М, Негматов С.С и др. Сравнительные характеристики и перспективы использования каолинов Узбекистана // Ж. Композиционные материалы. -2002, - №3 (8).-С.64-66.
2. Закиров М.З., Гафурджанов С.Г. Кварцевые и кварц-полевошпатовые пески Узбекистана-Ташкент, Фан-1983. 94с.
3. Толстой М.П. Основы геологии с минералогией. М.:Госкомгеология, 1962-120с.
4. Будников П.П, Бережной А.С, Булавин И.А, и др. Технология керамики и огнеупоров. М.: Госстройиздат, 1950-571с.
5. Лукин Е.С., Андрианов Н.Т. Технический анализ и контроль производства керамики. М.: Стройиздат, 1986-272с.
6. Абдувалиев Т.А, Новик Т.И, Есимов Б.О. и др. Методические указания к лабораторному практикуму по курсу «Основы научных исследований». Казахский химико-технологический институт. Чимкент, 1986-102с.
7. Бойжонов И.Р., Кадырова З.Р., Эминов А.М. Возможности обогащения Султон Увайского каолина и использования его в керамике / Тошкент кимё технология институти профессор-ўқитувчилари, аспирантлари, илмий ходимларининг X илмий-назарий ва техникавий анжумани: Маъруза тезис. Тошкент, 2001-6. 11.
8. Плюснина И.И. Инфракрасные спектры минералов. М.:МГУ, 1967-189с.
9. Лазарев А.И. Колебательные спектры и строение силикатов. Л.: Наука, 1986-347с.

УДК 550.834.53:553.41(575.11)

© Ахмеров Р.З. 2010 г.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ СКРЫТОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ МЕТОДОМ ДЕТАЛЬНОЙ СЕЙСМОТОМОГРАФИИ

Ахмеров Р.З., старший научный сотрудник института геологии и геофизики АН РУз, канд. геол.-мин. наук

Метод детальной сейсмотомографии [1] может быть использован в варианте 3D для получения объемных изображений скрытых геологических объектов. Подобная модификация была использована при поисковых работах на участке Акташ Чадакского рудного поля в 2008-2009 гг. Отрабатывались два профиля - 1ус и 3. Оба профиля пересекают основной рудосодержащий элемент участка – Восточную жилу (рис. 1-2).

При полевых наблюдениях использовалась 24-канальная станция «Эллис-2» (Россия, 2008 г.). Сейсмоприемники расставлялись по профилю с шагом 4 м, что обеспечивало базу приема 92 м. Сейсмические колебания возбуждались ударами. Пункты ударов (ПУ) располагались поочередно: на линии профиля в точке на конце расстановки и на выносной линии по перпендикуляру к линии профиля в той же точке. Выносные ПУ расставлялись в обе стороны от профиля – по 4-5 в каждом направлении с шагом 10 м. Система обеспечивала построение разрезов по серии параллельных линий, впоследствии составивших основу

для построения объемных изображений.

Объемные изображения получены в двух модификациях:

1. В виде трехмерного геометрического тела («кубическая» форма).

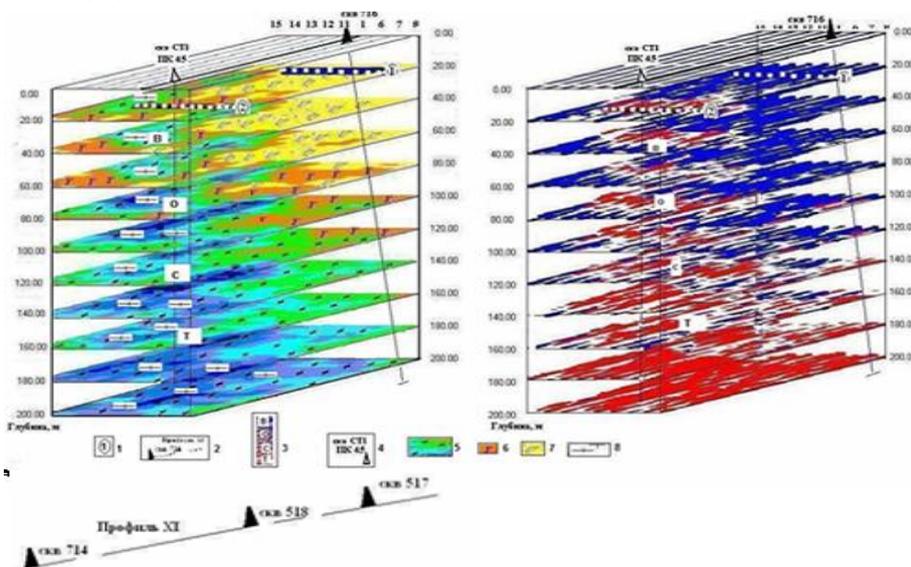


Рис. 1. Участок Акташ, профиль 1 ус. Объемное изображение геологической и рудной ситуации, прогнозируемой на основе детальной сейсмотомографии (месторождение Пирмираб, участок Акташ Чадакского рудного поля): 1 - стволы штолен: (1) по данным бурения, (2) – по результатам сейсмотомографии; 2 – геологический профиль и пробуренные скважины; 3 – ветви Восточной жилы; 4 – рекомендуемая скважина; 5 – интрузивные породы; 6 – эффузивы; 7 – осадочные и обломочные образования; 8 – кварцевый порфир

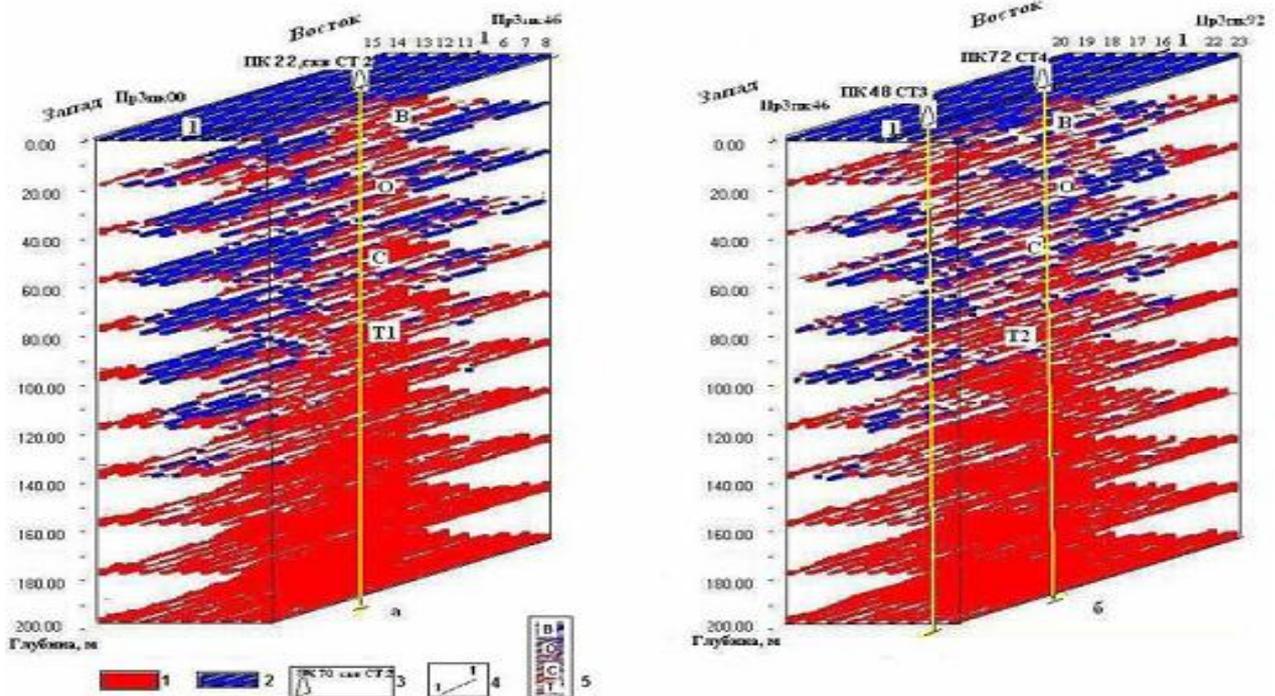


Рис. 2. Объемное изображение прогнозируемой зоны по профилю 3: а) – пикеты 0-46, б) – пикеты 46-92; 1 – рудонесущая зона; 2 – вмещающая среда; 3 – рекомендуемые скважины; 4 – линия профиля 3; 5 – ветви Восточной жилы

2. В виде совокупности разрезов по линиям, параллельным линии основного профиля («профильная» форма).

«Кубическая» форма представляется как совокупность срезов геологической среды через постоянный глубинный интервал, равный 20 м. В этой форме приводятся данные по профилям 1ус и 3 (рис. 1 и 2). Глубина построений составляет 200 м. По профилю 1ус приводятся изображения геологической и рудной ситуаций. Линия основного профиля обозначена цифрой 1, дополнительные линии – цифрами 15, 14, ... 7, 8. Каждая из них отстоит от соседней на 5 м. Всего линий 9, длина линий – 46 м. Горизонтальная грань «куба» имеет площадь, равную (40x25) м². Левый рисунок освещает глубинное литологическое строение в окрестностях профиля, правый – рудную ситуацию. Породы, слагающие разрез (рис. 1, левый рисунок), представлены осадочными и обломочными образованиями, эффузивами и гранодиоритами (?). В средней части «куба» темными цветами отбивается зона окварцевания, приуроченная к одной из ветвей Восточной жилы. Рудная зона (рис. 1, правый рисунок) выделена светлыми тонами, вмещающая среда – темными. Основной объем оруденения приходится на Восточную жилу.

На рис. 1 приведены, кроме того, пробуренные ранее скважины, а также намеченное по их данным

расположение ствола штольни (1). На основе результатов сейсмотомографии нами предлагается другой вариант штольни (на рисунке отмечен цифрой 2).

Кроме того, рекомендуется к бурению скважина ст. 1, расположенная на пикете 45; направление ствола – вертикальное, глубина бурения – 200 м. Скважина проходит по прогнозируемому рудному телу, пространственно совпадающему, как было отмечено, с жилой Восточной.

Объемная картина рудной ситуации вдоль профиля 3 приведена на рис. 2. Изображены рудные тела: на левом рисунке для интервала пикетов от 0 до 46, на правом – от 46 до 92. Оба тела совпадают с ветвями Восточной жилы.

Они начинаются с малых глубин (не более 20 м), круто падают в западном направлении и прослеживаются с заметным расширением до глубины не менее 200 м. Здесь нами рекомендуются три скважины – на пк 22 – скв. 2, на пк 48 – скв. 3 и на пк 72 – скв. 4. Стволы вертикальные, глубина бурения – 200 м.

Объемные изображения скрытой геологической ситуации более удобны, чем общепринятая форма представлений в виде двумерных разрезов. Они дают возможность всесторонне проследить направление намечаемых к отработке скважин и штолен и при необходимости внести коррективы в дальнейший ход поисковых работ.

Список литературы:

1. Ахмеров Р.З., Барсукова Н.В., Каримова Г.Г. Результаты исследований методом детальной сейсмотомографии на площади Кызылпалмасайского рудного поля. // Горный вестник Узбекистана, 2009, № 38.

ОСОБЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧАН-2 В ПОЗДНЕМЕЗОЗОЙСКИХ РУСЛОВЫХ СТРУКТУРАХ КИТАЯ

Глотов Г.Н., зам. главного геолога НГМК, канд. техн. наук

В период 2002-2003 гг. группа специалистов НГМК (Глотов Г.Н., Васильцов С.А., Меньшиков Е.П.) по заданию руководства комбината успешно внедрила в КНР технологию подземного выщелачивания урана, специально разработанную специалистами для специфических условий месторождения Чан-2.

Сложный комплекс окислительных и восстановительных эпигенетических изменений, проявленных в рудовмещающих отложениях месторождения, затрудняет определение основного рудоформирующего процесса. Однако имеющаяся информация по месторождению позволяет рассмотреть основные черты геологической позиции и строения, наметить наиболее общие закономерности локализации оруденения, определяющие генезис месторождения. Основные особенности геологической позиции и строения рудоносной палеорусловой структуры, формационной принадлежности и литолого-фациального состава рудовмещающих толщ, постседиментационные преобразования, а также характеристика оруденения месторождения кратко сводятся к следующему.

Геологическое положение:

- положение в современной структуре – Чанда-тенский горный прогиб, горная впадина Калуй;
- положение в мезозойской структуре – краевая часть мезозойского орогена. Область поздней (K_1 - K_2) суборогенной активизации;
- платформенный чехол в районе – континентальные и морские (?) сероцветные песчано-глинистые отложения $K_{1,2}$ (альб - сеноман). Континентальные и морские песчано-глинистые отложения P_2 (эоцен). Мощность отложений до 300 м.

Формационная характеристика толщ:

- формационная принадлежность рудной толщи и характер её строения – верхний структурно-формационный суборогенный подъярус ($K_{1,2}$) мезозойского орогенного комплекса.

Двухчленное строение: нижняя пестроцветная алевроито-глинистая (подстилаящая) формация (K_1); верхняя сероцветная глинисто-песчаная (рудовмещающая) суборогенная формация (K_2);

- взаимоотношение подстилаящей и рудовмещающей формаций – постепенный переход с признаками местного размыва.

Формационная характеристика рудоносной толщи:

- характеристика верхней (рудовмещающей) формации – сероцветная глинисто-песчаная слабо

угленосная; возраст – K_2 , мощность до 140 м. Отложения постоянных и временных водотоков в речных долинах равнинного и предгорного типа. Русла врезаются в фундамент. Профиль русел преимущественно корытообразный. Климат времени образования гумидный, переходный к семиаридному.

Особенности позиций структуры и катагенеза толщи:

- степень катагенеза и метаморфизма углистого вещества – ранняя стадия, начальный катагенез ($1>$), бурые угли B_2 ;
- положение рудных участков в системе палеорусел – верховья палеодолин; палеорусла I и II порядков;
- наличие тектонических нарушений в осадочной толще и время их образования – имеются малоамплитудные нарушения и зоны трещиноватости в рудовмещающей толще; время образования толщи K_2 . Тектонические нарушения залечены дайками мощностью 3-10 м габбро-диабазового состава.

Литолого-геохимическая характеристика толщи:

- строение рудовмещающей толщи – ритмичное. Два крупных ритма, подритмы, микроритмы;
- фациально-литологический состав рудовмещающей толщи – аллювиальные русловые и пойменные отложения: галечники, пески, песчаники, алевролиты, глины. Аллювиальные отложения содержат рассеянное углистое вещество;
- сингенетично-диагенетические реакционно-способные компоненты в породах – пирит, марказит, сидерит, углистое вещество.

Характеристика фундамента:

- состав фундамента в областях питания палеорусел – граниты, гранодиориты каледонского возраста, углеродисто-кремнистые сланцы докембрия;
- ураноносные породы в фундаменте и содержания в них урана – гранитоиды, углеродисто-кремнистые сланцы, уран ($n 10^{-4}\%$);
- элементы, содержащиеся в повышенных количествах, – нет данных.

Преобразования окислительного ряда:

- поверхностные и грунтовые окислительные изменения – проявления бурой и белесоватой окислениями реакционноспособных компонентов первично сероцветных алевролитов и глин, песков и песчаников. Характеризуются вертикальной окислительной зональностью;
- пластовые окислительные изменения – проявления желто-бурым окислением реакционноспособных

компонентов первично сероцветных пород водоносных горизонтов;

- характер проявления грунтового и пластового окисления – проявлены фрагменты грунтово-пластовой окислительной зональности, затушеванной более поздними восстановительными процессами. Развивается преимущественно от левого борта палеодолины и вдоль неё.

Эпигенетические преобразования восстановительного ряда:

- основные виды восстановительных изменений, минеральные новообразования – карбонатизация, мелкозернистый кальцитовый цемент в сероцветных и окисленных песчаных породах, редко прожилки новообразованного кальцита в ассоциации с ним сидерит, доломит в подчиненном количестве. Карбонатизация сопровождается преобразованием гидроокислов железа (гидрогематит). Глеевое восстановление, проявленное осветлением и обелением пород, восстановление первично-красноцветных и эпигенетически окисленных пород. В сероцветных породах и в непосредственной близости от них – слабое сульфидообразование (пирит, марказит), образование сидерита. Сопровождается новообразованиями каолинита и гидратацией слюд и полевых шпатов;

- морфология зон и интенсивность проявления – развита в проницаемых пластах в сероцветной рудомещающей толще. Наложена на окисленные породы. Проявлена в первично красноцветных и эпигенетически окисленных проницаемых породах рудомещающей формации. В сероцветной рудоносной толще – в контуре эпигенетически окисленных, частью в первично сероцветных и красноцветных породах. Развито широко. Наложено на пластово-окисленные породы, первично красноцветные и сероцветные породы. Распространено сверху вниз по проницаемым породам от бортов и вдоль палеодолины;

- палеогидрогеологические условия, источник восстановителей – возможно проявление разгрузки термальных углекислых вод в осадочные породы палеодолины по зонам трещиноватости в фундаменте.

Регионально проявленный длительный восстановительный процесс на фоне меняющихся гидрогеологических условий и временного оживления тектонических движений.

Главные источники восстановителей: 1) сероцветные континентальные отложения; 2) сероцветные обогащенные углистым веществом отложения рудоносной формации. В тектонически оживленных местах возможно осложнение регионального процесса локальными процессами восстановления, связанные с поступлением в осадочные породы палеодолины восстановительных растворов разной природы из фундамента (гидравлически связанных с северо-восточным Китайским нефтегазоносным бассейном или генерирующихся в палеозойских толщах).

Характеристика оруденения:

- геологический, абсолютный возраст руд – K_2 , турон - маастрихт. Вероятно – 80-90 млн. лет. Возможно наличие молодых перераспределенных руд;

- строение рудных зон и морфология оруденения – стратиформные многопластовые залежи. Пласты, ленты, линзы бедных и рядовых руд разной мощности, преимущественно в сероцветных глинисто-алевритовых и песчаных породах на контактах с эпигенетически окисленными и вторично восстановленными (обеленными, белесыми) проницаемыми горизонтами песков и песчаников;

- текстуры руд – тонкодисперсные, мелкокрапленые, рассеянные, пленочные;

- основные рудные минералы – настуран, урановые черни. Тонкорассеянная форма в углистом веществе, глинистой массе, гидроокислах железа;

- основные рудные ассоциации – уран-сульфидная, уран-органическая. Уран-гематитовая, возможно, и уран-кальцитовая;

- элементы-примеси в рудах, присутствующие в повышенном количестве, – рений, селен;

- сопутствующие минералы – пирит, марказит, сидерит, гематит.

Основные закономерности локализации оруденения:

- фациальный и литологический контроль оруденения – проявлен, опосредованный. Рудоносные аллювиальные первично сероцветные глинисто-песчаные отложения на участках с чередованием проницаемых и слабо проницаемых горизонтов. Благоприятные пойменные и русловые глинисто-алевропесчаные породы, обогащенные углистым веществом;

- соотношение оруденения с тектоническими нарушениями – основные малоамплитудные нарушения в рудоносной толще пострудные. Возможно, что некоторые зоны трещиноватости контролирует развитие процессов перераспределения рудного вещества;

- соотношение с окислительной зональностью – рудные тела являются членами грунтовой и пластовой окислительной зональности. Связь завуалирована более поздними восстановительными глеевыми, и возможно, сульфидными (?) процессами;

- соотношения с восстановительными изменениями – восстановленные (оглеенные и пиритизированные (?) проницаемые породы непосредственно контактируют с сероцветными рудными, у контактов с ними в обеленных породах спорадически встречаются повышенные (до балансовых) содержания урана. Однозначно не устанавливаются урановые ассоциации второй генерации (?).

На наш взгляд необходимо подробнее остановиться на некоторых вышеизложенных особенностях месторождения.

Месторождение Чан-2 приурочено к раннемеловой (K_1) эрозийной речной долине, врезанной в углисто-кремнистые сланцы, известняки докембрия и в гранитоиды каледонского возраста.

Вмещающая месторождение аллювиальная долина перекрыта чехлом платформенных отложений кайнозоя мощностью до 130 м. Эрозийный врез палеодолины выполнен слаболитофицированными осадками, которые расчленяются на два крупных аллювиальных ритма. Первый ритм относится к нижнемеловым об-

разованиям (K_1), а второй – к отложениям верхнего мела (K_2).

Отложения верхнего мела подразделяются на пять подритмов:

- первый подритм – свита Чанту (K_2q) мощностью 50-60 м;
- второй подритм – свита Чаншонкоу (K_2qn) мощностью 130-140 м;
- третий подритм – свита Яодя (K_2y) мощностью 130-140 м;
- четвертый подритм – свита Нандя (K_2n) мощностью 50-60 м;
- пятый подритм – свита Сыфантай (K_2s) мощностью 30-40 м.

Рудовмещающая свита Яодя подразделяется на две подсвиты:

- нижнюю (K_2y^1) мощностью 65-70 м, вмещает 93% запасов урана месторождения;
- верхнюю (K_2y^2) мощностью 65-70 м, вмещает 7% запасов урана.

В основании ритмов и подритмов обычно развиты гравелиты, грубозернистые песчаники, в верхних частях – песчано-глинистые и глинистые отложения; характерны микроритмы.

Минералого-геохимические особенности рудовмещающих пород и руд. Нижняя подсвита представлена в основном серыми, сероватыми, белесыми тонко-мелкозернистыми песчаниками. Песчаники в основном состоят из зерен кварца, полевого шпата средней сортировки и окатанности.

Верхняя часть разреза представлена глинами мощностью 5-9 м красно-фиолетового цвета. Нижняя часть – невыдержанными по простиранию прослоями мощностью 0,5-5,0 м красно-фиолетовых глин.

Между двумя водоупорами находятся ураноносные песчаники, вмещающие промышленные залежи №№ 1, 2 урана месторождения. Песчаники с волнообразной, клиновидной и волнообразной слоистостью содержат органические образования и незначительное количество сульфидов (пирит, марказит). Внизу подсвиты отмечаются три микроритма.

Верхняя подсвита сложена серыми, светло-серыми и белесыми мелко-тонкозернистыми песчаниками кварц-полевошпатового состава; в песчаниках встречаются три-четыре прослоя глин мощностью 0,5-1,0 м красно-фиолетового цвета.

В сероцветных породах подсвит песчаной и алевритовой фракций содержание кварца составляет в среднем 70-75% породы, количество полевых шпатов колеблется от 14 до 25%, обычно в равной степени калиевых полевых шпатов и плаггиоклазов, карбонатов (по

CO_2) до 5%. Кроме того, встречается циркон, анатаз, турмалин, гранат, аквамарин, ставролит, ильменит и другие минералы.

Из постседиментационных минералов в сероцветных породах наибольшим распространением пользуется пирит и марказит. Они образуют тонкую вкрапленность в цементе песчаных пород и в глине, развиваются по органическому веществу. Количество дисульфидов железа в серых неоруденелых породах прямо зависит от содержания углистого вещества, что может свидетельствовать об их диагенетическом образовании. Сидерит образует мелкие выделения, хлорит встречается редко. Углеродистое вещество серых пород представлено в основном фузеном и витреном, углистое вещество испытало раннюю стадию преобразования. Геохимическая характеристика рудовмещающих пород и руд приведена в табл. 1 по данным химических анализов.

Главной особенностью белесых пород – почти полное отсутствие в них углистого вещества, которое лишь иногда отмечается вблизи их контакта с сероцветными разностями.

Состав обломочного материала белесых и сероцветных пород в основном сходны. Отмечается некоторое снижение содержания полевых шпатов в связи с их дополнительной каолинизацией. Заметные изменения происходят в составе постседиментационных новообразований. Пирит и марказит, развитые в сероцветных породах, в белесых практически отсутствуют. Появляются гидроокислы железа красно-бурого и бурого цветов (гетит, гидрогетит), которые образуют в цементе белесых песчаников и алевритов мельчайшие пятна, а также окрашивают в бурый цвет прослойки глин. В глинистых породах вблизи контакта с сероцветными разностями иногда встречаются псевдоморфозы желтых гидроокислов железа по пириту и марказиту. Наряду с гидроокислами железа, в белесых породах отмечаются новообразования сидерита радиально-лучистого мелкочешуйчатого светло-зеленого цвета. Заключенные среди белесых пород красноцветные прослоя глин по контактам осветлены. В белесых породах постоянно присутствуют новообразованный каолинит, развивающийся по полевым шпатам и мусковиту и заполняющий межзерновое пространство.

Геохимическая характеристика белесых и серо-

Таблица 1
Геохимическая характеристика рудовмещающих пород и руд по данным химических анализов (сод. %)

Породы, руда	Уран $n \cdot 10^{-6}$	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Σ Fe	Fe ₂ O ₃	CO ₂	S
Окисленные песчаники	8,6	76,1	11,1	0,6	1,0	3,2	1,0	2,7	2,1	3,6	0,17
Серые безрудные песчаники	30,8	76,3	10,2	1,6	1,2	3,3	1,1	1,9	0,7	3,4	0,19
Белесые (восстановлен.) песчаники	37,2	78,8	10,1	2,1	1,1	3,1	1,2	1,9	0,5	3,6	0,19
Серые рудные песчаники	380,0	78,4	12,1	1,4	1,2	3,2	1,1	2,4	1,2	3,8	0,18

цветных пород в основном сходна. Различие заключается в том, что в белесых породах практически отсутствует углеродистое вещество и сульфидная сера, а количество валового железа снижается приблизительно на 25-30%. Содержание урана в белесых породах обычно колеблется в пределах тысячных долей процента и в среднем несколько выше, чем в безрудных сероцветных породах.

Таким образом, минералого-геохимические особенности белесых пород подтверждают их образование из сероцветных отложений в результате двух последовательных постседиментационных процессов: окисления и восстановления. В результате первого процесса окислилось органическое вещество, пирит, марказит, образовались гидроокислы железа. Некоторое количество железа, по-видимому, было вынесено. При последующем восстановлении пород образовались редкие выделения сидерита, хлорита, иногда приуроченные к участкам развития гидроокислов железа.

На основе сопоставления минералого-геохимических особенностей белесых и серых пород с учетом поведения железосодержащих минералов можно выделить три основных этапа постседиментационного минералообразования: 1) диагенетический восстановительный, сопровождающийся образованием дисульфидов железа; 2) эпигенетический окислительный, в результате которого диагенетические железосодержащие минералы были окислены; 3) эпигенетический восстановительный, проявившийся в образовании хлорита, сидерита, кубического пирита, указывающих на слабовосстановительную (близкую к глеевой) и слабощелочную геохимическую обстановку.

Если исключить этап восстановления, проявившийся во всех зонах, то получим обычную окислительную рудоформирующую зональность, характерную для месторождений Кызылкумской урановой провинции: 1) окисленных (ныне белесых пород); 2) уранового оруденения; 3) неизмененных сероцветных отложений, обогащенных растительным органическим веществом.

На месторождении выделен один тип руд, определяющий запасы месторождения, приуроченных к сероцветным породам свиты Яодя. В плане рудные тела и залежи имеют вид изометрических, пластообразных тел. В разрезе они образуют уплощенные линзы различной мощности (до 20 м) и характеризуются обычно низкими содержаниями урана, не превышающими первых сотых долей процента. По содержанию урана

руды относятся к рядовым. Руды характеризуются тонко вкрапленной, дисперсной и пленочной структурами. Урановая минерализация в них приурочена главным образом к зернам лейкоксена, пирита, марказита, углеродистому веществу, рассеяна в цементе пород. Сравнительно крупные скопления минералов, пригодных для надежной диагностики в шлифах, встречаются редко. По данным электронно-микроскопического исследования минеральная форма урана в рудах представлена в основном настураном и урановой чернью.

Фильтрационные свойства руд и вмещающих пород. Руды и вмещающие породы характеризуются высокими значениями содержаний глинисто-алевритовой фракции (в среднем 35%) и низкими значениями коэффициентов фильтрации (менее 1,0 м/сут). В табл. 2 приведено содержание урана (%) от фракционированного материала (валовое). Из табл. 2 видно, что во фракциях 0,5-0,05 мм сосредоточено 70% валового урана.

Радиологические особенности руд. В строении типичной для месторождения рудной залежи по характеру распределения урана выделяются следующие типы концентраций:

1) концентрации урана в кровле и подошве рудных тел характеризуются низкими содержаниями 0,010-0,015%;

2) между прикровельными и приподошвенными участками руд размещаются руды с содержанием урана 0,030-0,050%;

3) среди руд (2) выделяются участки (15-20% от общей мощности руд), обогащенные ураном и приуроченные к углистым остаткам, содержание урана в которых превышает средние его содержания в 3-5 и более раз. Коэффициент радиоактивного равновесия в рудах колеблется в пределах его значений 0,55-1,10, в среднем по месторождению равен 0,77.

Уран в минерализации представлен как в шестивалентной, так и четырехвалентной форме в различных соотношениях, чаще с преобладанием последней. В связи с этим величина кислородного коэффициента колеблется от 2,06 до 2,69, причем в профиле эпигенетической зональности намечается постепенное увеличение его средней величины от богатых, рядовых руд к ореолу рассеяния.

Если учесть, что богатые и рядовые руды приурочены к породам с более высоким количеством органики и содержат больше дисульфидов железа, то можно

Таблица 2

Содержание урана (%) от грансостава проб (валовое)

Размер фракций, мм	№№ проб										Среднее
	2А-02	2А-03	2А-04	2А-05	2А-06	2А-07	2А-08	2В-06	2В-09	2В-16	
>1	5,41	4,53	5,29	13,08	2,39	10,19	8,25	13,23	36,32	5,83	10,46
1,0-0,5	6,79	8,47	10,77	10,17	1,83	8,15	3,09	7,72	4,65	3,83	6,54
0,5-0,25	11,07	11,53	14,86	8,80	2,95	13,25	19,46	11,13	5,09	8,56	10,27
0,25-0,10	45,80	47,83	46,19	45,47	76,98	41,18	50,52	36,80	27,89	47,36	46,55
0,10-0,05	17,70	15,09	13,50	15,04	4,80	11,72	14,43	11,85	10,18	16,21	13,05
0,05-0,01	13,74	12,55	9,46	7,44	11,05	12,13	8,25	4,31	5,61	13,48	9,80
<0,01						3,36		14,90	10,26	4,73	3,33

сделать вывод, что степень восстановленности урана в минерале и совершенство его структуры зависят как от восстановленных свойств породы, так и от длительности формирования оруденения. В табл. 3 приведены данные отношений форм урана в минералах (настуран, урановые черни). Завершая краткую характеристику особенностей геологического строения уранового месторождения Чан-2 в позднемезозойской палеорусловской структуре, представляется необходимость подчеркнуть нижеследующее:

1. Урановое оруденение пространственно контролируется границами зон окисления и локализуется в обогащенных углистым веществом, сульфидами сероцветных отложениях на контакте с окисленными.

2. Рудная минерализация представлена настуранином, урановыми чернями в ассоциации с пиритом, марказитом. Ведущую роль играет рассеянная «безминеральная» форма железа в углистом веществе, глинистой составляющей пород, гидроокислах железа.

3. Установлено присутствие элементов-спутников, типичных для экзогенных инфильтрационных месторождений урана: ванадий, молибден, селен, рений, максимальные концентрации которых занимают закономерное место в окислительной зональности.

4. Проявленная наложенная минерализация – широко распространенный процесс вторичного эпигенетического преобразования пород в орогенных областях, сопутствующий структурообразованию. Она вызвана проникновением углистых подземных вод по зонам трещиноватости и разломам из фундамента и глубоких горизонтов осадочных толщ в верхние проницаемые горизонты осадочного покрова. Карбонатизация всегда локализуется вблизи разрывных нарушений и распространяется в стороны от них по пластам. В слабо измененных обломочных породах ранней и средней стадий катагенеза (I, II) новообразованный кальцит выполняет свободные поры или образует пойкилокластические цементы. Процесс карбонатизации не имеет прямого отношения к урановому рудообразованию.

5. По сравнению с классическими пластово-инфильтрационными месторождениями Южного Казахстана и Средней Азии специфика месторождения Чан-2, помимо мезозойского возраста и локализации в палеорусле, состоит в том, что на месторождении широко развиты пострудные, также преимущественно пластово-инфильтрационные процессы глеевого восстановления, почти полностью затушевавшие рудоконтролирующую окислительную зональность.

Совокупность ряда особенностей месторождения позволяет рассматривать этот рудный объект как тип древнего (мезозойского) возраста пластово-инфильтрационного оруденения в палеорусловых структурах. Специфические особенности месторождения могут быть использованы в системе поисковых критериев в качестве региональных и локальных геологических предпосылок. В их числе основными являются:

- локализация в краевой части мезозойского ороге-

Таблица 3

Данные отношений форм урана в минералах
(настуран, урановые черни)

№ пробы	Суммарное содержание урана, %	Содержание U ⁴⁺ , %	Содержание U ⁶⁺ , %	Соотношение U ⁶⁺ /U ⁴⁺
2В-05	0,0512	0,0242	0,0270	1,116
2В-06	0,0557	0,0296	0,0261	0,882
2В-08	0,1558	0,0813	0,0745	0,917
2В-11	0,0562	0,0444	0,0118	0,266
2В-13	0,0549	0,0302	0,0247	0,818
2В-14	0,0401	0,0267	0,0134	0,502
2В-16	0,549	0,0305	0,0244	0,800
Среднее		0,0381	0,0292	0,766

на в области поздней мезозойской суборогенной активизации;

- ландшафтно-климатические условия позднемезозойской равнины, где в палеодолинах накапливались сероцветные аллювиальные отложения;

- наличие кроющей существовавшей глинистой, формации времени рудообразования;

- низкая степень катагенеза пород в палеоруслах;

- развитие пластового окисления по проницаемым породам;

- расположение рудоносных участков в верховьях палеоэрозионных систем в палеоруслах I и II порядка;

- наличие в фундаменте палеорусел, в ближайших областях сноса и питания подземных вод пород – потенциальных источников урана;

- палеографические, палеогидрогеологические условия времени рудообразования, обеспечивающие устойчивый сток инфильтрационных вод по каналам погребенных палеорусел к области региональной разгрузки.

6. Прямыми признаками оруденения в палеоруслах могут служить зоны пластового окисления и повышенные концентрации урана на границах грунтово-окисленных пород с первично сероцветными разностями. При этом важным косвенным указателем на развитие пластового окисления являются зоны глеевого восстановления (обеления, осветления) пород, развивающиеся внутри сероцветных толщ, главным образом по проницаемым горизонтам бывших зон пластового окисления. Пространственно они частично или полностью совмещены с пластово-окисленными породами и содержат их реликты. Во фронтальных частях таких зон локализуются рудные тела, генетически связанные с зонами пластового окисления и возможно перераспределение руды.

7. Изучение геологических условий проявления восстановительных изменений, их геохимии и роли в рудообразовании – главнейшие задачи дальнейших исследований и районирования.

Всё вышесказанное может быть полезным и оказать существенную помощь при оценке и районировании перспективных площадей НГМК на предмет обнаружения месторождений в палеорусловых структурах подобных Чан-2.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПРИБОРТОВЫХ ЗАПАСОВ КАРЬЕРА МУРУНТАУ

Бибик И.П., зам. главного инженера Центрального рудоуправления, канд. техн. наук; НГМК Федянин А.С., зам начальника ПТО Центрального рудоуправления НГМК, канд. техн. наук

В настоящее время значительная часть рудных месторождений разрабатывается комбинированным способом. Наибольшее число предприятий, осуществляющих комбинированную отработку запасов, приходится на руды цветных, драгоценных металлов и алмазов - свыше 65%; доля других полезных ископаемых здесь гораздо меньше: железных руд - примерно 15%, нерудного сырья - около 10%, урановых руд - 7,4%. Глубина карьеров при комбинированной геотехнологии составляет преимущественно 90-500 м.

Глубина карьеров Узбекистана Мурунтау и Кальмакыр, построенных на одноименных, уникальных по своим запасам месторождениях, приблизилась и превысила отметку соответственно в 600 и 450 м. Это не окончательная их глубина, - идет проектная проработка дальнейшего увеличения глубины отработки этих карьеров.

Руды, залегающие за проектными контурами вблизи бортов и под дном глубоких карьеров, являются существенным резервом расширения сырьевой базы. Опыт извлечения запасов руд за контурами карьеров указывает на перспективность их доработки открыто-подземным способом разработки, когда из выработанного пространства карьера проходятся вскрывающие выработки: штольни, наклонные стволы и т.д. (рис. 1).



Рис. 1. Вскрытие законтурных запасов при открыто-подземном способе их отработке штольней

лы и т.д. (рис. 1).

Перспективная отработка законтурных запасов открыто-подземным и дальнейшая доработка запасов подземным способами, в свою очередь, ужесточают требования к технологиям взрывных работ как в карьере, так и в подземных условиях, обеспечивающим сохранность бортов карьера и предохранительных целиков до подземных выработок разработке мероприятий, уменьшающих степень воздействия взрывных работ на охраняемые объекты.

В этом плане необходимо разделение обрабатываемых блоков на открытых и подземных работах, применение предохранительных целиков, щелеобразования, специальных технологий заоткоски уступов при постановке их в предельное положение, а также ограничение мощности массовых взрывов.

Влияние сейсмического воздействия массовых взрывов на напряженно-деформированное состояние горных массивов и подземные выработки карьера Мурунтау изучено ранее на основе математических моделей без применения сейсмических наблюдений в подземных выработках.

В данной связи, для сравнения расчетных и фактических параметров воздействия массовых взрывов на подземные выработки, а также с целью установления основных требований к технологии взрывных работ с точки зрения сейсмической безопасности, в 2010 г. в горизонтальной выработке шахты Мурунтау (гор.+0 м) была установлена стационарная сейсмическая станция типа «Дельта-Геон-2». Регистрация сейсмических сигналов производилась на стационарной станции, на поверхности борта карьера и в горной выработке шахты Мурунтау. В результате исследований впервые получены сведения о реакции горных массивов шахты Мурунтау на внешнее динамическое воздействие в условиях высокого горного давления.

Выявлено, что характер затухания сейсмических волн имеет значительные различия для поверхностных и подземных массивов, что связано как со структурными особенностями массива, так и с его напряженно-деформированным состоянием.

Установлено, что для горизонтальных колебаний смещения в сторону чаши карьера имеют значительную большую амплитуду, чем смещения в сторону ненарушенного открытой разработкой массива. При этом максимальная амплитуда характерна для вертикальных колебаний, что объясняется известным в

сейсмометрии эффектом образования зон концентрации напряжений вблизи разломов и взаимодействием падающих и отраженных от разлома сейсмических волн, но в данном случае поверхностью неоднородности является контур самой выработки.

Исследование спектров сейсмических колебаний также позволило выявить значительные различия в реакции горных массивов на сейсмическое воздействие на поверхность борта и в подземной выработке.

Известно, что характеристический спектр колебаний определяют геометрические параметры структурных блоков. В результате исследований выявлено, что для подземной выработки блочность выражена в меньшей степени, чем для поверхности борта карьера. При этом спектрограмма подземной выработки характеризует массив, как мало нарушенный с вертикальными границами блока порядка 200-300 м. Спектрограмма с поверхности борта карьера отражает широкий спектр частот и характеризует массив, как трещиноватый и блочный с размерами блоков от 150 до 30 м.

Также исследована зависимость распределения сейсмической нагрузки от цуга ударных волн по поверхности борта карьера и в глубину массива. Установлена закономерность изменения динамической нагрузки на горную выработку от размера и местоположения взрываемого блока на поверхности.

Учитывая выявленное значительное различие в поведении горных массивов, была проведена оценка необходимости корректировки удельного расхода ВВ от глубины ведения горных работ при открытой разработке.

Для определения влияния горного давления на развивающиеся при взрыве напряжения в массиве пород учитывалось, что горное давление на глубине H в первом приближении является гидростатическим и равным γH (γ - удельный вес массива пород, MH/m^3). Предложенная математическая модель для изотропного массива описывает поля напряжений и деформаций в среде со сферической полостью размером R , внутри которой действует давление P_1 , обусловленное продуктами взрыва, давление снаружи полости равно $P_2 \approx \gamma H$ горному давлению на глубине H . В первом приближении примем, что массив упругий, изотропный и однородный с модулем Юнга $E=6 \cdot 10^4$ МПа и коэффициентом Пуассона $\nu=0,2$.

Следует учитывать, что при открытой разработке горное давление в приконтурной зоне значительно снижено, т.к. имеет поверхность релаксации в сторону выработанного пространства. Также для реального массива при определении величины удельного расхода ВВ для предельной глубины дополнительно необходимо учитывать напряженно-деформированное состояние пород, изменение прочностных, пластических свойств и трещиноватости пород с глубиной разработки.

Таким образом, для изотропной модели массива [1] в первом приближении коэффициент, характеризующий влияние горного давления на степень разрушения пород, можно привести в виде (K_H):

$$K_H = \frac{q_H}{q_0} = 1 + \frac{3 \cdot \gamma H}{P_1 - 3 \cdot \gamma H}, \quad (1)$$

где q_H, q_0 – удельный расход ВВ при глубине H с учетом и без учета горного давления соответственно;

P_1 – давление на контуре скважины (2000-3000 МПа в зависимости от применяемого типа ВВ).

Очевидно, что относительный удельный расход ВВ зависит от глубины разработки, относительной вязкости и трещиноватости пород и изменяется от этих факторов по степенному закону. Зависимость изменения удельного расхода для различного типа ВВ с давлением во фронте ударных волн $P_1=2000$ МПа с глубиной разработки до 500 м в условиях карьера Мурунтау приведена на рис. 2.

Таким образом, для условий карьера Мурунтау впервые приведены рекомендуемые значения поправочных коэффициентов с учетом влияния горного давления на степень разрушения пород при давлении во фронте ударных волн порядка 2000 МПа.

Согласно расчетам, при нормальной загрузке ВВ, составляющей $1,05 \text{ kg/m}^3$, для 12 категории крепости на глубине 100 м с увеличением глубины ведения горных работ до 500 м величина удельного расхода ВВ для пород той же категории крепости увеличится до $1,076 \text{ kg/m}^3$. Таким образом, при ведении БВР в карьере данная поправка целесообразна только для глубоких горизонтов (ниже гор.+50 м), при этом необходимо учитывать геологическое строение и прочностные характеристики разрабатываемого массива.

С учетом вышесказанного был разработан метод прогнозирования величины динамических напряжений в зависимости от количества одновременно взрываемого ВВ и расстояния от центра взрыва до подземной выработки. Для оценки сейсмического влияния массового взрыва на горную выработку предложен следующий метод расчета параметров взрывных работ. Общепринятой формулой определения скорости колебаний в зависимости от приведенного веса заряда является (1):

$$V = K \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{r} \right)^2, \quad (2)$$

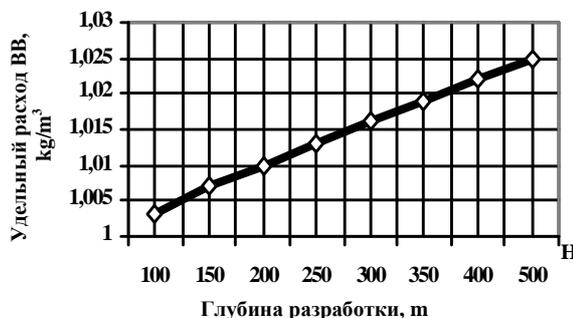


Рис. 2. График зависимости удельного расхода ВВ от реологических свойств массива, изменяющихся с глубиной ведения горных работ

где K – коэффициент, зависящий от свойств массива;

Q – количество одновременно взрываемого ВВ;

r – расстояние до точки измерения;

Для условий карьера Мурунтау экспериментально установлено, что предельно допустимая скорость продольных и поперечных волн на поверхности U_{np} составляет 15 см/с. Для комбинированной разработки также целесообразно использовать фактически полученные значения реальной скорости сейсмической волны, учитывая ее значительное изменение при прохождении вглубь массива.

Таким образом, предельный вес ВВ, взрываемого за одно замедление:

$$Q_i = \left[n \sqrt{\frac{U_{np}}{K_i}} \cdot r_i \right]^3, \quad (3)$$

где U_{np} – предельно допустимая скорость колебаний ($U_{np}=0,15$ м/с) [2];

$n = 2 - \frac{\mu}{1-\mu}$ (μ – коэффициент Пуассона);

$$K_i = \mu \cdot \frac{C_s}{C_p} \cdot \sqrt{\frac{g \cdot E}{\rho}}, \quad (4)$$

где C_p и C_s – скорость продольных и поперечных сейсмических волн, м/с;

E – модуль упругости, МПа.

Далее величина интервалов замедлений и количе-

ство замедлений определяются по формуле:

$$\sqrt{N \cdot \Delta t} = \frac{K_i}{r \cdot V_i} \cdot \sqrt{\frac{Q_i}{\frac{L}{\pi} + r_i}}, \quad (5)$$

где N – количество замедлений;

Δt – интервал замедлений, с;

L – длина взрываемого блока, м.

Рассчитанные по предложенной методике параметры обеспечивают допустимую сейсмическую нагрузку от массовых взрывов на подземные горные выработки при переходе к комбинированной разработке месторождения.

Таким образом, в результате проведенных исследований были установлены основные характеристические параметры сейсмического воздействия массового взрыва на горные выработки, установлены различия между реакцией горных массивов карьера Мурунтау на динамическое воздействие на поверхности и в подземных выработках, определены значения поправочных коэффициентов к величине удельного количества ВВ с учетом влияния горного давления, а также с учетом оценки сейсмического влияния массового взрыва на горную выработку предложен метод расчета параметров взрывных работ, позволяющий оценить допустимое сейсмическое воздействие при переходе к комбинированной системе разработки.

Список литературы:

1. Исмаилов Т.Т. Обоснование и разработка технологии взрывных работ, обеспечивающей устойчивость горных выработок при комбинированной отработке рудных месторождений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук, г. Москва, МГГУ, 2010 г.

УДК 539.1+622.235.535.2

© Морозов В.В., Шомирзаев У.А. 2010 г.

ЛАБОРАТОРНО- ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ФОРМ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ БОРТОВ КАРЬЕРА

Морозов В.В., начальник группы «O'zGEORANGMETLITI», канд. техн. наук; Шомирзаев У.А., инженер «O'zGEORANGMETLITI»

Лабораторно-экспериментальные исследования были проведены с использованием низкомодульных, оптически чувствительных моделей по методу фотомеханики. При этом особенность проведенных экспериментов отличалась от предшествующих тем, что нами сделана попытка использовать горизонтальные модели для качественного определения напряжений по глубине в массиве вокруг различных по конфигурации контуров карьеров. Этими исследованиями сделана попытка дополнить данные о напряженно-деформированном состоянии приборотого массива, которые были ранее получены на основе исследований вертикальных моде-

лей. В связи с этим нами сконструирована новая оптическая установка (рис. 1), где модели располагаются на горизонтальном прозрачном столе. Установка состоит из двух главных частей: настенное крепление с блоком анализатора ($H_c, \Phi, A, 1/4$) и напольная часть, включая блок поляризатора ($1/4, \Pi, 0c$ и т.д.), модель (M) и загрузочное устройство (Ho, T, P и др.). В качестве материала моделей служил, в основном, широко известный игдантин, в состав которого входит фотожелатин, глицерин, гидролизный спирт и вода. В зависимости от содержания фотожелатина изменяются упругие свойства готового оптически чувствительного материала.

ла. Его свойства и способ приготовления описаны В.Ф. Трумбачевым [1].

Сочетание горизонтального и вертикального моделирования позволит получить объемное представление о распределении напряжений в приконтурном массиве.

Исследовать объемное напряженно-деформированное состояние приборного массива на моделях современными методами практически невозможно. Поэтому исследователи в этой области чаще всего стремятся использовать разрезаемые по сечениям или составные модели, которые нагружают в центрифугах и замораживает [2-4]. Однако такие модели не лишены большого числа недостатков, часто приводящих к результатам, не отражающим действительное напряженное состояние массива. В своих исследованиях нами намечен путь, позволяющий в процессе эксперимента, корректировать и уточнять получаемую картину напряжений и деформаций.

Суть постановки этих исследований заключается в том, что проводится совмещение результатов эксперимента на плоских моделях, полученных в вертикальных и горизонтальных сечениях (рис. 2).

В вертикальной плоскости «У» исследуется напряженно-деформированное состояние приконтурного массива, например, уступа, где параметры поля напряжений и деформаций образуются за счет, главным образом, гравитационной нагрузки $s1=gH$. При этом горизонтальные сечения соответствуют высотам, например, $h1, h2, h3$, по которым горизонтальные напряжения в плоскости «Х» выражаются величинами [1]:

$$\begin{aligned} s_{x1} &= \lambda gh_1, \\ s_{x2} &= \lambda gh_2, \\ s_{x3} &= \lambda gh_3. \end{aligned}$$

Далее в выбранных сечениях I, II, III при постановке уже горизонтальных моделей, задаются нагрузки, соответствующие горизонтальным напряжениям: s_{x1}, s_{x2}, s_{x3}

Предыдущими исследованиями [5] были показаны поля напряжений в приконтурной зоне открытых горных выработок различных их параметров и получены всевозможные зависимости величин напряжений в зоне их концентрации от параметров и конфигурации откосов.

В своих исследованиях мы повторили отдельные моменты этих экспериментов с целью уточнения интересующих нас параметров и накопления научных данных.

Дополнительно к имеющимся сведениям о напряженно-деформированном состоянии приборного массива нами установлено, что:

- переходным состоянием приконтурного массива по напряжениям и деформациям является граница КМ (рис. 2); справа от этой границы превалирующее значение в показателях качественных и количественных величин напряжений и деформаций имеют силы, характеризующиеся символом $s1$ и направленные вниз: слева - силы $s2$, формируемые за счет $s1$ и направленные вверх;

- уточнен характер деформирования поверхности откоса, при различных углах его наклона установлено, что по мере развития деформаций существенное давление на подпорную крепь могут оказывать откосы с крутыми углами с максимумом горизонтальных смещений на высоте $1/3 H$;

- подтверждено высказанное ранее суждение, что кривая возможного обрушения откоса не изменяет своего положения по мере уменьшения или увеличения угла откоса и зависит от прочности его основания;

- уточнено, что закругление угла откоса у его основания является надежным способом повышения устойчивости приконтурного массива;

- уточнены эпюры напряжений $t_{max}, s1$ и $s2$ по различным сечениям по высоте откоса и при различных его параметрах.

Последующие исследования были выполнены на горизонтальных модулях и посвящены изучению

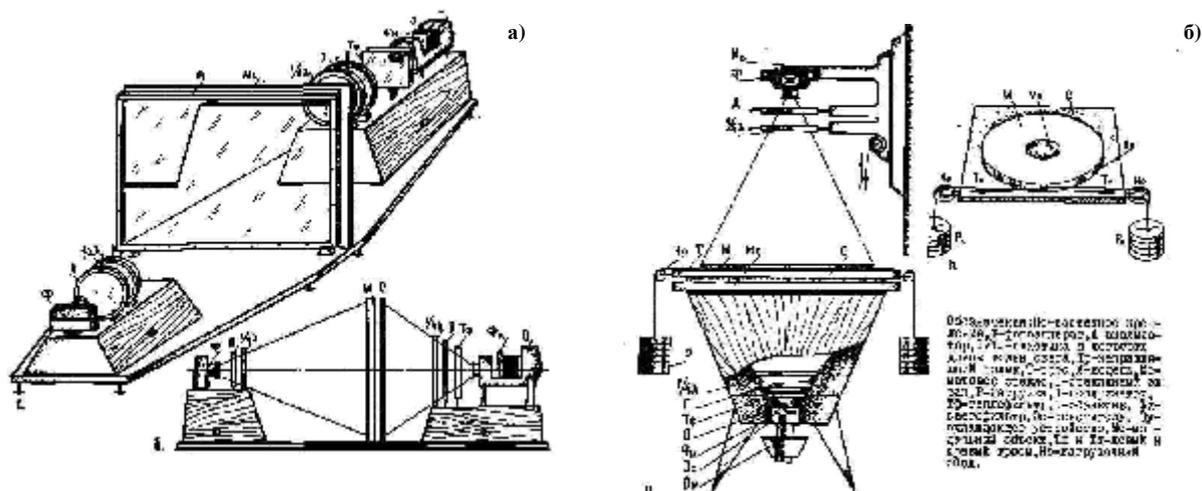


Рис. 1. Поляризационно-оптические установки для выполнения экспериментальных исследований методом фотомеханики вертикальных (а) и горизонтальных (б) моделей

характера распределения напряжений вокруг различных конфигураций карьеров в плане и на различной глубине. Были выбраны три характерные глубины h_1, h_2, h_3 , для которых нагрузки на модель определялись из условия:

$$g_1 = g_2 = s \cdot x_1 \cdot F,$$

где: F - площадь приложения нагрузки.

Геометрические размеры модели устанавливались из условия выравнивания эпюр напряжений по расстоянию R от поверхности откоса (рис. 2). Согласно месторасположению точки R , характеризующей переход от аномальных соотношений величин напряжений, вызванных образованием откоса и изменением естественного состояния массива, к напряженному состоянию нетронутой породной среды, определялась граница зоны аномальных напряжений. Как было сказано выше, размеры моделей в зависимости от разрывов выработки в ней определялись, в конечном итоге, опытным путем, имея в виду условие:

$$l_m = l_b + l_r + l_{yk},$$

где: l_m - длина модели;

l_b - наибольший размер выработки;

l_r - расстояние до точки R на эпюрах напряже-

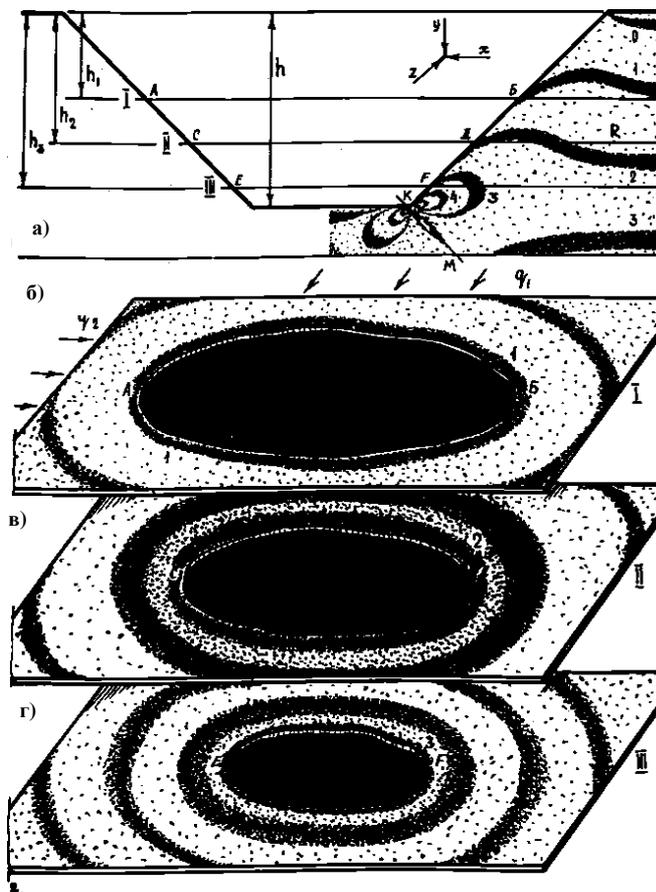


Рис. 2. Схема вертикального сечения (а) и изображения напряженных моделей по сечениям I, II, III (б, в, г)

ний;

l_{yk} - полоса картин напряжений, вызванная условиями на контуре, где приложены нагрузки q_1 и q_2 .

Обычно l_{yk} имеет сравнительно со всей моделью небольшую величину и способствует получению более четкого очертания полосы напряжений наименьшего порядка.

Исследованиям подлежали пять видов геометрических очертаний карьеров в плане (рис. 3). При этом каждая модель имела одинаковый наибольший размер фигуры в плане.

Нагрузки q_1 и q_2 в определенном возрастании были также одинаковы. На рис. 3 приведены результаты исследований в виде картин напряжений, соответствующих трем одинаковым для всех вариантов величинам нагрузок (рис. 3 А, Б, В), а также эпюры напряжений t_{max} , построенные по наиболее характерным сечениям.

Круглая форма карьера (рис. 3) по мере возрастания напряжений предопределяет образование изохроматических линий в виде концентрических окружностей, по своим значениям убывающих от поверхности выработки вглубь массива по параболической зависимости (рис. 3., 1, Г). Наибольший порядок напряжений на контуре выработки при нагрузке третьей величины составляет 5п. При этом по всему приконтурному массиву напряжения сжимающие. Эллипсоидная форма характерна образованием концентраций напряжений на контурах по направлению большей оси (рис. 3, 2, Г), по сравнению с максимальными напряжениями по наименьшей оси напряжения превосходят в 1,45 раза. Вблизи контура выработки наблюдаются растягивающие напряжения, имеющие наибольшие величины по наименьшей оси. Максимальных значений напряжения достигают в точке В, где они приближаются к величине 4,2п.

Прямоугольная форма (рис. 3, 3) характеризуется интенсивными напряжениями вблизи углов выработки, где при нагрузке третьей величины они достигают 5п. Несколько ниже напряжения по большей оси - 4п. По отмененным сечениям напряжения сжимающие. По меньшей оси действуют существенные растягивающие напряжения, за счет чего наибольших величин напряжений t_{max} здесь достигают лишь в пределах 2,3п. Растягивающие напряжения по этому сечению распространяются в сторону приконтурного массива на глубину до 0,6-0,7 расстояния АС. Сложная форма с вогнутым профилем (рис. 3) характеризуется своеобразными изменениями напряжений t_{max} по отмеченным сечениям. По горизонтальной оси напряжения в третьем нагружении достигают 3,6п и по своей конфигурации напоминают изменения величин вблизи округлого контура. Сильные растягивающие напряжения сконцентрированы по оси вогнутого профиля, где существует даже зона гидростатиче-

ского напряженного состояния, когда главные нормальные напряжения равны: $s_1=s_2$.

В точке С «острого» профиля сжимающие напряжения резко возрастают и t_{max} достигают величин порядка бп.

Сложная форма с выпуклым профилем (рис. 3, 5) имеет в своей совокупности элементы большинства выше рассмотренных профилей, однако напряжений высоких порядков не содержит. В точке А характер и величины напряжений аналогичны предыдущему профилю (рис. 3, 5). В точках Д и В (по характеру близки к «острому» профилю, но имеют меньшие значения, чем в профиле (рис. 3, 4). В точке С, на вогнутом участке, вновь возрастают растягивающие напряжения, распространяющиеся также на значительное расстояние вглубь массива.

Характеризуя рассмотренные профили по их отличительным признакам, следует отметить, что наиболее «тяжелым» с точки зрения управления устойчивости являются приведенные сложные профили, где особенно развиты зоны растягивающих напряжений.

Как было показано ранее, даже при плоском профиле в вертикальном сечении, вблизи откоса, действуют растягивающие напряжения довольно высоких порядков на высоте $1/3 H$. К этим напряжениям в сложных профилях в плане на участках Д (рис. 3, 1, г) и С (рис. 3, 5, г) добавляются растягивающие напряжения и в плоскости 2, что в общей сумме могут представить собой труднорегулируемые состояния горной выработки в отношении ее устойчивости.

Такое пространственное совмещение вертикальных и горизонтальных сечений или представления характера распределения напряжений, в вертикальном и горизонтальном сечениях, приводят к возможности составления объемного распределения напряжений. И с достаточной эффективностью позволяет решить технические задачи управления устойчивостью открытых горных выработок на опасных участках профилей бортов карьеров.

Наиболее устойчивыми следует считать профили, при которых не образуются растягивающие напряжения в приконтурной зоне. Этому условию соответствуют круглый и эллипсовидный профили.

Промежуточное значение с точки зрения степени устойчивости занимает прямоугольный профиль, где желательно иметь меньшую протяженность большого прямолинейного участка. Менее устойчивы сложные профили с вогнутыми участками. Такие положения следует учитывать при формировании проекта отработки месторождения тем или иным профилем в плане в зависимости от состояния разрабатываемого горного массива.

В практике открытых горных работ известно большое количество примеров разрушений бортов карьеров на отмеченных участках. К примеру, можно назвать: Кальмакырский карьер (северный борт -

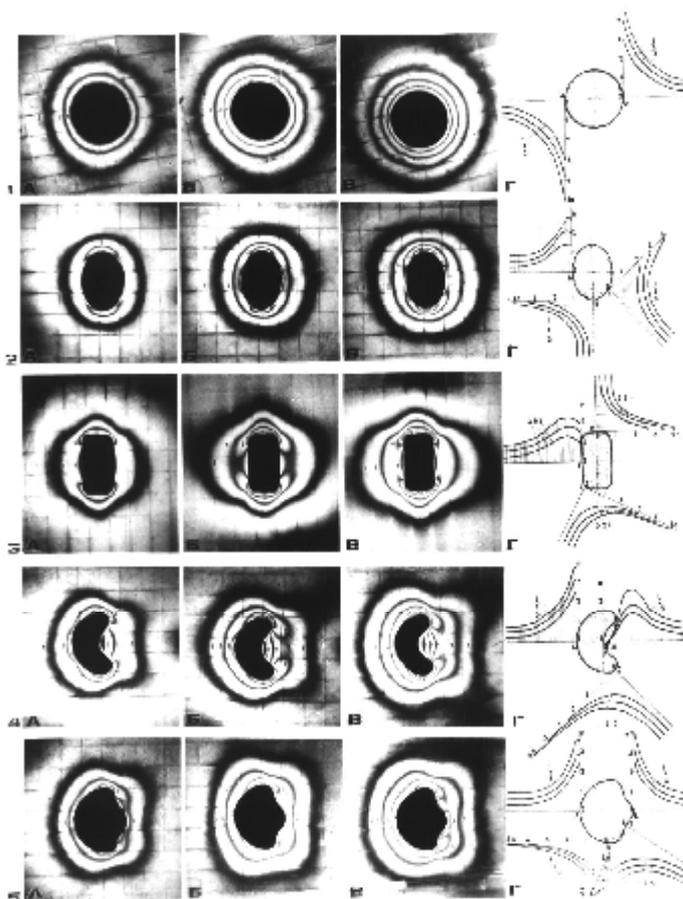


Рис. 3. Изохроматические картины напряжений (А, Б, В) и эпюры напряжений (Г) по характерным сечениям для различных геометрических форм карьеров в плане

прямолинейный участок), Сибайский борт (ослабленные участки вблизи подъемника), ЦГОК, карьер №1 (восточный и западный борта – вытянутая форма), Сорский карьер (юго-западный - выпуклая форма), Михайловский (западный борт - прямолинейная и выпуклая форма), Сарбайский (восточный борт - частично выпуклая форма), Полукупол Новый и Западное замыкание НРК (комбинированные формы бортов) и др.

Этими данными еще раз подтверждается значимость проведенных экспериментальных исследований на горизонтальных моделях и полученных результатов.

Список литературы:

1. Трумбаев В.Ф., Молодцова Л.С. Применение оптического метода напряженного состояния пород вокруг горных выработок.- М., АН СССР: 1963.
2. Покровский Г.Н., Федоров И.С. Центробежное моделирование в горном деле.- М., Недра: 1969.
3. Поляриционно-оптический метод исследования напряжений. М., Наука: 1965.
4. Пригоровский Н.И. Поляриционно-оптический метод исследований распределения напряжений.- Справочник машиностроителя Т.З.М. МашГИЗ: 1962.
5. Хесин Г.Л. Метод фотоупругости, - М., Стройиздат: 1975.

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ПОДШИПНИКОВЫХ ОПОР БУРОВЫХ СТАНКОВ

Эгамбердиев И.П., старший преподаватель кафедры «Горная электромеханика» НГГИ, канд. техн. наук; Атауллаев О.Х., доцент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ, канд. техн. наук; Курбанов Ф.А., ассистент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ

При определении расчётной долговечности подшипников качения зазоры обычно не учитывают, однако они существенно влияют на фактический срок службы. Опыт эксплуатации подшипниковых опор и результаты проведенных вибрационных измерений показали, что основным фактором, влияющим на надежность и долговечность подшипниковых узлов являются значительные отклонения величины рабочего радиального зазора от его номинального значения. К такому же результату приводит и возрастание зазоров в местах посадок подшипников.

Зазоры в подшипниках и упругие деформации его элементов под действием рабочей нагрузки, а также сил инерции вызывают осевые и радиальные вибрации вала. Жесткость опор на подшипниках качения может быть значительно повышена при создании предварительного натяга. В обычных подшипниках относительное осевое смещение колец под действием осевой нагрузки складывается из свободного перемещения в пределах имеющейся в подшипнике осевой игры, а также от упругой деформации рабочих поверхностей в местах контакта тел качения. Сущность предварительного натяга заключается в том, что подшипник получает предварительную осевую нагрузку, которая ликвидирует осевую игру в комплекте, создавая начальную упругую деформацию в местах контакта рабочих поверхностей колец с телами качения.

При медленном вращении критический режим работы подшипниковых опор определяется ударным характером воздействия тел качения на беговых дорожках из-за раскрытия стыков в подшипниках. В этом случае снижается жесткость и точность вращения вала, а также возрастают контактные нагрузки в подшипниках, что приводит к их ускоренному износу, вызываемому контактной усталостью.

При большой частоте вращения вала, под действием центробежных и гироскопических сил и при недостаточном осевом натяге, возможно чрезмерное проскальзывание шариков или роликов относительно дорожек качения, что приводит к ускоренному нагреву и износу подшипников.

Рекомендуемые усилия предварительного натяга для подшипников [1, 2]:

$$\text{- шариковых } F_{\min} = A \left(\frac{n}{1000} \right)^2;$$

$$\text{- роликовых } F_{\min} \geq \frac{C_0}{1000} = 1,8F_r + A \left(\frac{n}{1000} \right)^2,$$

где F_r – радиальная нагрузка на подшипник;

C_0 – статическая грузоподъемность подшипника;

n – частота вращения подшипника;

A – коэффициент минимальной осевой нагрузки.

Для обеспечения условий нормальной эксплуатации узла в работе определены границы работоспособности опорного узла в диапазоне его эксплуатационных параметров (предварительный осевой натяг, нагрузка, частота вращения). Нижняя граница области работоспособности опорного узла определяется из зависимости $F_H^{\min} = f(P_r, n)$, где F_H^{\min} , n , P_r – значения минимального осевого предварительного натяга, частоты вращения и радиальной нагрузки, при которых:

$$m \cdot (Q_B + Q_H) \cdot D_{III} > M_G,$$

где m – коэффициент трения скольжения;

D_{III} – диаметр шарика.

Верхняя граница области работоспособности опорного узла определяется из зависимости $F_H^{\max} = f(P_r, n)$, F_H^{\max} , n , P_r – значения осевого натяга, частоты вращения и радиальной нагрузки, при которых достигается предельная усталостная долговечность подшипника. В области 1 рис.1, где имеют место высокие статические контактные напряжения, долговечность подшипника уменьшается ниже расчетного предельного значения равного 7000 часов. Область 2 рис. 1 соответствует допустимым условиям эксплуатации опорных узлов. Ее размеры необходимо учитывать при формулировке функциональных ограничений и для оптимизации долговечности работы опорных узлов. В области 3 рис. 1 в результате увеличения зазоров происходит раскрытие стыков в подшипнике узла, что порождает виброударный режим его нагружения и быстрый выход из строя. На рис. 1 показаны границы работоспособности опорных узлов буровых станков в диапазоне их эксплуатационных параметров. Ранее в [3, 4] говорилось, что за критерий нарушения работоспособности опорных узлов буровых станков

принято наличие локальных повреждений, которые возникают вследствие виброударных нагрузок. Режим виброударного нагружения между телами качения и беговыми дорожками колец подшипников наступает при достижении радиальным зазором определенной критической величины – $S_{кр}$. В процессе работы опорных узлов при зазорах меньше $S_{кр}$ – происходит нормальное изнашивание подшипника с интенсивностью I_h .

Однако при достижении радиальным зазором значения $S_{кр}$ – определяющими становятся виброударные взаимодействия, которые вызывают ударно-усталостные интенсивные контактные разрушения.

Исследования влияния частоты вращения, внешней нагрузки, предварительного натяга и радиального зазора на усталостную долговечность (L) подшипниковых опор выполнены с применением программного комплекса «APM WinMachin». При этом долговечность L_h подшипников качения рассчитывалась в часах работы:

$$L_h = a_1 a_{23} \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^m,$$

где C – динамическая грузоподъемность, Н;
 P – эквивалентная нагрузка, Н;
 m – показатель степени (для шарикоподшипников $m=3$, для роликоподшипников $m=10/3$);
 a_1 – коэффициент надежности;
 a_{23} – коэффициент, учитывающий влияние качества подшипника и качества его эксплуатации.

Динамическая грузоподъемность:

$$C = 98,1 \left(\frac{2R_w}{D_w} \frac{r}{r - R_w} \right)^{0,41} \frac{(1 \pm g)^{1,39}}{(1 \pm g)^{1/3}} \left(\frac{g}{\cos \alpha} \right)^{0,3} D_w^{1,8} Z^{-1/3},$$

где R_w и r – радиусы контура тела качения и дорожки качения в направлении, перпендикулярном к направлению вращения, мм;

D_w – диаметр тел качения, мм;

Z – число тел качения в одном ряду подшипника;

α – угол контакта в подшипнике, в радианах;
 $\gamma = D_w \cos \alpha / D_0$;

D_0 – диаметр подшипника по центрам тел качения, мм.

Эквивалентная нагрузка:

$$P = \left(\frac{1}{Z} \sum_{j=1}^{j=Z} Q_j^3 \right)^{1/3} = \left(\frac{1}{2p} \int_0^{2p} Q_{j_0}^3 dj_0 \right)^{1/3} \text{ или}$$

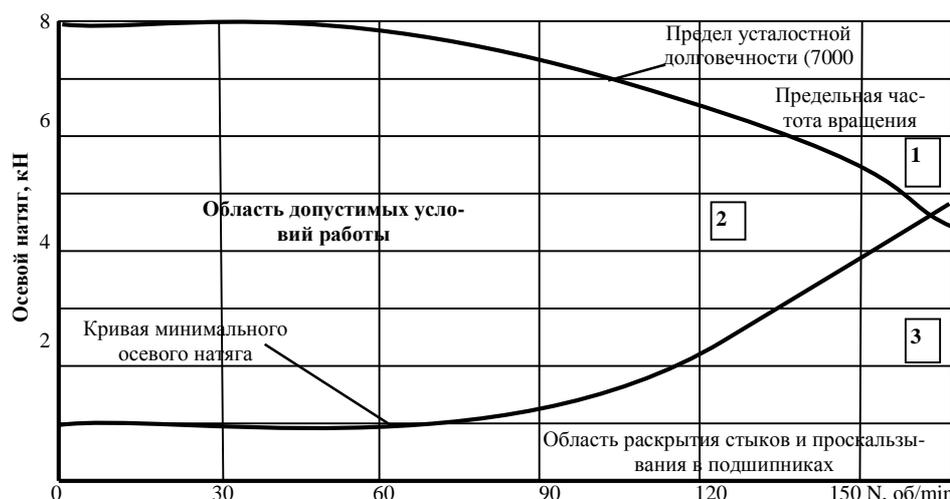


Рис. 1. Границы области работоспособности опорного узла

$$P = S_{\max} \left\{ \frac{1}{2p} \int_{-j_0}^{+j_0} \left(\frac{2(1 - \cos j_0)}{j_0 - \sin j_0 \cos j_0} \right)^n dj_0 \right\}^{1/3}.$$

Исходя из того, что долговечность подшипниковых опор зависит от динамической нагрузки, которая с увеличением радиального зазора возрастает, построен график зависимости влияния частоты вращения и радиального зазора на долговечность подшипников (рис. 2).

Анализ результатов расчетов показывает (рис. 2), что усталостная долговечность опорных узлов с ростом частоты вращения и радиального зазора может снижаться на порядок и более. При этом осевые и радиальные биения подшипников качения линейно зависят от частоты вращения и радиального зазора.

Анализ полученных экспериментальных и теоретических данных позволяет сделать следующие выводы:

- установлено, что неблагоприятные сочетания факторов контактного взаимодействия и режимов

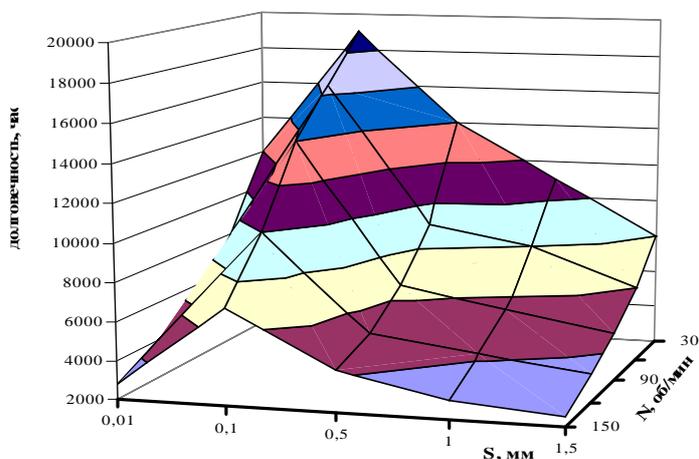


Рис. 2. Зависимости долговечности опорных узлов от частоты вращения и радиального зазора

виброн нагружения деталей буровых станков является причиной, вызывающей быстрое разрушение элементов подшипника;

- основным параметром, определяющим вид изнашивания элементов подшипника, является величина зазора; при превышении зазором вследствие изнашивания некоторой критической величины в

подшипнике наступает виброударный режим нагружения;

- параметры вибрации буровых машин и отдельных ее узлов характеризуют их техническое состояние: момент перехода подшипникового узла в опасный (виброударный) режим работы может быть установлен путем анализа вибросигнала.

Список литературы:

1. Комиссар А. Г. Опоры качения в тяжелых режимах эксплуатации. Справочник. – М.: Машиностроение, 1987. 384 с.
2. Пирель Л. Я. Подшипники качения: Справочник. М.: Машиностроение, 1984. 542 с.
3. Эгамбердиев И.П. Мониторинг технического состояния буровых станков. //Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2007 г. - № 8. – С. 189-192.
4. Эгамбердиев И. П., Островский М.С. Исследование вибрационных методов оценки технического состояния буровых станков. //Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2007 г. - № 9. –С. 93-97.

УДК 622.271.4

© Шукуров Р.У., Рузибаев А.Н. 2010 г.

ОБЪЁМНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ЗУБЬЕВ КОВШЕЙ ЭКСКАВАТОРОВ

Шукуров Р.У., зав. кафедры «Строительных дорожных машин» ТАДИ, докт. техн. наук, профессор; **Рузибаев А.Н.**, ассистент кафедры «Горная электромеханика» горного факультета НГГИ

Методы объёмного упрочнения деталей предлагают проведение каких-либо технологических операций, в результате которых материал деталей по всем рабочим сечениям приобретает повышенные противоизносные свойства. Общеизвестным и широко применяемым на практике методом объёмного упрочнения является, например, объёмная закалка деталей.

Зубья ковшей экскаваторов в большинстве случаев изготавливаются из средне- или высоко углеродистых и легированных сталей, поддающихся объёмной закалке и поэтому эта операция обычно является составляющим звеном в техпроцессе изготовления зубьев. Высокомарганцовистая сталь 110Г13Л, из которой изготавливаются зубья ковшей карьерных экскаваторов, - это высокоуглеродистая легированная марганцем литейная сталь, после объёмной закалки приобретающая структуру мелкозернистого аустенита. Сталь 110Г13Л, закалённая

на аустенит, имеет более высокие механические свойства, чем в литом состоянии (табл. 1) [1].

Известно, что аустенит обладает ярко выраженной способностью к упрочнению (наклёпу) при холодной деформации. При этом твёрдость закалённой стали 110Г13Л повышается до НВ 550 – 800 [1, 2], а её износостойкость в условиях абразивного изнашивания со значительными и ударными нагрузками становится в 8-10 раз больше, чем стали 35 l [3]. Поэтому объёмная закалка в ряде случаев может стать эффективным методом увеличения долговечности зубьев из стали 110Г13Л.

Другим, широко распространённым методом объёмного упрочнения деталей, является замена материала детали на материал, имеющий более высокие служебные свойства. Изучение источников научно-технической информации показало, что до настоящего времени исследователями не предложено эффективного заменителя высокомарганцовистой стали 110Г13Л. В качестве исключения можно указать на сплавы импортного производства. Эти материалы представляют собой сложнолегированные сплавы, содержащие такие элементы, как вольфрам, хром, никель, молибден, титан и т.п. Кроме того, эти сплавы отличаются низким уровнем содержания вредных примесей (серы и фосфора). Износостойкость деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания и изготовленных из этих сплавов, повышается в несколько раз, однако высокая стоимость сложнолегированных сплавов и необходимость поставки их

Таблица 1

Механические свойства стали 110Г13Л

Показатели	В литом состоянии	После закалки
G _B , МПа	400 - 500	630 - 1300
G _T , МПа	300 - 500	350 - 480
δ, %	0,5 - 5	15 - 85
Ψ, %	-	15 - 45
α _и , J/cm ²	10 - 30	200 - 300
НВ	100 - 130	180 - 225

по импорту является серьёзным препятствием для их использования в производстве зубьев ковшей карьерных экскаваторов.

Более приемлем и экономически целесообразен метод объёмного упрочнения только рабочих частей деталей, подверженных наиболее интенсивному изнашиванию. Этот метод технологически более сложен, требует применения специального оборудования и во многих случаях трудно реализуем по конструктивным причинам. Однако для зубьев ковшей карьерных экскаваторов метод объёмного упрочнения быстроизнашивающейся режущей части может быть без значительных затруднений реализован на базе существующей технологии восстановления зубьев.

Специалистами Донецкого политехнического института разработана технология электрошлаковой наплавки (ЭШН) зубьев ковшей экскаваторов. Установка, работающая по указанной технологии, используется в ЦРГО рудника Мурунтау для восстановления изношенной режущей части зубьев ковшей карьерных экскаваторов. На установке электрошлаковой наплавки в качестве плавящегося электрода используются фрагменты изношенных и не подлежащих восстановлению зубьев. Химический состав материала зубьев и восстанавливаемой режущей части одинаков, благодаря чему достигается надёжное сплавление тела зуба с наплавляемым металлом.

Эффективность технологии восстановления зубьев электрошлаковой наплавкой заключается в увеличении ресурса зубьев за счёт трёх-, четырёхкратной наплавки режущей части.

Для реализации в данном случае метода объёмного упрочнения необходимо процесс восстановления режущей части заменить на процесс приварки острия к телу зуба. Схема проведения такого процесса на установки электрошлаковой наплавки показана на рис. 1. Изношенный зуб 1 и привариваемое острие 2 устанавливаются с зазором в видоизменённый кристаллизатор 3. Сверху в имеющийся зазор вводится плавящийся электрод 4 с небольшим поперечным сечением. При постепенном расплавлении электрода 4 в наведенной в кристаллизаторе 3 шлаковой ванне происходит сварка торцов зуба 1 и острия 2.

Преимущества предлагаемого процесса состоит в том, что химический состав и физико-механические свойства материала острия 2 могут значительно отличаться от тех же показателей материала зуба 1. Существенна также возможность изготовления острия 2 любым иным способом, чем метод литья.

Отсутствие ограничений по химическому составу и другим свойствам позволит, например, использовать для острия 2 даже дорогостоящие сплавы многокомпонентного легирования, обладающие более высоким уровнем износостойкости, чем сталь 110Г13Л. При трёх- или четырёхкратном увеличе-

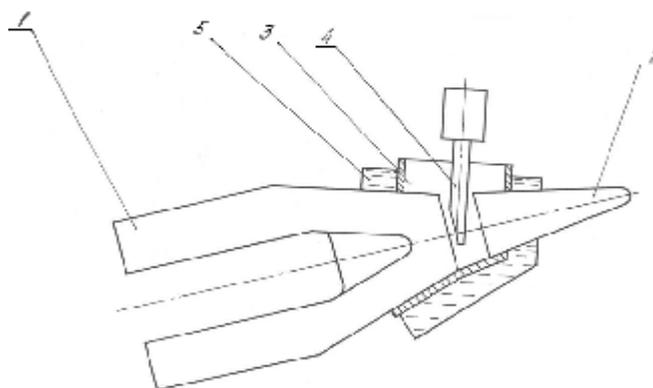


Рис. 1. Схема приварки износостойкого острия к телу зуба

нии долговечности такой метод упрочнения зубьев может оказаться экономически оправданным, т.к. при минимальном расходе сложнелегированных сплавов будут резко сокращены затраты на восстановительные операции.

Также перспективными являются направления по разработке технологии, предусматривающей получение армированного композиционным сплавом острия. Этот путь предложен авторами технологии электрошлаковой наплавки зубьев [4].

Объёмное упрочнение острия можно произвести и более простым способом. В [2] указывается, что механические свойства и износостойкость стали 110Г13Л значительно повышаются в результате её горячего деформирования (ковки) и последующей закалки в воде.

При степени укова 5% размер зерна аустенита уменьшается от 0,16 мм до 0,03 мм, временный предел прочности при растяжении увеличивается от 570 МПа до 1030 МПа, предел текучести возрастает от 480 МПа до 790 МПа, а ударная вязкость от 151 Дж/см² до 214 Дж/см². Отличается также некоторое увеличение пластических свойств ковальной стали 110Г13Л. Авторы [2] приводят результаты производственных испытаний бил молотковой дробилки М13-16Б, изготовленных ковкой из высокомарганцевой стали. Срок службы кованых бил увеличивается в 1,7 раза.

Приведенные в работе [2] данные можно считать достоверными, т.к. они получены в результате применения хорошо известного и широко используемого на практике технологического приёма упрочнения литого металла. Следует ожидать, что и острия зубьев, изготовленные методом ковки, также будут иметь повышенную износостойкость по сравнению с литыми.

Приварка кованой режущей части к телу зуба на установке электрошлаковой наплавки не вызовет особых затруднений. Плавящийся электрод, как и в существующей технологии, должен быть выполнен из стали 110Г13Л, а для предотвращения развития рекристаллизационных процессов в привариваемом острие, вследствие его прогрева теплом, выделяющимся в шлаковой ванне, необходимо будет при-

нять дополнительные меры, обеспечивающие его интенсивное охлаждение.

Заканчивая оценку возможностей и ожидаемых результатов внедрения технологии объёмного упрочнения режущей части и её приварки к телу зуба, следует отметить, что предлагаемая технология может быть использована и при изготовлении новых зубьев.

В этом случае возникает вариант усложненной

сварно-литой конструкции зуба. Производство таких зубьев потребует дополнительных затрат, а это приведёт к увеличению стоимости зубьев, однако при уровне долговечности режущей части, исключая проведение восстановительных операций в течение всего срока службы зуба, некоторое увеличение стоимости сварно-литых зубьев не может стать препятствием для внедрения предлагаемой технологии.

Список литературы

1. Сорокин Г.М. "Влияние механических характеристик высокомарганцевой стали на её абразивную износостойкость", - Вестник машиностроения, 1975., № 5, с. 35-38.
2. Гребенюк С.С., Ермолов Л.С. К вопросу зависимости износостойкости металлов при абразивном изнашивании от физико-механических свойств. Известия вузов, Машиностроение, 1970, № 6, с. 26-29.
3. Воронов Н.А., Боголюбов М.В. "Повышение долговечности режущих элементов карьерных экскаваторов". НИИИН-ФОРМТЯЖМАШ, 1975, 34 с.
4. "Современные способы наплавки и их применение". Киев ИЭС им. Е.О. Патона, 1982, с. 130.

УДК 621.979

© Хартлиб П., Райш Х. 2010 г.

СИСТЕМЫ СОЗДАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ВУЛКАНИЗАЦИОННЫХ ПРЕССАХ НА БАЗЕ НАЖИМНОЙ ПОДУШКИ

Хартлиб П., руководитель по продажам и маркетингу, NILOS GmbH & Co. KG, Германия; Райш Х., представитель фирмы NILOS на территории Российской Федерации, NILOS GmbH & Co. KG, Германия

Введение. При стыковке как резиновых, так и резиноканевых конвейерных лент методом горячей вулканизации основными требованиями, предъявляемыми к вулканизационным прессам, являются:

- равномерное распределение давления и температуры по всей поверхности стыка;
- постоянство заданных значений данных показателей.

К традиционным методам создания давления на стыкуемую поверхность можно отнести механические, гидравлические и гидромеханические системы. Данные системы, как правило, интегрированы в основные элементы давления - траверсы вулканизационных прессов. На рис. 1 изображен вулканизационный пресс общепринятого исполнения с гидравлической системой давления.

Одним из новых направлений развития техноло-

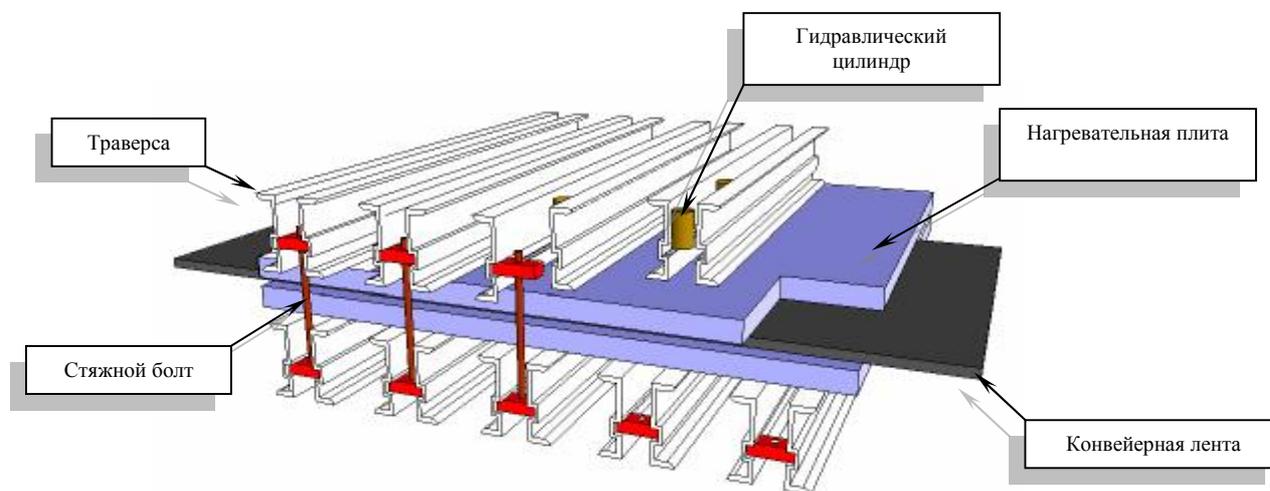


Рис. 1. Вулканизационный пресс общепринятого исполнения

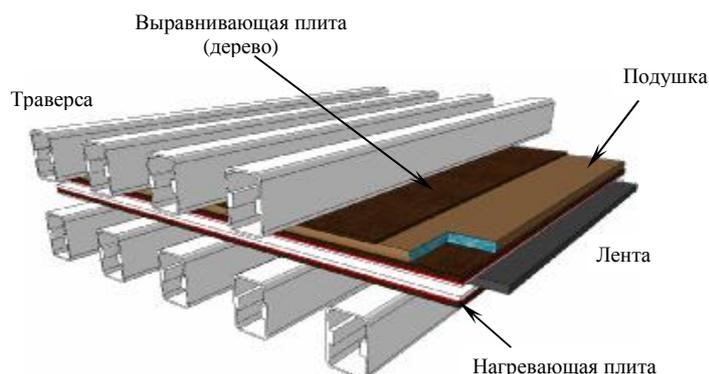


Рис. 2. Вулканизационный пресс NILOS тип ЭМУ на базе системы давления – нажимная подушка

гий вулканизации является создание систем давления нажимной подушкой (диафрагмой). Далее рассмотрены особенности данной системы на примере вулканизационного пресса типа ЭМУ, разработанного фирмой НИЛОС (NILOS GmbH & Co. KG, Германия) и успешно применяемого на горнообогатительных предприятиях различных стран.

Постановка задачи. В силу того, что работы по стыковке в основном проводят непосредственно на месте эксплуатации конвейерной ленты, большую роль играют такие факторы, как вес элементов вулканизационного пресса и простота его исполнения. Это объясняется необходимостью в большинстве случаев переносить, монтировать и демонтировать вулканизационный пресс вручную.

Решение. Решение заключается в снижении веса отдельных элементов вулканизационного пресса за счет изменения системы давления путем внедрения нажимной подушки (рис. 2). Подушка состоит из резины с усилительной тканью Кевлар. Принцип создания давления заключается в заполнении емкости подушки сжатым воздухом либо смесью вода/гликоль. При применении сжатого воздуха максимальное давление на поверхность ленты составляет примерно 70 N/cm^2 , что соответствует в среднем требуемому давлению при стыковке резинотканевых конвейерных лент. Использование смеси из воды и гликоля в соотношениях 50:50 позволяет увеличить давление до максимума 140 N/cm^2 и применять данный пресс для стыковки резинотросовых конвейерных лент.

Равномерное распределение давления за счет внедрения подушки позволяет изменить подход к конструкционному исполнению нагревательных плит и применяемым материалам. В прессах традиционного исполнения нагревательные плиты, помимо роли источника температуры при вулканиза-

ции лент, являются передаточным и распределительным звеном между элементами давления вулканизационного пресса (траверсы со встроенными цилиндрами) и лентой. Соответственно корпус нагревательной плиты должен обладать требуемым пределом прочности на изгиб и сжатие, это в свою очередь диктует применение высокопрочных сплавов (рис. 3).

Нагревательные плиты вулканизационного пресса тип ЭМУ принципиально отличаются своим исполнением (рис. 4). Их отличие заключается в гибкой многослойной составной конструкции, состоящей из охлаждающих профилей, силиконовой нагревательной плиты и изолирующей плиты. Данные изменения позволили снизить удельный вес нагревательной плиты примерно на 20-25% по сравнению с плитой традиционного исполнения, удельный вес которой составляет примерно 80 kg/m^2 .

Данный вид конструкции пресса компенсирует неровности на поверхности стыкуемой ленты, что играет важную роль при вулканизации лент, обкладка которых частично изношена.

Поскольку простой ленточного конвейера на горных предприятиях связаны со значительными финансовыми затратами, то большая роль уделяется времени на вулканизацию. В связи с этим нагревательные плиты снабжены каналами охлаждения. Время охлаждения зависит от характеристик ленты,

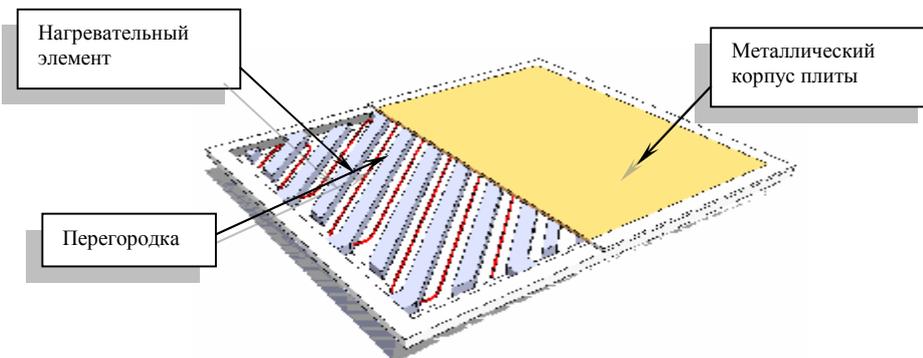


Рис. 3 Конструкция нагревательной плиты пресса общепринятого исполнения

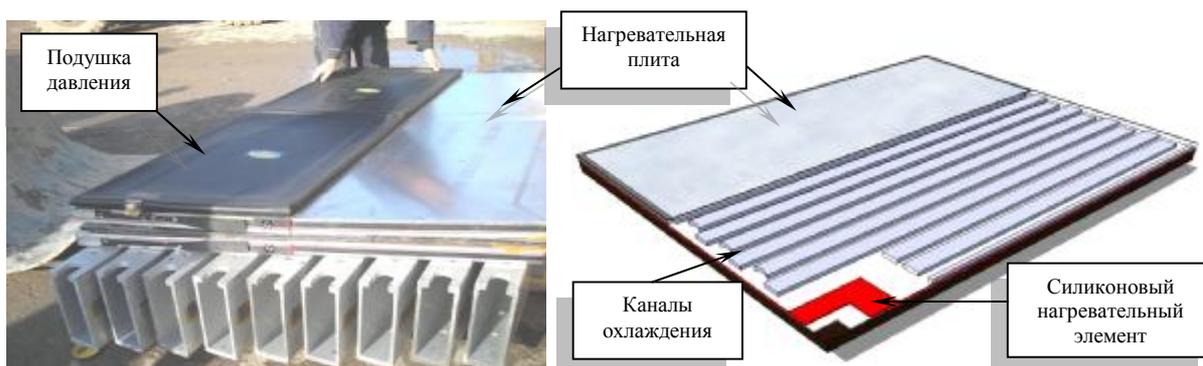


Рис. 4 Конструкция нагревательной плиты NILOS тип ЭМУ

параметров стыковки и окружающей температуры. В качестве охлаждающей среды может быть использована вода (при этом достигаются наилучшие результаты) либо сжатый воздух (время охлаждения при применении сжатого воздуха примерно в 3 – 4 раза больше чем при охлаждении водой).

Заключение. В заключение хотелось бы отметить, что изменение подхода к конструктивным особенностям системы давления вулканизационного пресса позволило снизить удельный вес таких составных частей пресса, как:

- траверс за счет уменьшения параметров профиля до 40%, т.к. не требуется размещение в них

элементов давления;

- нагревательных плит до 20%.

Необходимо отметить, что исполнение требует соответствующего обращения с вулканизационным прессом данного типа. В целом, стоимость данного пресса меньше, чем стоимость пресса традиционного исполнения.

Таким образом, вулканизационные прессы на базе систем давления нажимная подушка имеют определенную нишу применения, в условиях которой вулканизация конвейерных лент с их помощью более предпочтительна по сравнению с прессами общепринятого исполнения.

УДК 621.372.852

© Шипулин Ю.Г., Махмудов М.И., Алматаев О.Т., Жумаев О.А. 2010 г.

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ

Шипулин Ю.Г., профессор кафедры «Автоматизация и управление» ТашГТУ, докт. техн. наук; **Махмудов М.И.**, зав. кафедры «Безопасность жизнедеятельности» БухТИЛП, канд. техн. наук; **Алматаев О.Т.**, аспирант кафедры «Автоматизация и управление» ТашГТУ; **Жумаев О.А.**, старший преподаватель кафедры «Автоматизированные управление и информационные технологии» НГГИ

Оптоэлектронные преобразователи уровня на основе полых световодов, благодаря высокой чувствительности, надежности и легкости сопряжения с микропроцессорными устройствами, весьма перспективны для контроля непрерывных и дискретных значений уровня различных жидкостей.

В данной работе приводятся результаты разработки конструкции и измерительной схемы оптоэлектронного преобразователя уровня, который состоит из полого световода 1, на торцах которого укреплены кольцевые приемники излучения 2' и 2'' с источниками излучения 3' и 3''. Снаружи полой световод охвачен кольцевым поплавком 4 с постоянным магнитом 5, который взаимодействует с ферромагнитным диском 6, на нижнюю и верхнюю поверхности которого нанесена светоотражающая краска.

В оптоэлектронном преобразователе уровня световой поток $\Phi_{\Sigma 1}$ от источника излучения 3' (рис. 1) проходит через отверстие кольцевого приемника 2' и рас-

пространяется от источника излучения на нижнем торце 3''. Данная конструкция позволяет контролировать непрерывные изменения уровня жидкости, а также его пороговые значения (максимум и минимум уровня).

Анализ процесса распространения светового потока вдоль полого световода 1 показывает, что общий световой поток Φ_{Σ} имеет две составляющие $\Phi_{\text{пр}1}$ и $\Phi_{\text{пр}2}$, которые падают на светоотражающие поверхности ферромагнитного диска 6 и, отражаясь, падают на светочувствительные поверхности приемников излучения 2' и 2''. Первая составляющая светового потока $\Phi_{\text{пр}1}$ - прямой световой поток от источника излучения 3', который после отражения от поверхности светоотражающей пленки прямо падает на приемник излучения 2'. $\Phi_{\text{пр}1}$ содержит лучи, входящие в полый световод в пределах угла U :

$$U_0 \leq U \leq U_1$$

и определяется выражением:

$$\Phi_{np_1} = I_0 (p(D^2 - D_1^2) / 16x^2) r_2 \cdot e^{-k_x \cdot 2x}.$$

Световые лучи, вышедшие из источника излучения под углом $U_1 \leq U \leq U_2$, будут отражаться как от поверхности светоотражающей пленки с коэффициентом отражения ρ_1 , так и от внутренней поверхности полого световода с коэффициентом отражения ρ_2 и выражение для определения второй составляющей Φ_{np_2} общего светового потока имеет вид:

$$\Phi_{np_2} = I_0 \frac{p(D^2 - D_1^2) r_2}{4} \left(\frac{1}{x_0^2} - \frac{1}{4x^2} \right) \cdot e^{-k_x \cdot 2x} \int_{u_1}^{u_2} \frac{1}{\cos u} du \cdot \int_{u_1}^{u_2} r_1 \frac{2x}{D} \operatorname{tg} u \cdot du.$$

Общий световой поток Φ_{Σ} равен:

$$\Phi_{\Sigma} = \Phi_{np_1} + \Phi_{np_2}$$

или:

$$\Phi_{\Sigma} = I_0 \frac{p(D^2 - D_1^2) r_2}{16x^2} \left[r_2 \cdot e^{-k_x \cdot 2x} \left(\frac{4x^2}{x_0^2} - 1 \right) \cdot e^{-k_x \cdot 2x} \int_{u_1}^{u_2} \frac{1}{\cos u} du \cdot \int_{u_1}^{u_2} r_1 \frac{2x}{D} \operatorname{tg} u \cdot du \right].$$

Анализ этой формулы показывает, что в рассматриваемом ОПУ определяющими параметрами являются D, D_1, ρ_1, ρ_2 и x_0 .

На рис. 2 приведены графики распределения относительного значения светового потока $\Phi_0(x)/\Phi_0(0)$ при различных значениях уровня жидкости и в зависимости от сочетания параметров ρ_1 и ρ_2 , на которых видно, что максимальная чувствительность имеет место при значениях $\rho_1=0,1$ и $\rho_2=0,9$.

Для повышения диапазона измерения необходимо обеспечить значения: $\rho_1=0,9$ и $\rho_2=0,1$.

На основе оптоэлектронного преобразователя с полым световодом (рис. 1) был разработан микропроцессорный прибор для контроля уровня воды в шахтах, аванкамерах насосных станций, а также грунтовых и дренажных вод в степных и орошаемых зонах.

Конструктивно ОПУ состоит из протяженного полого световода из тонкостенной фторопластовой трубки с внутренним диаметром $D=0,045$ м, толщиной стенки $b=5 \cdot 10^{-3}$ м, на верхнем и нижнем торце которого внутри съемными головками из оргстекла были установлены кольцевые фоторезисторы типа ФСК-6 и инфракрасный источник излучения типа АЛ107А-3.

В разработанном приборе микроконтроллер координирует работу всех узлов, производит опрос всех сигналов, линеаризует статическую характеристику, преобразует выходной сигнал в цифровой код и выдает информацию в регистр-дешифратор.

Технические характеристики оптоэлектронного

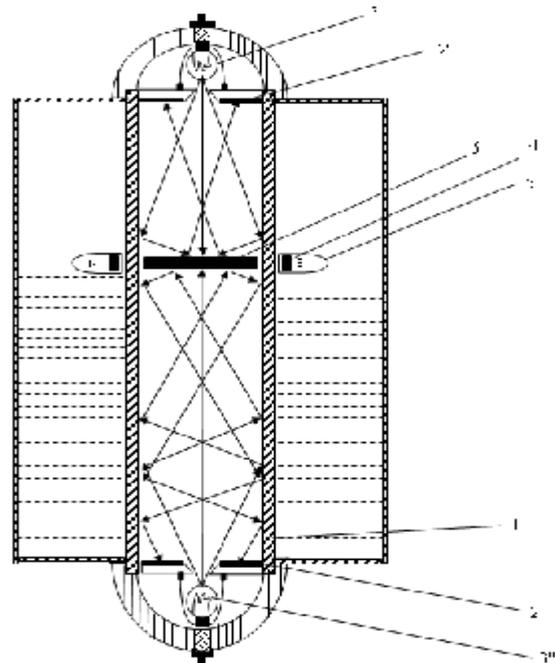


Рис. 1. Конструкция оптоэлектронного преобразователя уровня на основе полого световода

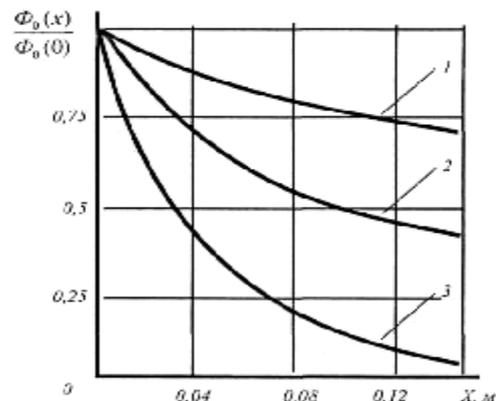


Рис. 2. Графики распределения светового потока ОПУ: 1 - $\rho_1 = 0,9$; $\rho_2 = 0,1$; 2 - $\rho_1 = 0,4$; $\rho_2 = 0,6$; 3 - $\rho_1 = 0,1$; $\rho_2 = 0,9$

преобразователя уровня жидкости:

- диапазон измерений уровня - 0-3, м;
- погрешность измерения - 0,5%;
- напряжение питания - 9В;
- связь с персональным компьютером по интерфейсу RS-232;
- сохранение архивных значений при отключении сетевого питания;
- индикация значений уровня на жидкокристаллическом индикаторе.

Разработанный оптоэлектронный преобразователь уровня жидкости может найти применение для контроля уровня воды в шахтах, в аванкамерах насосных станций в скважинах вертикального дренажа и в других системах контроля и управления уровнем различных жидкостей.

Представительство компании
"ТАКРАФ GmbH" в Узбекистане
100047, г. Ташкент, ул. Атамурк 17,
Тел: +998-71-2361048
Факс: +998-71-2361437
<mailto:erkin.islamov@takraf.com>
<http://www.takraf.com>

Глава Представительства Исламов Э.Б.



КОМПАНИЯ TENOVA TAKRAF

Компания Tenova TAKRAF - ведущий мировой поставщик оборудования для открытых горных разработок и перевалочной техники, головной офис которого располагается в Лейпциге, имеет дочерние предприятия в США, Канаде, Австралии, Болгарии, Южной Африки, Чили, Китае и Индии, а также представительства в Узбекистане, России, Румынии, Казахстане.

Компания располагает многолетним обширным опытом в вопросах разработки, планирования, инжиниринга и проектирования, изготовления, поставки, монтажа, оказания технической помощи, сервиса и послепродажного обслуживания установок, систем и оборудования, а также ввод в эксплуатацию горнодобывающей и перевалочной техники.

Компания Tenova TAKRAF обладает необходимыми финансовыми и техническими ресурсами для осуществления всех видов поставок по следующим направлениям:

Карьерное оборудование

Компания Tenova TAKRAF поставяет оборудование для непрерывной добычи, транспортировки и отсыпки в отвал, включая:

- ✓ роторные экскаваторы;
- ✓ многоковшовые цепные экскаваторы;
- ✓ мобильные и полумобильные и стационарные дробильные установки;
- ✓ карьерные комбайны;
- ✓ транспортно-отвальные мосты;
- ✓ наклонные транспортно-отвальные мосты;
- ✓ конвейерные установки;
- ✓ длинные магистральные конвейеры;
- ✓ отвальную технику;
- ✓ отвалообразователи и системы непосредст-

- венной отсыпки в отвал;
- ✓ гусеничные транспортеры.

Решения для складских площадок

Tenova TAKRAF предлагает (кроме всего прочего) следующее оборудование для открытых складов:

- ✓ стакеры;
- ✓ реклаймеры;
- ✓ реклаймеры мостового типа;
- ✓ мостовые и порталные скребковые реклаймеры;
- ✓ реклаймеры барабанного типа;
- ✓ стакер-реклаймеры;
- ✓ системы для круглых складов;
- ✓ трубчатые конвейеры;
- ✓ конвейерные установки;
- ✓ системы погрузки и разгрузки железнодорожных составов.

Портовая перевалочная техника

В этом сегменте рынка компания Tenova TAKRAF предлагает большое число судопогрузочных и судоразгрузочных машин прерывного и непрерывного действия:

- ✓ многоковшовые судоразгрузочные машины;
- ✓ грейферные судоразгрузочные машины;
- ✓ все судопогрузочные машины.

История компании уходит своими корнями в Tenova Group. Tenova, головной офис которого находится в Милане (Италия), является мировым поставщиком передовых технологий, производства и обслуживания для металлургической и горнодобывающей промышленности. Сегодня число сотрудников Tenova TAKRAF по всему миру составляет более 700 человек и это число продолжает расти.

КОМПАКТНЫЙ РОТОРНЫЙ ЭКСКАВАТОР SRS(H)1050 ФИРМЫ TENOVA TAKRAF ЗАПУСКАЕТСЯ В МАКЕДОНИИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ



Исламов Э.Б., Глава Представительства компании "TAKRAF GmbH" в Узбекистане

Карьер «Брод-Гнеотино» расположен неподалеку от города Битола в Пелагонском угольном бассейне южнее карьера «Суводол» и будет в будущем простирается почти до границы Македонии с Грецией. На завершающем этапе разработки в карьере будут добываться одной угольной линией и тремя линиями выемки пород вскрыши ежегодно до 6,5 млн. т угля для электростанции в г. Битола. Фирма TAKRAF уже в начале 1980-х гг. поставляла оборудование для государственного энергетического общества Македонии ELEM (A.D. Elektrani na Makedonija), среди которого 2 роторных экскаватора SRs 2000 в карьере «Суводол». Эти машины до настоящего времени находятся в эксплуатации и частично модернизировались фирмой Tenova TAKRAF.

Так как в карьере «Суводол» имеются только незначительные резервы угля, то выемочный участок «Брод-Гнеотино» в долгосрочной перспективе разовьется до важнейшего месторождения угля в Македонии. Для оснащения карьера «Брод-Гнеотино» ELEM поручила фирме Tenova TAKRAF поставку одного компактного роторного экскаватора и одного ленточного отвалообразователя. Роторный экскаватор SRs(H) 1050.23/2,0 (900 kW) должен на первом этапе развития эксплуатироваться на 2-м вскрышном уступе и работать непосредственно над угольным пластом. Отвалообразователь A₂RS-B 5500,60 запланирован для работы на внутреннем отвале карьера.

Добываемые вскрышные породы состоят в основном из песка и гравия, частично с мягкими и клейкими глинистыми включениями. Однако необходимо вынимать и более твердые глины. Как клейкие материалы, так и твердые участки учитывались при определении параметров экскаватора.

В карьере «Брод-Гнеотино» существует еще особое геологическое условие.

Угольные пласты залегают с продольным уклоном максимально до 11% в направлении выемки и чередуются с несколькими междупластьями (слои вскрыши). Поэтому в конструкции (дизайне) экскаватора обращалось внимание на то, чтобы экскаватор на рабочей площадке с продольным уклоном в 11% мог производить выемку блоками и также при этих условиях могли селективно добываться тонкие слои угля и отбираться междупластья.

Для этого компактный роторный экскаватор SRs(H) 1050 (рис. 1-3) был оснащен устройством установки горизонтально, которое может устанавливает верхнее строение экскаватора горизонтально относительно продольной оси. Это осуществляется 4 гидравлическими цилиндрами в нижнем строении, которые кольцевую опору нижнего строения экскаватора могут поднимать и опускать относительно 2 гусениц, уста-

новленных на качающихся опорах. Предпосылкой для монтажа устройства установки горизонтально является статически определенная четырехточечная опора механизма двухгусеничного хода.

Технология выемки нижней террасы на наклонной рабочей площадке требует равномерного подъема и опускания стрелы роторного экскаватора при поворачивании верхнего строения в блоке. Подъемный механизм стрелы роторного экскаватора был подобран для этих условий и для ожидаемых меняющихся условий эксплуатации. Стрела будет поддерживаться



Рис. 1. Компактный роторный экскаватор SRs (H) 1050, вынимающий песок, гравий с глинистыми включениями

двумя большими подъемными цилиндрами, гидравлически сцепленными друг с другом.

Как показывает опыт первичной эксплуатации, была достигнута безвибрационная работа с машиной также и при постоянно меняющихся твердостях материалов в блоке.



Рис. 2. Компактный роторный экскаватор SRs(H) 1050 во время испытания



Рис. 3. Роторное колесо компактного роторного экскаватора серии SRs (H) 1050-со специальной геометрией и приводом роторного колеса, производимое на заводе Tenova TAKRAF в Лаухаммере, Германия

Максимальная ширина блока составляет при работе с одним перегружателем до 43 м. Экскаватор может работать в 3-ступенчатой выемке с высотой отдельной ступени в 23 м.

Теоретическая производительность экскаватора составляет 4800 п.м³/час, ширина ленты 1,8 м, вылет роторного колеса 27 м и мощность привода роторного колеса 900 kW.

Эффективность выемки блоками составляет ок. 0,8 и таким образом приближается к эффективности роторного экскаватора-гиганта. Однако при почти одинаковой эффективности выемки блоками рабочая масса компактного экскаватора значительно меньше. Важным обоснованием для очень хорошего коэффициента разработки блоками являются 2 короткие гусеницы экскаватора высокой компактности, которые допускают продвижение машины на террасу более 10 м.

Компактность машины, новые опоры стрелы экскаватора, а также особая конструкция нижнего строения и механизма гусеничного хода характеризуют роторный экскаватор SRs(H)1050 как особо маневренную и гибкую машину для эксплуатации на вскрышном уступе.

Преимуществом SRs (H) 1050 по сравнению с другими типами конструкции является удобное техобслуживание его вследствие хорошей доступности для монтажа и демонтажа компонентов, сокращенное количество быстроизнашивающихся деталей и широкое использование узлов со смазкой на весь срок службы. Закаленные зубчатые зацепления, открытое поворотное соединение на шариковых опорах между верхним и нижним строениями с закаленной беговой дорожкой, а также закаленное сопряжение между звеном гусеничной цепи и ходовым колесом повышают срок службы важных отдельных компонентов экскаватора.

Такие ключевые компоненты компактного роторного экскаватора, как роторное колесо, ковши и привод роторного колеса, поворотные соединения на шариковых опорах, зубчатые венцы, ленточные барабаны, механизмы гусеничного хода, а также тяжелые порталные конструкции, включая механическую обработку для опор стрелы, были изготовлены на предприятии фирмы Tenova TAKRAF в городе Лаухаммер. После ввода в эксплуатацию и пробного пуска компактного роторного экскаватора в середине 2010 г. фирма Tenova TAKRAF перенимает ответственность также за снабжение SRs (H) 1050 оригинальными запчастями собственного производства и сервис после продажи (After-Sales-Service) установки.

Это гарантирует пользователю изготовление и поставку в кратчайший срок, что будет повышать эксплуатационную готовность экскаватора

УДК 622.532; 546.536; 421.004; 550.530

© Кадыров А.А. 2010 г.

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Кадыров А.А., директор Межотраслевого Центра стратегических инноваций и информатизации, докт. техн. наук, профессор

Главной тенденцией инновационного развития различных стран мира на данном этапе и в перспективе является создание национальных инновационных систем. Именно национальные инновационные системы позволяют развитым странам удерживать свое лидирующее положение в условиях жесткой конкуренции, создать успешную экономику и получать более 75% прироста ВВП благодаря инновациям.

Национальная инновационная система (НИС) может рассматриваться как множество взаимосвязанных компонентов (подсистем) различной природы и назначения, предназначенная для обеспечения интегрированного инновационного развития конкретной страны. Каждая из входящих в НИС компонентов представляет собой сложную иерархическую систему, которой присущи:

- способность к самоорганизации;

- открытость (возможен обмен веществом, энергией, информацией с внешней средой);

- динамичность структуры и ряд других свойств.

Эффективность инновационного развития определяется как эффективностью отдельных компонентов НИС (рис. 1) (их «инновационностью»), так и эффективностью динамических взаимосвязей (рис. 2) между ними (эффективностью форм инновационной кооперации). Изучением систем, состоящих из очень большого числа составляющих их компонент (подсистем), находящихся в согласованном взаимодействии, предопределяющем поведение и свойства системы в целом, занимается синергетика («synergeticos» – означает совместное или кооперативное действие). В основе синергетики лежат методы структурной динамики [1, 2], теории колебаний и волн, термодинамики неравновесных процессов, системного анализа, статистичес-

кой механики, теории самоорганизации и др.

Говоря о синергетических аспектах национальной инновационной системы, в первую очередь необходимо акцентировать внимание на возможность получения синергетических эффектов, когда происходит возрастание эффективности деятельности в результате интеграции отдельных компонент в единую систему. Необходимо подчеркнуть, что возможна и диссинергия, то есть снижение эффективности функционирования системы в результате негативного воздействия друг на друга входящих в неё элементов. Например, ухудшение финансово-экономических показателей компании после слияния или поглощения в результате превышения издержек интеграции над возможными синергетическими эффектами объединения.

Процесс формирования национальной инновационной системы является многостадийным и длительным. В макроплане можно выделить следующие три стадии:

Стадия А. Предпроектная стадия.

Стадия Б. Формирование концепции национальной инновационной системы.

Стадия В. Формирование национальной инновационной системы.

Отметим, что крайне важна выбранная траектория движения к цели. Поясним это через экспрес-анализ некоторых этапов предпроектной стадии. Представляется необходимым выполнение следующих этапов:

1. Организация и запуск механизма по формированию инновационной культуры (инновационная культура – готовность и способность общества к нововведениям во всех их проявлениях в управлении, образовании, производстве, финансах, законодательстве и т.п.).

2. Изучение опыта зарубежных стран:

- страны-имитаторы;
- страны-инноваторы.

3. Анализ результативности аналитических и информационных центров.

Их ключевую роль подчеркнем на примере Японии, которая уже в 1957 г., в самом начале своего пути экономического и технологического продвижения, создала крупный информационный центр – Японский информационный центр науки и технологий (Japan's Information Center for S & T), в котором было занято 8 тыс. человек, 5 тыс. из которых являлись учеными и специалистами, анализирующими технические статьи, опубликованные в зарубежных научных изданиях. Ежегодно этот центр анализировал около 11 тыс. журналов, из них 7 тыс. зарубежных изданий, около 15 тыс. научных отчетов, 500 отчетов научных конференций и более чем 50 тыс. патентов, из которых 40% были японскими патентами, 30% – американскими, 7% – французскими и 7% – российскими.

Результатом этого анализа являлась подготовка более 50 тыс. ежегодных резюме и обзоров. Информация, подготавливаемая Центром, распространялась в сфере науки, образования, бизнеса в правительственных кругах.



Рис. 1. Фрагмент элементов НИС

4. Системный анализ инновационного потенциала страны, то есть совокупности различных видов ресурсов, необходимых для осуществления инновационной деятельности.

5. Системный анализ всех ступеней сектора образования с точки зрения их соответствия требованиям инновационного развития:

- дошкольное образование;
- среднее образование;
- высшее образование;
- пожизненное обучение.

Образовательные учреждения являются ключевым звеном в цепи подготовки специалистов для всех элементов (субъектов) инновационной системы. Без кадров высочайшей квалификации нельзя решить ни задачи имитационной модели технологического развития, ни тем более политики страны – инноватора.

Интересен подход Малайзии (население более 22 млн. чел., площадь 342 тыс. км²) к решению проблемы кадров на двух этапах инновационного развития. На этапе создания имитационной модели экономического развития была разработана программа «Седые волосы» (впоследствии переименована в «Малайзия – второй дом»), заключающаяся в привлечении на работу в Малайзию высококвалифицированных японских специалистов, которые к тому времени пребывали на пенсии.

В результате в малайзийской экономике нашли свое место более 50 тыс. представителей Японии, имеющих профессиональные познания в области банковского дела, финансов, маркетинга, ИКТ, здравоохранения и т.д.

На данном этапе (этапе перехода в разряд стран – инноваторов) Министерство образования Малайзии приступило к внедрению электронной системы обуче-

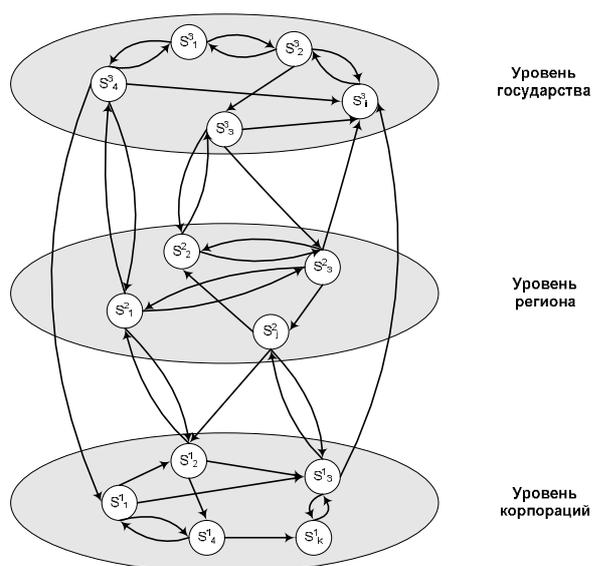


Рис. 2. Фрагмент структуры национальной инновационной системы

ния на базе Siemens Bus для подготовки национальных специалистов и школьников с целью достижения высших мировых стандартов в сфере образования. Внедряя гибкую инновационную систему мирового уровня, Министерство образования планирует создать Региональный образовательный центр в Юго-Восточной Азии и Центр высокого качества образования в Малайзии.

6. Системный анализ актуальности и результативности научных исследований в академическом и вузовском секторе.

7. Анализ степени коммерциализации научных знаний и наличия связей с промышленностью и бизнесом.

8. Учет и «максимизация» использования имеющегося интеллектуального потенциала.

9. Оценка:

- региональной инновационной деятельности;
- состояния внутрифирменной науки в крупных промышленных предприятиях, комбинатах, корпорациях;
- состояния основного оборудования промышленных предприятий различных отраслей.

10. Оценка инновационного потенциала малого и среднего бизнеса.

В силу своих неоспоримых преимуществ в плане создания рабочих мест, динамичности, скорости превращения научных знаний в экономический продукт, способности действовать в условиях риска на прорывных участках инновационной деятельности малые и средние инновационные предприятия (МСП) в структуре национальных инновационных систем развитых стран играют важнейшую роль. При всем разнообразии подходов, во всех без исключения инновационно-активных странах, МСП имеют мощную государственную поддержку. Так, во Франции для поддержки малого и среднего бизнеса в 1979 г. создано агентство по валоризации (повышению

ценности) научных исследований – АНВАР (Agence National Valorisation de la Recherche) с ежегодным бюджетом около 250 миллионов евро.

В Великобритании развиты различные программы, нацеленные на вовлечение малых и средних предприятий в инновационную деятельность:

- гранты предприятиям – это формы финансовой помощи государства малым и средним предприятиям в регионах;
- исследовательская инициатива малого бизнеса – представляет доступ малым предприятиям к министерским заказам на НИОКР. Каждое участвующее министерство выделяет определенный процент своих заказов малым предприятиям;
- университетские исследовательские Центры – созданы, чтобы стимулировать участие малого бизнеса в создании и использовании новых знаний.

В Канаде также существует хорошо развитая инфраструктура государственной поддержки малого бизнеса. Об этом красноречиво свидетельствуют следующие цифры:

- зарегистрировано более 2 млн. малых и средних предприятий (МСП);
- В форме МСП представлено 99% канадского бизнеса и 6 из 10 занятых работают в МСП.

Заметим, что по статистике быстрорастущие МСП более половины дохода получают от продажи новой продукции менее чем 2-х годичной давности. Именно непрерывные инновации являются основным источником повышения конкурентоспособности МСП.

Инновационная инфраструктура поддержки малого и среднего бизнеса Швеции представлена фондом поддержки малого и среднего бизнеса, фондом поддержки малого технологического бизнеса. Существенное внимание в Швеции уделяется созданию университетских офисов по трансферу технологий, которые способствуют продвижению результатов исследований Университетов в реальный сектор экономики.

В Германии инновационные меры государства ориентированы преимущественно на малые и средние предприятия. Повышенное внимание правительства к МСП объясняется кроме всех других причин соображениями социальной политики: в сфере МСП занято более 24 млн. человек, что составляет почти 60% всех работающих. Причем большинство МСП непосредственно связано с высокими технологиями.

11. Оценка инфраструктуры поддержки малого инновационного бизнеса. Составной частью инфраструктуры национальных инновационных систем различных стран являются технологические (научные) парки и бизнес-инкубаторы. Приведем одно из определений технопарка «Технологический парк – юридическое лицо либо объединение на основе договора о совместной деятельности юридических лиц (участников), главной задачей которых является деятельность по выполнению инвестиционных и инновационных проектов, внедрения наукоемких разработок, высоких технологий и производство конкурентоспособной на мировых рынках продукции». В своем составе технопарки, как правило, имеют бизнес-

инкубаторы, предназначенные для «взрачивания» малых инновационных фирм.

12. Оценка состояния информатизации различных сфер деятельности.

Если быть очень кратким, то национальная инновационная система и информатизация - это две стороны одной медали. Без информатизации всех элементов НИС нельзя говорить о наличии современной НИС как таковой. Одновременно, именно в странах со сформировавшейся национальной инновационной системой наблюдается практически повсеместное использование средств информатики, информационных технологий, телекоммуникационных систем не только в промышленности, экономике и финансах, но также и в сфере управления, политики, науки, образования, культу-

ры, здравоохранения.

В заключение отметим, что изложенное выше необходимо рассматривать лишь как отдельные штрихи к небольшому числу элементов «портрета» того, что называется «национальная инновационная система». Вместе с тем даже эти отдельные штрихи показывают меру сложности и разнообразия проблем, меру полезности и жизненной необходимости формирования национальной инновационной системы с учетом особенностей страны, предьстории экономического развития, финансового состояния, имеющегося интеллектуального потенциала, состояния науки и образования, степени развития малых и средних инновационных предприятий и многих других факторов.

Список литературы:

1. А.А. Кадыров *Динамические графовые модели в системах автоматического и автоматизированного управления*. Ташкент, «Фан», 1984.
2. А.А. Кадыров *Машинные методы моделирования и исследования структурно-сложных систем*. Ташкент, «Фан», 1989.

УДК 669.33

© Хасанов А.С. 2010 г.

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЕРМОГРАВИТАЦИОННОГО СПОСОБА ОБЕДНЕНИЯ ШЛАКОВ

Хасанов А.С., декан АГМФ НГГИ, докт. техн. наук

Шлаки медного производства, которые имеют кроме меди (0,6-1% Cu) другие ценные компоненты, в настоящее время в мире перерабатываются в промышленных условиях пирометаллургическим, гидрометаллургическим и флотационным способами, что обеспечивает извлечение меди и других сопутствующих компонентов [1]. Одним из способов, проведенных исследованиями, является процесс термогравитации жидких шлаков медного производства ОАО «Алмалыкский ГМК» (рис. 1-4). Теоретический анализ, приведенный в литературе [2], показал возможность блокирования образования мелкодисперсной взвеси при снижении растворимости сульфидов в шлаке при выполнении следующих условий:

- скорость снижения растворимости меньше характерной для этого шлака критической величины;

- в шлаке имеется некоторый объем мелкодисперсной взвеси, являющейся коллектором, поглощающим сульфиды при снижении их растворимости;

- шлак является достаточно жидкотекучим для протекания диффузионных процессов и процессов отстаивания во всем температурном интервале

технологического процесса;

- растворимость сульфидов в шлаке при температуре, близкой к температуре начала кристаллизации, невысока [3].

Сочетание укрупнения собственной мелкодисперсной взвеси за счет сульфидов, переходящих в нее при снижении их растворимости в результате понижения температуры, с их отстаиванием при этих температурах можно назвать термогравитационным обеднением, или неизотермическим отстаиванием. Термогравитационный эффект имеет место для всех видов шлаков, содержащих растворенные сульфиды, особенно для шлаков с малым содержанием сульфидов в виде взвеси и значительный в растворенном виде. Определенное значение имеет фракционный состав мелкодисперсной взвеси, если присутствует значительный объем мелкой фракции, у поверхности которой имеется зона с высоким пересыщением. В этом случае они будут неэффективно укрупняться или не укрупняться вообще, тем самым, теряя способность к дальнейшему отстаиванию.

При этом возможно эффективным будет некоторый перегрев шлака в пределах 25-100°C для растворения мелких фракций, создавая тем самым

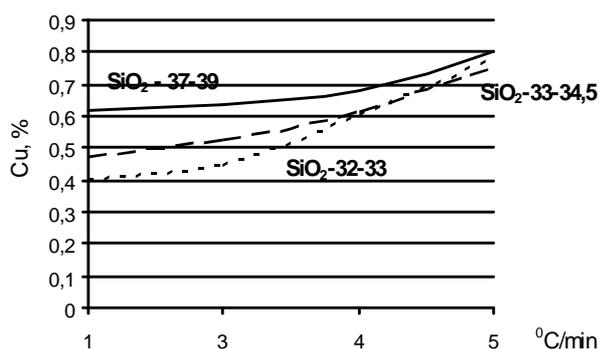


Рис. 1. Зависимость содержания меди в шлаке КФП после термогравитационного обеднения при 1100°C при различном содержании в шлаке SiO₂ и скорости снижения температуры

более благоприятные условия для укрупнения оставшейся взвеси. Перегрев на 200-300°C не дает эффекта, т.к. полное растворение приведет к ликвидации извлекающей фазы, а последующее, даже медленное, охлаждение в условиях ее отсутствия - к образованию мелких фракций. Для термогравитационного обеднения на первоначальном этапе могут быть использованы чаши для транспортировки шлака.

Термогравитационная технология может быть использована для обеднения шлаков КФП, где 70-80% меди находится в растворенном виде и мало-пригодна для шлаков ОП, где основная форма потерь механическая.

Содержание SiO₂ в шлаке, с целью сохранения жидкотекучести, должно быть на уровне 32-33%. При более низком содержании SiO₂ в шлаке растворимость сульфидов вблизи точки плавления слишком высока для получения отвального содержания меди. Исходная температура шлака должна соответствовать температуре его выпуска из плавильного агрегата.

Лабораторные опыты по термогравитационному обеднению шлаков с целью определения основных параметров технологического процесса

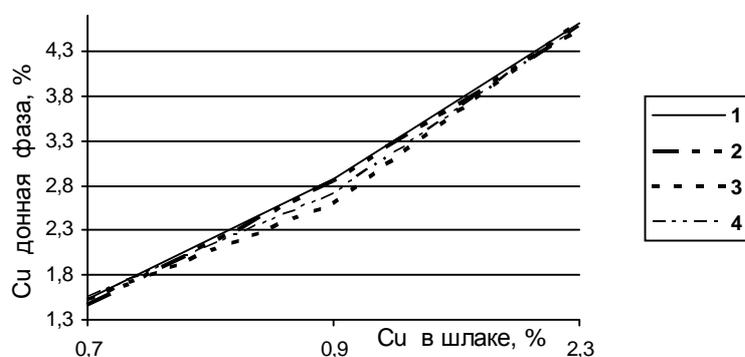


Рис. 2. Зависимость содержания меди в донной фазе от содержания меди в шлаке

проводились при помощи мобильной лабораторной установки, расположенной при их проведении рядом с выпускным желобом плавильных печей КФП и ОП или в отвале, где сливается жидкий шлак.

Установка состоит из лабораторной печи, в которую вставляются тигли объемом 1 л и вместимостью ~2-2,5 kg шлака каждый. Второй тигель является контрольным и устанавливается во вторую печь. Нагретые тигли вынимаются из печи специальным зажимом. Регулируя мощность печи, в том числе основных и вспомогательных нагревателей, можно добиться требуемой скорости понижения температуры и температурного градиента в условиях пониженной теплоизоляции донной части печи.

Нагретый до 1300°C тигель вынимается из печи, наполняется шлаком из желоба при выпуске. Температура шлака составляла в среднем 1300°C для КФП и ОП. Он устанавливается в печь, закрывается крышкой, в которой установлена термопара и охлаждается с заданной скоростью. Второй тигель со шлаком выдерживается при постоянной температуре. Отбор шлака из первого тигля для химического анализа проводится путем использования пробоотборника, представляющего собой стакан с внутренним объемом типа усеченного конуса, наваренного на стержень-ограничитель и крышку.

Второй тигель вынимается из печи заданного времени выдержки, жидкая часть сливалась. Жидкий шлак анализировался в начале и конце эксперимента на содержание меди и основные компоненты. Конструкция пробоотборника позволяет отбирать пробы массой 15-20 g из тигля (~100-110 mm до дна). Отбор проб шлака проводится по заданному графику пробоотбора.

Лабораторная установка позволяет осуществлять перегрев шлака до 1400°C и перемешивание его в тигле, очищенного азотом или аргоном, для исследования влияния на результаты неизотермического отстаивания перегрева исходного шлака и возможности интенсификации процесса производного перемешивания. Полученный продукт плавки анализировался и подвергался химическому анализу. Вес корки определяли по разнице исходного веса тигля и тигля со шлаковой коркой.

Необходимость расположения лабораторной установки у выпускных устройств плавильных печей связана с тем, что проводить исследования термогравитационного обеднения шлаков после вторичного расплавления невозможно из-за необратимого изменения структуры сульфидной взвеси и соотношения механических и растворимых потерь меди со шлаком.

Лабораторные опыты по термограви-

тационному обеднению шлаков проводились при скорости охлаждения 1; 3; 4; 5°C/min. Для сопоставления проводили изотермическую выдержку такого шлака при 1250°C. Начальная температура контролировалась оптическим пирометром, температура в лабораторной печи - термопарой и вторичным прибором.

Аналогично проводились лабораторные опыты по исследованию влияния времени неизотермической выдержки на результаты обеднения при заданной скорости охлаждения 1,5°C.

В печь установлено несколько тиглей, вынимаемых по истечении определенного времени.

Масса материала в каждом тигле составляет 170-300 g, результаты были пересчитаны на 200 g. Скорость охлаждения выбрана 1,5°C/min, исходя из того, что оно будет заведомо ниже критической по данным предыдущих опытов.

Лабораторные опыты по термогравитационному обеднению шлаков проведены при скорости охлаждения 1 и 3°C/min и при перегреве шлака до 1350°C и 1400°C.

Данные лабораторные опыты проведены с целью определения влияния изменения структуры мелкодисперсной взвеси в шлаках на результаты неизотермического отстаивания. Теоретически такое влияние обосновано выше.

Скорость охлаждения была одинаковой во всех диапазонах температур, начиная с температурного перегрева. При 1300°C производили промежуточный отбор шлака для определения химического состава.

Зависимость конечного содержания меди в шлаке КФП при 1100°C при скоростях охлаждения 1°C/min, 3°C/min, 4°C/min и 5°C/min при содержании SiO₂ в шлаке 37-38%; 33-34% и 32-33% приведена на рис. 1.

Критическая скорость охлаждения шлака составляет 3°C/min, при ее превышении содержание меди в конечном шлаке КФП после обеднения возрастает. Показатели термогравитационного обеднения для шлаков КФП значительно лучше, чем для шлаков ОП.

Это связано с тем, что в составе КФП 70-80% меди находится в растворенном виде, а остальное в виде мелкодисперсной взвеси, поэтому частицы взвеси могут укрупняться в 2-3 раза, что обеспечивает высокую скорость их ликвации. Для шлаков ОП, где до 80% меди находится в виде мелкодисперсной взвеси, возможность их укрупнения мала, и при этом в незначительной степени укрупняются только крупные фракции.

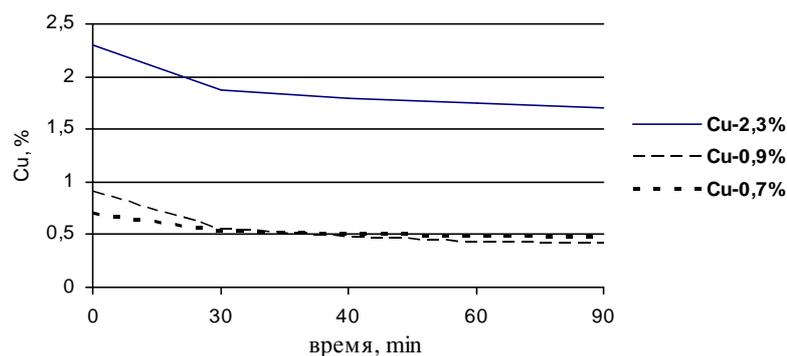


Рис. 3. Зависимость остаточного содержания меди в шлаке от времени неизотермического отстаивания

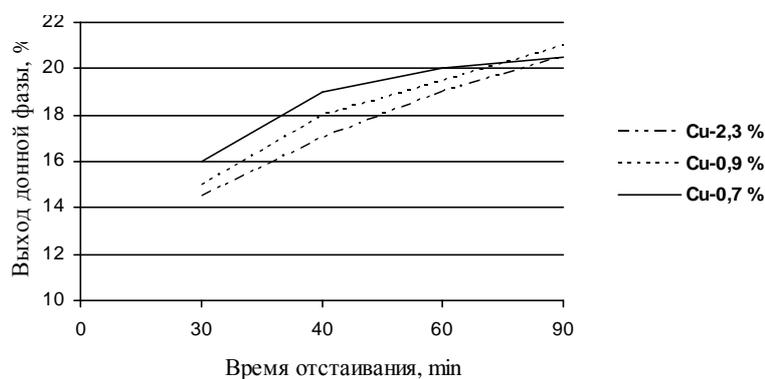


Рис. 4. Зависимость выхода донной фазы от времени отстаивания

Приведенные результаты показывают, что при высоком содержании меди в шлаке КФП (т.е. при высоком содержании Fe³⁺ и низком SiO₂), содержание растворенной меди при 1100°C достаточно велико, и процесс обеднения идет неэффективно, хотя высокое содержание меди в шлаке позволяет получить более богатую донную фазу.

При снижении содержания меди в исходном шлаке улучшаются показатели обеднения по содержанию меди в конечном шлаке, однако при этом снижается содержание меди в донной части. Эти результаты приведены на рис. 2.

Увеличение продолжительности процесса и понижение конечной температуры, как видно из графика, приведенного на рис. 3, влияют на содержание меди в шлаках в сторону понижения и практически не влияют на содержание меди в донной фазе. Повышение извлечения связано с увеличением выхода донной фазы без существенного изменения содержания в ней меди, как показано на рис. 4.

Таким образом, установлено, что результаты неизотермического отстаивания в случае перегрева зависят как от величины перегрева, так и от скорости охлаждения. При перегреве шлака до 1350°C результаты обеднения для всех видов шлака выше, чем без перегрева. При перегреве до 1400°C и скорости охлаждения 1°C/min результаты

обеднения для шлаков КФП и ОП лучше, чем без перегрева. Это можно объяснить тем, что в условиях низкой скорости охлаждения, даже в случае ликвидации взвеси, образуется небольшое количество мелкодисперсной взвеси, которая медленно укрупняется и переходит в донную фазу. При высоких скоростях охлаждения технологические показатели неизотермического отстаивания существенно хуже.

В целом, результаты лабораторных опытов позволяют сделать вывод о возможности использования термогравитационного способа обеднения

шлаков в промышленных условиях. Для переработки донной фазы, где аккумулируется медь, может быть использован любой способ.

Выводы: на основании полученных результатов можно утверждать, что шлаки КФП эффективно обедняются термогравитационным способом. Эффективность обеднения также зависит от содержания SiO₂ в шлаке, так как шлак, с одной стороны, должен быть маловязким, а с другой, обладать малой растворимостью в нем меди при низких температурах. Оптимальное содержание SiO₂ - 32-34%.

Список литературы:

1. Санакулов К.С. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства. – Ташкент: ФАН, 2009. – 403 с.
2. Санакулов К.С., Хасанов А.С. Переработка шлаков медного производства. – Ташкент: ФАН, 2007. – 256 с.
3. Снурников А.П. Комплексное использование минеральных ресурсов в цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1986. – 384 с.

УДК 622.765

© Абдурахмонов С.А., Курбонов Ш.К., Холикулов Д.Б., Худояров С.Р. 2010 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОТАЦИИ ТЕРМОПАРООБРАБОТАННЫХ ПРОДУКТОВ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Абдурахмонов С.А., зав. кафедрой «Металлургия» АГМФ НГГИ, докт. техн. наук, профессор; **Курбонов Ш.К.**, старший преподаватель кафедры «Металлургия» АГМФ НГГИ; **Холикулов Д.Б.**, доцент кафедры «Металлургия» АГМФ НГГИ, канд. техн. наук; **Худояров С.Р.**, зав. кафедрой «Металлургия» ТашГУ

Одной из определяющих особенностей качественной характеристики горючих сланцев Узбекистана является повышенное содержание металлов, %: Мо-до 0,164, V-до 0,45, Cd- до 0,013, индия – 0,009-0,010, редких земель – до 0,01, а также (в g/t) скандия до 50, золота – до 0,2. Кроме того, сланцы содержат в определенных количествах платиноиды и уран [1].

Извлечение ценных компонентов из горючих сланцев осуществляется термопарообработкой, в ходе которой после удаления органических веществ остается огарок, содержащий цветные и редкие металлы, которые можно извлечь гидрометаллургическим способом. Но высокое содержание углистых веществ ухудшает показатели выщелачивания. Поэтому нами было исследовано флотационное разделение угольной части термопарообработанного продукта горючих сланцев (табл. 1-2, рис. 1-2).

Для исследования брали термо-

парообработанный горючий сланец (огарок) с химическим составом, в %: SiO₂-50,5; TiO₂-0,59, Al₂O₃-4,27, MgO-2,83, CaO-7,54, MnO-0,05, Na₂O-0,69, K₂O-1,91, Pb₂O₅-0,75, CO₂-4,78, S_{сульфат}-0,54, S_{сульфид}-3,67, Fe-3,19, Fe₂O₃-1,82, C-9,5, ППП-12,27 [2].

Таблица 1

Результаты опытов флотации от продолжительности процесса, навеска 20 g (pH-6; керосин – 500 g/t, T- 80 – g/t, жидкое стекло – 100 g/t)

№	Наименование продукта	Выход		Содержание углерода, %	Извлечение углерода, %	Продолжительность флотации, min
		g	%			
1	Пенный продукт	2,0	10,0	61,75	65,0	5,0
	Камерный продукт	18,0	90,0	3,69	35,0	
	Исх. огарок	20,0	100,0	9,5	100	
2	Пенный продукт	2,65	13,25	60,68	85,0	8,0
	Камерный продукт	17,35	86,75	1,66	15,0	
	Исх. огарок	20,0	100,0	9,5	100,0	
3	Пенный продукт	2,62	13,1	62,2	86,0	10,0
	Камерный продукт	17,38	86,9	1,55	14	
	Исх. огарок	20,0	100,0	9,5	100,0	
4	Пенный продукт	3,0	15,0	55,0	87,0	12
	Камерный продукт	17,0	85,0	1,47	13,0	
	Исх. огарок	20,0	100	9,5	100,0	
5	Пенный продукт	3,4	17,0	48,82	87,4	15,0
	Камерный продукт	16,6	83,0	1,44	12,6	
	Исх. огарок	20,0		9,5	100	

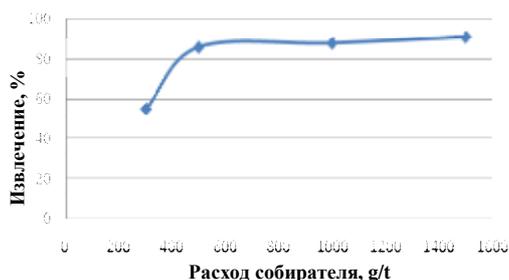


Рис. 1. Зависимость извлечения угля от расхода собирателя

Лабораторные опыты по флотации проводились на лабораторной флотомашине с емкостью камеры 200 ml.

Для проведения флотации обугленный огарок от термопарообработки сланца измельчали до степени дисперсности – 0,14 mm, затем 20 g пробы переносили во флотомашину, туда же добавили 180 ml дисцилированной воды и интенсивно электромеханически перемешивали до образования однородной массы, соответствующей т:ж=1:10. В суспензию внесли необходимое количество реагентов. Проводили флотацию в течение определенного времени, пропуская воздух через донные части системы, и аккуратно снимали пенку с поверхности суспензии. Жидкая фаза отделялась от твердой фильтрацией. Концентрат и хвосты сушили при 105⁰C до постоянного веса и взвешивались. В качестве реагентов-собирателей использовались керосин, вспениватель - Т-80, депрессор – жидкое стекло. Изучались зависимости извлечения угля в пенном продукте от рН среды, от расхода реагентов, а также продолжительности флотации [3]. Результаты опытов приведены в рис. 1 и табл. 1, 2.

По результатам опытов в открытом цикле можно заключить, что оптимальным условием флотации является огарок с расходом собирателя 500 g/t, вспенивателя – 100 g/t, депрессора – 100 g/t, продолжительность процесса 10–12 min, при котором извлекается 86–87% угля с содержанием его в концентрате 60–62%.

Флотационные опыты по замкнутой схеме были проведены согласно рис. 2 в лабораторной флотомашине с емкостью камер 1 l и 0,5 l. Основ-

Таблица 2

Зависимость извлечения угля от расхода депрессора – жидкого стекла (навеска – 20 g; керосин – 500 g/t, Т-80 g/t, время 10 min)

№	Наименование продукта	выход		Содержание углерода, %	Извлечение углерода, %	Расход депрессора
		g	%			
1	Пенный продукт	2,2	11,0	36,36	42,4	-
	Камерный продукт	17,8	89,0	6,18	57,6	
	Исх. огарок	20,0	100,0	9,5	100	
2	Пенный продукт	2,3	11,5	39,13	47,8	25,0
	Камерный продукт	17,6	88,5	5,68	52,2	
	Исх. огарок	20,0	100,0	9,5	100,0	
3	Пенный продукт	2,55	12,75	47,05	63,1	50,0
	Камерный продукт	17,45	87,25	4,01	42,9	
	Исх. огарок	20,0	100,0	9,5	100,0	
4	Пенный продукт	2,62	13,1	62,2	86,0	100,0
	Камерный продукт	17,38	86,9	1,55	14,0	
	Исх. огарок	20,0	100	9,5	100,0	
5	Пенный продукт	2,6	13,0	63,07	86,5	125,0
	Камерный продукт	17,4	87,0	1,49	13,5	
	Исх. огарок	20,0	100,0	9,5	100	

ная флотация проводилась во флотомашине с объемом камеры 1 l, а перечистные флотации – с объемом камеры 0,5 l при расходе собирателя – керосина – 500 g/t, вспенивателя Т-80 – 100 g/t и депрессора – жидкого стекла – 100 g/t для угольной флотации с перечисткой основного концентрата.

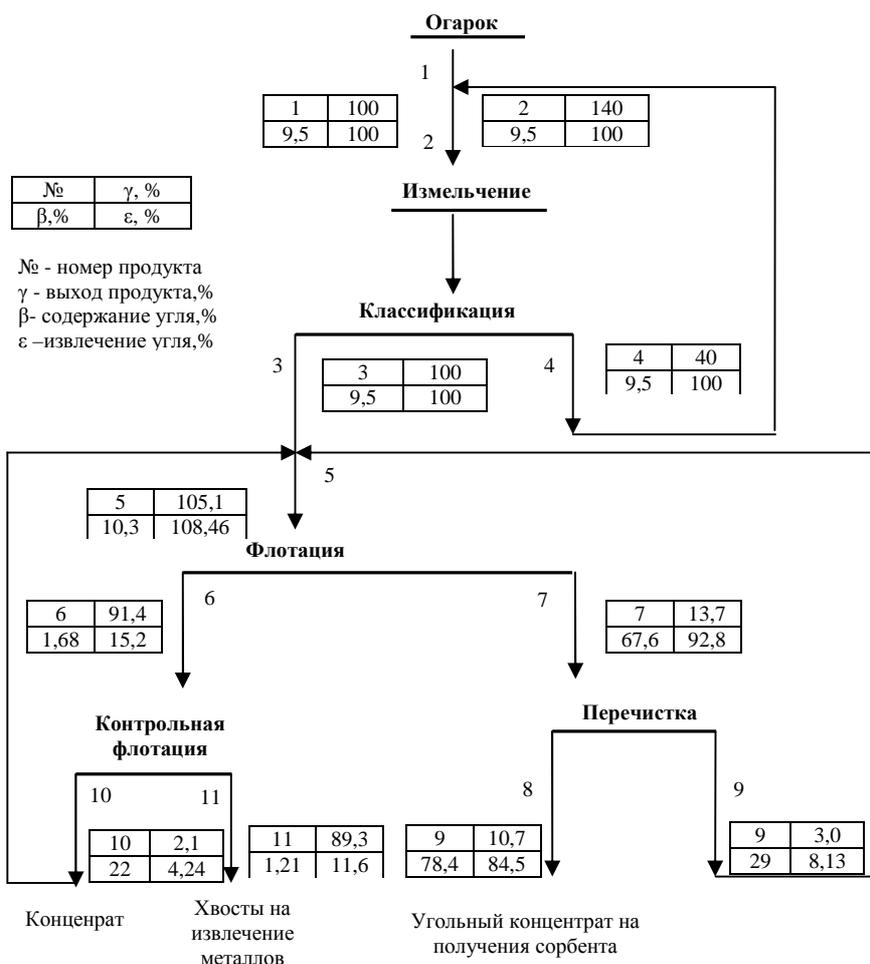


Рис. 2. Количественно – качественная схема флотационного обогащения горючих сланцев

Флотационные опыты при замкнутом цикле с одной перемешкой показывают, что в угольный концентрат переходит 84,5% угольной части огарка с содержанием концентрата 78,4%, при переработке

которых можно получить сорбенты для неорганических ионов. А для извлечения металлов из хвостов обогащения, содержащих 1,21% угля, вполне пригоден гидрометаллургический способ.

Список литературы:

1. Прохоренко Г. А., Лузановский А. Г., Артемова Н. М. *Металлоносные горючие сланцы Республики Узбекистан.* - Ташкент. Фан, 1999. - 152 с.
2. Курбанов Ш.К., Валиев Х.Р., Умарова И.К., Абдурахмонов С.А. *Некоторые физико – химические свойства горючих сланцев // журнал Горный вестник Узбекистана 2002.-№2(14).* – С.21-24.
3. Классен В.И. *Обогащение руд.* – М.: Недра, 1979. - С. 7-15.

УДК 622.7:549.642

© Попов Е.Л., Ахмедов Х., Хабибуллаева Г.Р. 2010 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДВУХ ПРОБ ВЕРМИКУЛИТОВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕБИНБУЛАК

Попов Е.Л., зав. отделом технологии переработки минерального сырья ГП ИМР, канд. техн. наук; Ахмедов Х., зав. лабораторией обогащения руд благородных металлов ГП ИМР, канд. техн. наук; Хабибуллаева Г.Р., ведущий инженер ГП ИМР

Вермикулит $(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+})_3 [(Si, Al)_4 O_{10}] [OH]_2 \times 4H_2O$ получил название от латинского слова *Vermiculatus* вермикулит – «червячок». Оно дано в связи с тем, что этот минерал очень оригинально ведет себя при нагревании: из его пластинок образуются длинные червеобразные столбики и нити. Химический состав непостоянный в зависимости от содержания молекулярной воды. Содержание (в %): MgO 14-23; Fe₂O₃ 5-17; FeO 1-3; SiO₂ 37-42, Al₂O₃ 10-13, H₂O 8-18. Кроме того, присутствует K₂O до 5%, в некоторых разновидностях NiO до 11% [1-4].

Цвет вермикулита бурый, желтовато-бурый, золотисто-желтый, бронзово-желтый; иногда характерны зеленоватые оттенки. Твердость 1-1,5. Упругость тонких листочков слабая или отсутствует, уд. вес 2,4-2,7.

Самым замечательным свойством вермикулита является его способность при прокаливании (в интервале температур 900-1000⁰C) необычайно резко увеличивать свой объем (в 15-25 раз). Сущность

явления заключается в том, что под напором превращающейся в пар молекулярной воды происходит расслаивание и быстрое разбухание отдельных зерен и притом настолько значительное, что образуются червеобразные столбики или нити золотистого или серебристого цвета с поперечным делением на тончайшие чешуйки. Образование огромного количества воздушных мельчайших прослоек в отдельных зернах обуславливает очень низкий объемный вес (0,6-0,9). Обожженные массы вермикулита свободно плавают на воде. С этим связаны свойства обожженного вермикулита.

Коэффициент теплопроводности $\lambda=0,04-0,05$ ккал/час⁰C (у асбеста 0,15-0,4).

Объемная масса типичного вермикулита колеблется в широких пределах: от 60-120 kg/m³ фракций крупнее 5 mm до 200-300 kg/m³ фракций мельче 0,5 mm. Объемная масса смешаннослойных слюд изменяется в еще более широких пределах: от 80-100 до 400-600 kg/m³ в зависимости от степени гидратации и размера фракций.

Благодаря низкой объемной массе и коэффициенту теплопроводности вермикулит является одним из лучших теплоизоляционных материалов. Достаточно отметить, что слой рыхлого обожженного вермикулита толщиной 0,1 m по теплоизоляционным свойствам эквивалентен кирпичной стене толщиной 1,5 m или бетонной стене толщиной 2 m. Кроме того, он отличается высокой термостойкостью (1100-1200⁰C) и огнестойкостью (табл. 1).

Таблица 1

Требования к вспученному вермикулиту

Показатели	Нормы для марок		
	100	150	200
Объемная насыпная масса; kg/m ³ , не более	100	150	200
Коэффициент теплопроводности (в ккал/м, ч. град), не более, при средней температуре: 25±5 ⁰ C	0,055	0,06	0,065
325±5 ⁰ C	0,013	0,135	0,14
Влажность в % по массе, не более	3	3	3

Как звукопоглощающий материал вермикулит используется при устройстве кабин в самолетах, в некоторых специальных лабораториях и т.д. Благодаря красивой золотистой или серебристой окраске, приобретаемой после обжига, он применяется в производстве обоев. Пригоден также в качестве смазочного материала.

Наконец, вермикулит обладает тем замечательным свойством, что способен к очень высокому катионному обмену, значительно сильнее выраженному по сравнению с группой монтмориллонита.

Вермикулит используется в строительстве, энергетике, металлургической, химической и др. отраслях промышленности.

В табл. 1 приведены требования к вспученному вермикулиту, а в табл. 2-3 результаты обогащения вермикулитовой руды проб №1 и №2 с использованием тяжелой суспензии. Основными производителями вермикулита являются США и ЮАР. Разработка технологии переработки вермикулитовой руды является актуальной.

Результаты химического анализа пробы №1 (в %): SiO₂-45; Fe₂O₃-6,12; FeO-1,44; TiO₂-1; MnO-0,1; Al₂O₃-6,8; CaO-15,12; MgO-14; BaO-0,26; Na₂O-0,6; K₂O-1,05; P₂O₅-0,05; CO₂-0,66; S_{общ}-0,854; SO₃-2,06; H₂O-3,2; ппп-6,5.

В пробе №2 содержится (в %): SiO₂-49,61; Fe₂O₃-4,93; FeO-2,95; TiO₂-0,6; MnO-0,13; Al₂O₃-4; CaO-17,92; MgO-16,8; BaO-0,1; Na₂O-0,71; K₂O-0,81; P₂O₅-0,1; CO₂-0,0; S_{общ}-1,2; SO₃-1,5; H₂O-0,8; ппп-3,2.

Спектральным анализом определены содержания (в %): Ni - 0,008-0,02; Co - 0,002-0,008; V-0,004; Cr-0,002; Zr-0,003-0,002; Sc-0-0,003; Cu-0,001-0,006; Zn-0,006; Ga-0,001; Sr-0,02-0,01; Sn-0-0,014.

На основании изучения вещественного состава можно сделать следующие выводы. Тебинбулакское вермикулитовое месторождение приурочено к корам выветривания, развитым по биотитизированным ультраосновным породам. Основная масса рудных тел представлена вермикулит-пироксеновыми рудами. Главным рудным минералом и полезным компонентом в пробах является вермикулит. Примерное содержание его в пробе №1 -26% и в пробе №2 около 13%. Тип руды прожилково-вкрапленный. Вмещающие породы представлены в

Таблица 2

Результаты обогащения вермикулитовой руды пробы №1 с использованием тяжелой суспензии

Продукты обогащения	Выход, %		Содержание вермикулита, %	Извлечение, %	
	от опер.	от руды		от опер.	от руды
Класс +10 мм	100,0	0,36	-	100,0	-
Обогащение в тяжелой суспензии					
Легкая фр.1	49,5	6,24	63,4	95,1	15,13
Тяжелая фр.1 (щебень)	50,5	6,37	3,2	4,9	0,78
Руда (кл.-10+3 мм)	100,0	12,61	33,0	100,0	15,91
Обогащение в тяжелосреднем гидроциклоне (в тяжелой суспензии, кл.-3+1 мм)					
Легкая фр.2	43,7	26,15	63,5	94,6	63,54
Тяжелая фр.2 (щебень)	56,3	33,69	2,8	5,4	3,63
Руда (кл.-3+1 мм)	100,0	59,84	29,35	100,0	67,17
Обогащение на концентрационном столе					
Легкая фр.3	36,39	21,68	87,6	79,51	76,0
Тяжелая фр.3 (щебень)	63,61	37,90	14,43	20,49	19,59
Смесь кл.-1+0 мм и легк. фр. 1 и 2	100,0	59,58	41,95	100,0	95,59
Обесшламливание					
Песок	88,8	33,66	14,96	92,08	18,04
Шламы	11,2	4,24	10,2	7,92	1,55
Тяжелая фр. стола 3	100,0	37,90	14,43	100,0	19,59
Сводные данные					
Вермикулитовый продукт (легкая фр. стола)		21,68	87,6		76,0
Хвосты обогащения					
Щебень (фр.+10 мм и тяж. фр.1 обогащения в тяж. суспензии)		0,36 6,37	- 3,2		0,78
Песок (-3 мм)					
-тяж. фр.2 гидроцикл-в -песок обесшламл.		33,69 33,66	2,8 14,96		3,63 18,04
Шламы		4,24	10,20		1,55

Таблица 3

Результаты обогащения вермикулитовой руды пробы №2 с использованием тяжелой суспензии

Продукты обогащения	Выход, %		Содержание вермикулита, %	Извлечение, %	
	от опер.	от руды		от опер.	от руды
Класс +10 мм	100,0	6,80	1,82	100,0	1,0
Обогащение в тяжелой суспензии					
Легкая фр. 1	9,05	2,73	57,22	75,28	12,70
Тяжелая фр. 1 (щебень)	90,95	27,47	1,87	24,72	4,17
Руда (кл.-10+3 мм)	100,0	30,20	6,88	100,0	16,87
Обогащение в тяжелосреднем гидроциклоне (в тяжелой суспензии, кл.-3+1 мм)					
Легкая фр.2	22,79	7,23	62,50	87,65	36,64
Тяжелая фр. 2 (щебень)	77,21	24,49	2,60	12,35	5,16
Руда (кл.-3+1 мм)	100,0	31,72	16,25	100,0	41,80
Обогащение на концентрационном столе					
Легкая фр.3	26,58	10,96	82,23	81,71	73,27
Тяжелая фр.3 (щебень)	73,42	30,28	6,66	18,29	16,40
Смесь кл.-1+0 мм и легк. фр. 1 и 2	100,0	41,24	26,74	100,0	89,67
Обесшламливание					
Песок	89,4	27,07	6,89	92,47	15,17
Шламы	10,6	3,21	4,73	7,53	1,23
Тяжелая фр. стола 3	100,0	30,28	6,66	100,0	16,40
Сводные данные					
Вермикулитовый продукт (легкая фр. стола)		10,96	82,23		73,27
Хвосты обогащения					
Щебень (фр.+10 мм и тяж. фр.1 обогащения в тяж. суспензии)		6,8 27,47	1,82 1,87		1,0 4,17
Песок (-3 мм)					
-тяж. фр. 2 гидроцикл-в -песок обесшламл.		24,49 27,07	2,60 6,89		5,16 15,17
Шламы		3,21	4,73		1,23
Итого хвостов		89,04	3,69		26,73
Руда		100,0	12,3		100,0

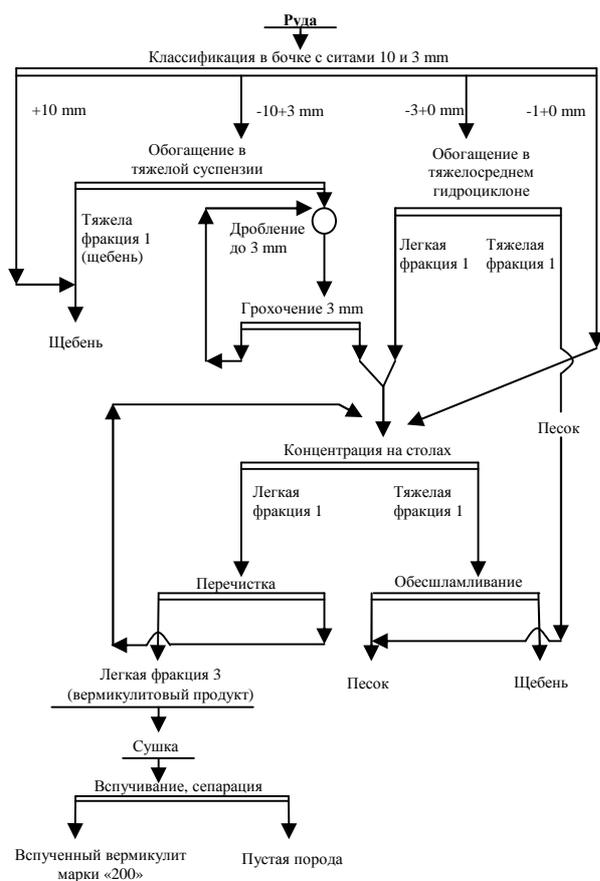


Рис. 1. Рекомендуемая схема обогащения вермикулитовой руды с использованием процесса обогащения в тяжелой суспензии

основном пироксенем (в пробе №1 -41% и в пробе №2 -70,0%), плагиоклазом (в пробе №1 -10%, а в пробе №2 находится он в единичных знаках) и роговой обманкой. Из вторичных гипергенных минералов в основном развиты монтмориллонит, гипс, ангидрит, гидроксиды и оксиды железа. Из аксессуарных минералов отмечаются апатит, рутил, ильменит, сфен, гранат, барит, титаномагнетит.

На основании изучения вещественного состава вермикулитовой руды месторождения Тебинбулак и литературных данных в качестве основного метода был принят гравитационный: отсадка, концентрация на столе, обогащение на винтовых сепараторах и в тяжелой суспензии; кроме того, использовался метод флотационного обогащения и магнитной сепарации.

В результате проведенных исследований рекомендуется два варианта способов обогащения руды: обогащение в тяжелых суспензиях и винтовых сепараторах (рис. 1-2) (табл. 2-5).

Основным ценным компонентом руды является вермикулит, содержание которого в пробе №1 составляет 26,0%, в пробе №2 12,3%. Минералы породы представлены в основном пироксенем, плагиоклазом, роговой обманкой, глинистым минералом

Таблица 4
Результаты обогащения вермикулитовой руды пробы №1 с использованием винтовых сепараторов

Наименование продуктов	Выход		Содержание вермикулита, %	Извлечение, %	
	от опер.	от руды		от опер.	от руды
Класс +10 мм		0,36	-		-
Обогащение на винтовых сепараторах класс -10+3 мм					
Легкая фр.1	50,8	6,40	56,4	86,8	13,81
Тяжелая фр.1	49,2	6,20	8,8	13,2	2,1
Класс -10+3 мм	100,0	12,61	33,0	100,0	15,91
Класс -3+0 мм					
Легкая фр.2	43,5	37,86	49,6	85,4	71,81
Тяжелая фр.2	56,5	49,18	6,53	14,6	12,28
Класс -3+0 мм	100,0	87,04	25,27	100,0	84,09
Обогащение на концентрационном столе					
Легкая фр. 3	51,02	22,58	85,5	86,24	73,84
Тяжелая фр. 3	48,98	21,68	14,21	13,76	11,78
Легкие фр. 1 и 2	100,0	44,26	50,6	100,0	85,62
Обесшламливание					
Песок	87,7	43,12	6,9	92,28	11,33
Шламы	12,3	6,06	4,1	7,72	0,95
Тяжелая фр.2	100,0	49,18	6,53	100,0	12,28
Сводные данные					
Вермикулитовый продукт (легк фр стола)		22,58	85,5		73,84
Хвосты обогащения:					
Щебень (фр.+10 мм и тяжелая фр.1)		0,36	-		-
Песок (-3 мм)		6,20	8,8		2,1
- песок		21,68	12,4		11,78
- песок обесшл.		43,12	6,9		11,33
Шламы		6,06	4,1		0,95
Итого хвостов		77,42	8,84		26,16
Руда		100,0	26,15		100,0

Таблица 5

Результаты обогащения вермикулитовой руды пробы №2 с использованием винтовых сепараторов

Наименование продуктов	Выход		Содержание вермикулита, %	Извлечение, %	
	от опер.	от руды		от опер.	от руды
Класс +10 мм		6,8	1,82		1,0
Обогащение на винтовых сепараторах класс -10+3 мм					
Легкая фр.1	56,52	17,07	10,25	84,2	14,20
Тяжелая фр.1	43,48	13,13	2,5	15,8	2,67
Класс -10+3 мм	100,0	30,20	6,88	100,0	16,87
Класс -3+0 мм					
Легкая фр.2	21,65	13,64	56,21	75,9	62,34
Тяжелая фр.2	78,35	49,36	4,93	24,1	19,79
Класс -3+0 мм	100,0	63,0	16,03	100,0	82,13
Обогащение на концентрационном столе					
Легкая фр.3	32,32	9,93	80,8	85,17	65,2
Тяжелая фр.3	67,68	20,78	6,89	14,83	11,34
Легкие фр. 1 и 2	100,0	30,71	30,66	100,0	76,54
Обесшламливание					
Песок	89,15	62,53	5,74	93,77	29,19
Шламы	10,85	7,61	3,14	6,23	1,94
Тяжелая фр. 2	100,0	70,14	5,46	100,0	31,13
Сводные данные					
Вермикулитовый продукт (легк. фр. стола)		9,93	80,80		65,20
Хвосты обогащения:					
Щебень (фр.+10 мм и тяжелая фр.1)		19,93	3,91		3,67
Песок обесшл. (-3 мм)		62,53	5,79		29,19
Шламы		7,61	3,16		1,94
Итого хвостов		90,07	4,78		34,8
Руда		100,0	12,3		100,0

(монтмориллонитом), эпидотом, цоизитом, гипсом, ангидритом, баритом, биотитом, хлоритом, рутилом, ильменитом, апатитом.

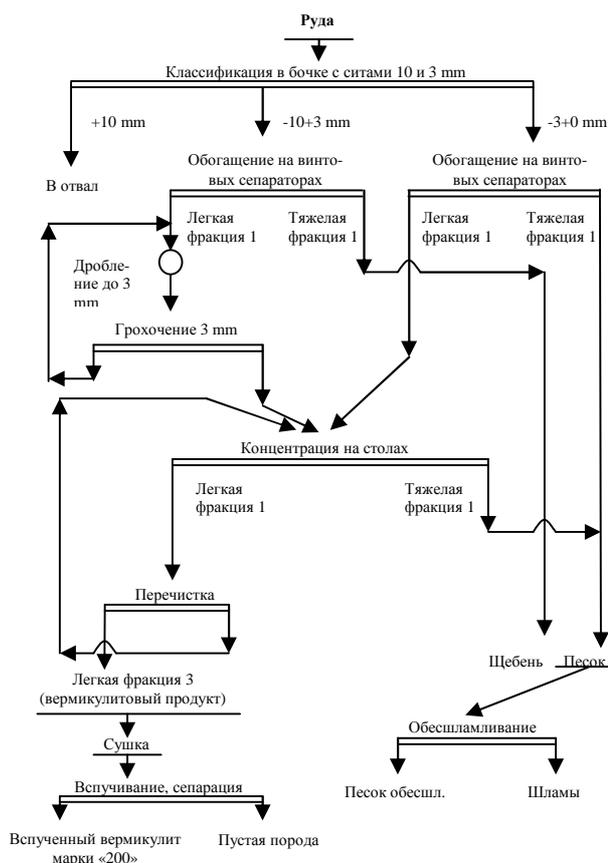


Рис. 2. Рекомендуемая схема обогащения вермикулитовой руды с использованием винтовых сепараторов

По крупности материал проб представлен в основном классами менее 3 мм: крупнее 3 мм 12,97% от общей массы пробы №1 и 37,0% от массы пробы №2.

По результатам исследований для переработки вермикулитовой руды рекомендуются два варианта

гравитационной схемы с использованием процессов обогащения в тяжелой суспензии либо на винтовых сепараторах.

По первому варианту получен продукт из пробы №1, содержащий 87,6% вермикулита при его извлечении 76,0% от руды; из пробы №2 – 82,23% при извлечении 73,27% от руды. По второму – с содержанием 85,5 и 80,8% вермикулита при извлечении 73,84 и 65,2% соответственно.

По своему качеству полученные продукты по ГОСТ 12865-67 представлены в основном средней фракцией – 5+0,6 мм (около 63,0%) и мелкой фракцией 0,6+0 мм (менее 37,0%). Все полученные концентраты соответствуют марке 200 (объемная насыпная масса 169-198 kg/m³) выхода продуктов 21,68-10,96% и 22,58-9,93% от исходного материала соответственно.

После сушки вермикулитовые продукты обжигаются, после чего отделяется вспученный вермикулит – конечная продукция.

Список литературы:

1. Терновой В.И. Вермикулит. Методические указания по производству геологоразведочных работ на неметаллические полезные ископаемые. М., «Недра», 1980, 46с.
2. Методические рекомендации №29. Испытания обогатимости руд в тяжелых суспензиях. М., ВИМС, 1985
3. Карасаева Т.П., Сычук В.Ф., Гершенко А.Ш., Поздняков А.А. Обогащение мелких классов вермикулитовой руды Ковдорского месторождения. В сб.: «Обогащение апатитовых, вермикулитовых и перовскитовых руд», «Наука», Л., 1967
4. Карасаева Т.П., Сычук В.Ф., Гершенко А.Ш. Промышленные испытания технологии обогащения мелких классов вермикулитовой руды Ковдорского месторождения. В сб.: «Вопросы теории и практики обогащения руд», «Наука», Л., 1971, с.165-170.

УДК 622.75/.77

© Лунин С.В., Федянин А.С. 2010 г.

РУДОПОДГОТОВКА И ОБОГАЩЕНИЕ НИЗКОСОРТНЫХ СУЛЬФИДНЫХ РУД МЕТОДОМ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

Лунин С.В., директор Центрального рудоуправления НГМК; Федянин А.С., зам начальника ПТО Центрального рудоуправления НГМК, канд. техн. наук

Вовлечение в переработку упорных сульфидных руд с использованием сухих технологий предварительного обогащения является перспективным инновационным направлением развития золотоперерабатывающего производства. Данные технологии значительно снизят трудовые, транспортные, энергетические затраты во всех операциях обогащения при одновременном решении природоохранных

мероприятий.

Основной задачей в данной связи является выбор критериев, по которым на стадии горных работ из исходной массы с низким содержанием золота возможно выделение обогащенного продукта, удовлетворяющего требованиям к качеству продукта, вовлекаемого в переработку и потерям золота в хвостах обогащения при соблюдении высокой тех-

Таблица 1

Размер фракции	Вес фракции, г	Выход, %	Au, g/t	K обог.
+6,30 mm	4681	10,8	0,45	0,58
+4,75 - 6,30 mm	4750	11,1	0,43	0,56
+3,35 - 4,75 mm	10570	24,5	0,77	1,00
+1,18 - 3,35 mm	11987	27,8	0,80	1,04
-1,18 mm	11162	25,8	0,95	1,23
Исходная руда	43150	100	0,75	

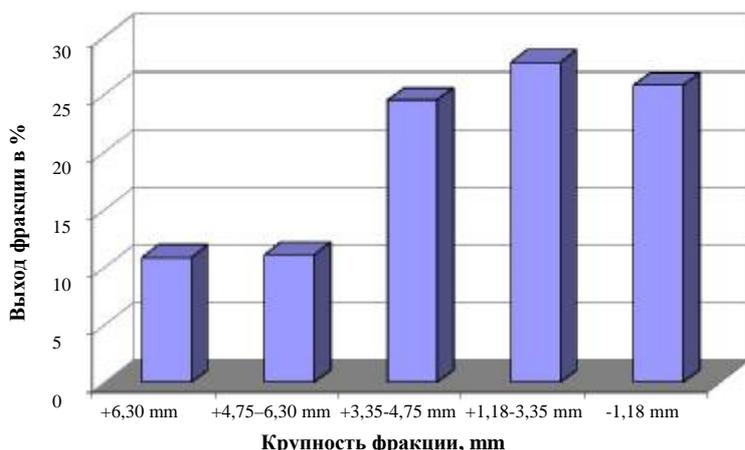


Рис. 1. Гранулометрическое распределение фракций по крупности

нико-экономической эффективности и производительности горно-перерабатывающего производства.

На сегодняшний день силами НГМК, совместно с Всероссийским НИИ химической технологии (ВНИИХТ) и ЗАО «ИНТЕГРА», изучена крупнопорционная контрастность золотосодержащих руд месторождения Кокпатас, установлены физические признаки разделения и разработаны эффективные алгоритмы классификации руд по сортам содержания золота на основе косвенных разделительных признаков. Построен рудо-сепарационный комплекс, позволяющий проводить обогащение сульфидных руд в 1,4 раза. Дальнейшая технологиче-

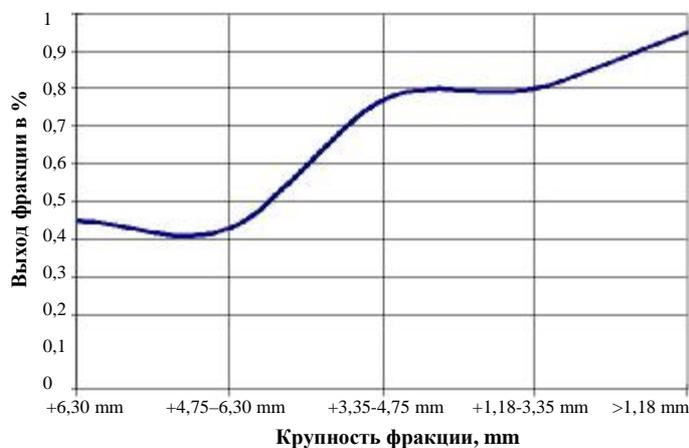


Рис. 2. Зависимость содержания золота от класса крупности

ская схема переработки сульфидно-мышьяковистых золотосодержащих руд на заводе (ГМЗ-3) включает вскрытие золота разложением сульфидных минералов железа во флотоконцентрате по технологии BIOX и последующее извлечение золота методом флотации и сорбционного цианирования.

Однако по технологии BIOX могут перерабатываться только руды с содержанием золота более 3,5 g/t, вследствие чего 2/3 добытых запасов в переработку не вовлекаются, а складываются в резерв на длительную перспективу.

В этой связи актуальным является вовлечение в переработку резервных запасов сульфидных руд с целью достижения более полного извлечения золота из добытых руд.

В данной связи основной задачей исследований являлась разработка сухого механического способа разделения рудных минералов и пустой породы, отличающихся по удельной плотности и твердости, с целью обогащения (рудоподготовки) низкосортных сульфидных и окисленных руд.

Объектом исследований являлись крупнодробленые пробы упорных сульфидно-мышьяковистых руд месторождения Кокпатас, отобранных с «хвостов» РСК.

Для практического подтверждения возможности обогащения сульфидных руд методом сухого дробления и последующей гранулометрической классификации на базе ЦКВЗ было проведено дробление пробы упорных сульфидных руд, взятой со склада хвостов рентгенорадиометрической сепарации, осуществляемой на рудо-сепарационном комплексе (РСК) рудника «Восточный» месторождения Кокпатас.

В процессе исследований оптимальные параметры по степени нагрузки были установлены при ширине щели валковой дробилки равной 3,35 mm. Предварительное разделение продуктов дробления было поделено на 5 фракций (-1,18 mm; +1,18 - 3,35 mm; +3,35 - 4,75 mm; +4,75 - 6 mm и +6 mm). В каждой фракции определялось содержание золота. Распределение фракций сульфидных руд по крупности, зависящей от прочностных свойств породной матрицы, и содержания в них золота приведено в табл. 1.

Установлено, что в результате дробления исследуемой технологической пробы в классах крупности + 4,75 mm наблюдается обеднение по содержанию золота (~0,44 g/t), в сравнении с исходным (0,75 g/t), а по остальным классам крупности - обогащение, наибольшее для фракции - 1,18 mm (0,95 g/t), т.е. в 1,5 раза (рис. 1, 2).

Следовательно, гранулометрическую классификацию при щадящем дроблении можно рекомендовать в качестве весьма простого, эффективного и производительного способа предварительного обогащения низкосортных сульфидных руд. Способ будет также весьма эффективен для обогащения рудной мелочи (просыпи), образующейся при подготовке руд для покусковой сепарации на РСК и в процессе её.

Результаты проведенных исследований позволяют говорить о целесообразности проведения аналогичных исследований для рудоподготовки отвалов низкосортной горнорудной массы вскрышных пород рудника Мурунтау.

В случае положительных результатов рудоподготовки способом гранулометрической классифи-

кации породные отвалы ЦПТ можно будет рассматривать как исходное сырье для получения товарной руды для ГМЗ-2 и ЦКВЗ.

Выводы:

Практическими исследованиями сухого способа механического обогащения методами дробления и гранулометрической классификации (грохочения) пробы сульфидной низкосортной руды месторождения Кокпатас доказана возможность предварительного обогащения таких руд разделением их по прочностным свойствам.

На стадии такой рудоподготовки из исходной массы с низким содержанием золота возможно выделение обогащенного продукта с производительностью, удовлетворяющей требованиям заводского передела.

УДК 621.313.045.001.2

© Бобожанов М.К., Шайматов Б.Х., Холмурадов М.Б. 2010 г.

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Бобожанов М.К., профессор кафедры «Электроснабжение» ТГТУ, докт. техн. наук; Шайматов Б.Х., заведующий кафедрой «Электроснабжение» НГИИ, канд. техн. наук; Холмурадов М.Б., магистрант БухТИПилП

Актуальность проблемы:

В Республике Узбекистан в эксплуатации находятся несколько тысяч электродвигателей с тяжелыми условиями пуска и работы. В первую очередь, сюда относятся электроприводы, используемые в горной промышленности.

На предприятиях этой отрасли в эксплуатации находится большое количество шаровых мельниц и дробилок, которые служат для измельчения руды.

Если учесть, что для получения нескольких граммов золота нужно обработать тонны руды, то можно представить, сколько тонн руды нужно измельчать для получения вышеназванного количества драгоценного металла.

На приводе вышеназванных установок установлены асинхронные и синхронные двигатели, которые работают в повторно кратковременном или продолжительном режимах.

Пуск этих двигателей осуществляется под нагрузкой, причем через несколько элементов, таких как редуктор, ременная передача, муфты и другие промежуточные элементы.

Имеется большое количество аварийных отказов узлов привода: горят подшипники, ломаются зубья шестерен, а также зубчатые колеса редуктора, выходят из строя двигатели. Трудоемкость ремонта и эксплуатации сильно сказывается на производительности мельниц.

Кроме этого, на приводах вентиляторов, насосов, компрессоров и других турбомеханизмах используется односкоростные и двухскоростные асинхронные двигатели.

Они также работают в повторно кратковременном режиме в зависимости от времени года, суток. Например, при интенсивной работе шаровых мельниц система вентиляции также должна работать усиленно для обеспечения выброса загрязненного воздуха за пределы помещения. Пуск, останов и переключение с одной скорости на другую требуют подробного изучения кривых переходных процессов и определения величин токов, моментов и потерь.

Ремонт таких двигателей обходится предприятию дорого, так как цена обмоточной меди и изоляционных материалов очень высока и плюс к этому, ремонт таких двигателей составляет длительное время, приводящий к дополнительным затратам на ремонт. Замена и ремонт механических элементов также очень дороги.

Одним словом, расходы на замену и ремонт электродвигателей и связанных с ним механических частей и электроаппаратуры ответственных механизмов составляют несколько миллиардов сумов в год.

Для обеспечения надежной эксплуатации вышеназванных двигателей с целью предупреждения вы-

хода их из строя необходимо изучить и проанализировать имеющиеся в них переходные процессы.

Следует отметить, что нагрузка на валу двигателя, являющаяся результатом различных переходных процессов, не может быть рассчитана без исчерпывающих знаний характеристик всех элементов на валу, включая приводную машину.

Для подробного изучения переходных процессов и определения нужных энергетических и механических параметров в вышеперечисленных установках нужен метод, который позволил бы получить более точные результаты.

Метод решения проблемы:

Разработаны несколько методов для аналитической теории многофазных машин в переходных процессах [1-3].

Самым известным является метод d/q компонентов (составляющих) и мгновенных симметричных компонентов.

Оба метода основаны на одинаковых моделях и поэтому результаты получаются одинаковыми. Предпочтительным является метод мгновенных симметричных составляющих, который был предложен профессором Массачусетского технологического университета W. Lyon, а подходящим методом для расчета переходных процессов является новая теория профессора H. Seinsch из университета Ганновера [4], при этом в основу положено применение метода симметричных составляющих для расчета переходных процессов в электрических машинах переменного тока.

В методе также умело использовано преобразование Лапласа для представления уравнения в операторной форме.

Этот метод позволяет учитывать промежуточные механические элементы (например, редуктор, муфты, пружины и т.д.) и дает возможность наиболее точно определить значения пусковых токов и моментов, ударных моментов и токов, значения токов к.з. при различных режимах, а также изучить изменение скорости двигателя.

Метод позволяет изучать переходные процессы в следующих режимах:

- а) прямой пуск;
- б) пуск при схеме «звезда» с последующим переходом на схему «треугольник»;
- в) пуск с заторможенным ротором;
- г) пуск с высокоинерционной нагрузкой;
- д) внезапное трехфазное короткое замыкание;
- е) внезапное двухфазное короткое замыкание;
- ж) трансфер системы;
- з) разрыв одной фазы.

Вместе с тем в установках с тяжелыми условиями пуска целесообразно применение двухскоростных двигателей с полюсопереключаемыми обмотками.

Использование таких двигателей позволит осуществить ступенчатый пуск, т.е. сначала двигатель будет запускаться на первой скорости и после разгона переключаться на вторую, более высокую скорость.

Тем самым достигается осуществление облегченного пуска больших двигателей, за счет которого достигается экономия электроэнергии и удлиняется их срок службы.

Односкоростные двигатели, которые в течение долгого времени работают в недогруженном режиме, могут быть также заменены полюсопереключаемыми двигателями.

Переключением на более низкую скорость будет обеспечиваться рациональное потребление электроэнергии.

На кафедре «Электроснабжение» Ташкентского государственного технического университета проводятся научные исследования по созданию нового поколения энергосберегающих электрических машин [5].

Как результат проведенных исследований был разработан новый метод, с помощью которого были получены схемы полюсопереключаемых обмоток на широкий диапазон соотношений полюсов и фаз с упрощенной технологией изготовления и с улучшенными электромагнитными показателями. С применением данных обмоток были спроектированы, изготовлены и успешно испытаны двухскоростные двигатели на разные соотношения полюсов.

Эти двигатели по своим энергетическим параметрам близки к обычным двигателям нормального исполнения с обеих сторон.

Это означает, что один такой двигатель может заменить два односкоростных двигателя нормального исполнения.

Как показал опыт работы по разработке и внедрению двухскоростных асинхронных двигателей с полюсопереключаемыми обмотками, прежде чем установить новый двухскоростной двигатель, нужно изучить и проанализировать данные переходные процессы.

Таким образом, переходные процессы на ответственных механизмах должны быть тщательно изучены, проанализированы и выработаны соответствующие выводы, с тем, чтобы обеспечить надежную и экономичную работу электрических двигателей.

Список литературы:

1. И.М. Постников. *Обобщенная теория и переходные процессы электрических машин.* «Высшая школа», Москва, 1975.
2. И.И. Трещев *Электромеханические процессы в машинах переменного тока.* «Энергия», Ленинград, 1980.
3. И.А. Сыромятников. *режимы работы асинхронных и синхронных двигателей.* Энергоатомиздат, Москва, 1984.
4. Н.О. Seinsch. *„Ausgleichsvorgaenge bei elektrischen Antriebe“.* B.G.Teubner Stuttgart, 1991.
5. М.К. Бобожанов. *Электрические машины с полюсопереключаемыми обмотками используемые в целях энерго- и ресурсосбережения. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук.* Ташкент, 2006.

БЕСКОНТАКТНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ КОНДЕНСАТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Бобожанов М.К., профессор кафедры «Электроснабжение» ТГТУ, докт. техн. наук; **Саъдуллаев М.С.**, старший преподаватель НГГИ

Важным вопросом компенсации реактивной мощности является снижение потерь активной мощности, а также повышение качества электроэнергии в промышленных предприятиях (рис. 1, 2).

Для автоматической регулировки реактивной мощности, вырабатываемой конденсаторными батареями, существуют различные устройства и методы: автоматическое регулирование мощности конденсаторных батарей по напряжению на шинах подстанции, регулирование по току нагрузки, использование бесконтактных элементов-транзисторов, регулирование в зависимости направления реактивной мощности по показаниям прибора коэффициента мощности, применение устройства АРКОН и др. [1, 2].

Вышеперечисленные устройства отличаются своими большими габаритами из-за наличия контактных систем, большим расходом материалов и повышенной потребляемой мощностью, а также недостаточной надёжностью в работе и сложной схемой управления мощностью конденсаторных батарей.

Данная проблема может быть решена путем создания малогабаритных переключателей устройств с использованием бесконтактных элементов [3].

Нами предлагается устройство автоматического регулирования мощности конденсаторных батарей на базе бесконтактных элементов с использованием электронного реле напряжения и тиристоров [4]. Это устройство отличается своей простотой, надёжностью работы и потребляет меньше мощности, чем другие устройства автоматического регулирования мощностей конденсаторных батарей.

В устройстве применена бесконтактная система, которая работает непосредственно в тесной увязке с регулируемой конденсаторной батареей, а также изменением регулируемого параметра сети. В качестве управляющего элемента использовано электронное реле максимального напряжения, а коммутирующим элементом для коммутации конденсаторных батарей использованы тиристоры соответствующих марок.

Устройство работает таким образом: при напряжении 180 В на части II электронного реле напряжения с одного конца вторичной

обмотки трансформатора Тр1 подаётся сигнал через резистор R₃, диод VD₂ и резистор R₇, а также через резистор R₄ на управляющие электроды тиристоров VS₃ и VS₄. При этом другой конец вторичной обмотки подключен к силовому электроду тиристора VS₄. Последовательно открываются тиристоры VS₃ и VS₄, затем VS₅. Подается напряжение к трансформатору Тр2. Далее открываются тиристоры VS₇, VS₈ и VS₉ и включаются

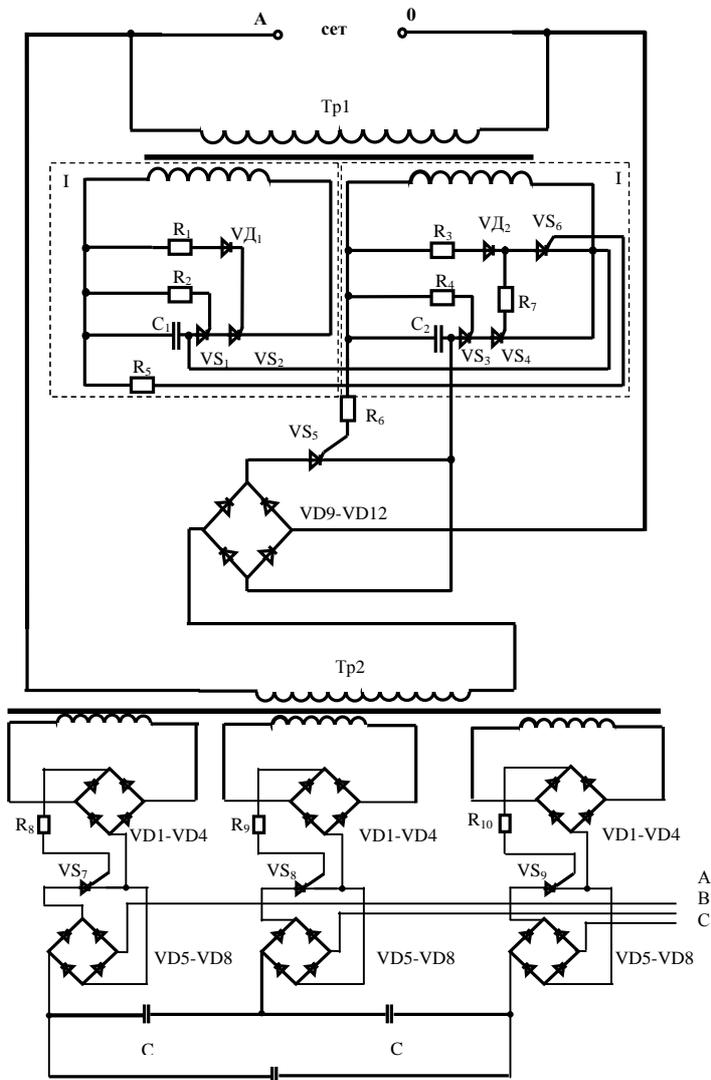


Рис. 1. Схема бесконтактного тиристорного устройства для регулятора мощности конденсаторных установок в функции напряжения

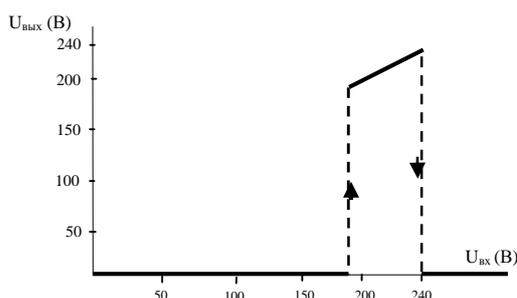


Рис. 2. Характеристика «вход- выход»

силовые конденсаторные батареи к сети.

При повышении напряжений сети до 240 В срабатывает первая часть электронного реле напряжения, и открывается тиристор VS_6 , создается

замкнутая цепь через R_3 , диод VD_2 и VS_6 по вторичной обмотке второй части электронного реле напряжения. Сигнал снимается с управляющего электрода VS_5 , и снимается напряжение от Tr_2 , отключается конденсаторная установка из сети. При уменьшении напряжения сети происходит обратный процесс и включается трехфазная конденсаторная батарея (рис. 1).

Характеристика напряжения входа и выхода при работе устройства приведена на рис. 2.

Предложенное устройство автоматического регулирования мощности компенсирующих устройств рекомендуется применять в схемах устройств автоматики в качестве бесконтактной коммутационно - регулирующей аппаратуры в системах электро-снабжения.

Список литературы:

1. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию, под общей редакцией А.А.Федорова, том I. М.: Энергоатомиздат, 1986г.
2. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1984 г.
3. Баркан Я.Д. Автоматическое управление режимом батарей конденсаторов. М.: Энергия 1978г.
4. Журнал «Электрика» Москва 2005г. №5 с22-24.

УДК.631.371

©Мавлонов Ж.А., Атауллаев А.О. 2010 г.

К ЗАДАЧЕ СОСТАВЛЕНИЯ УРАВНЕНИЯ БАЛАНСА МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ

Мавлонов Ж.А., ассистент кафедры «Электроснабжения» НГГИ; Атауллаев А.О., доцент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ, канд., техн. наук

Балансы мощности составляются на каждый прогнозируемый период с целью покрытия нагрузки и создания определенного резерва, обеспечения ремонта оборудования. Составление балансов электроэнергии требуется для решения вопросов эксплуатации энергосистем, в первую очередь, для определения основных технико-экономических и финансовых показателей работы энергосистемы. В данной работе предлагается один из способов составления уравнения баланса мощности и энергии.

Баланс активной мощности составляется при условии поддержания в энергосистеме частоты 50 Гц, а баланс реактивной мощности - при обеспечении напряжения у приемников электроэнергии в пределах, регламентированных ГОСТ.

При балансе должны соблюдаться условия:

$$P_{расп} = P_{нагр} + P_{рез} + P_{рем} + \Delta P_{пот} \pm P_{перет} \text{ при } f = 50 \text{ Гц,}$$

$$Q_{ирм} = Q_{нагр} + Q_{рез} + \Delta Q_{пот} \pm Q_{перет} \text{ при } U_{i\min} < U_i < U_{i\max},$$

$$i = 1, 2, \dots, n,$$

Где $P_{расп}$, $P_{нагр}$, $P_{рез}$, $P_{рем}$, $\Delta P_{пот}$, $P_{перет}$ – располагаемая мощность источников активной мощности, мощность нагрузки, ремонтный резерв, потери активной мощности и сальдо-переток в соседние электроэнергетические системы;

$Q_{ирм}$, $Q_{нагр}$, $Q_{рез}$, $\Delta Q_{пот}$, $Q_{перет}$ – аналогичные величины, касающиеся реактивной мощности; n - число узлов. [1].

При решении упомянутых выше задач должны учитываться резервы и ограничения электрической мощности электростанций, объемы плановых капитальных, средних и текущих ремонтов (аварийные снижения мощности определяются вероятностным расчетом на основе показателей аварийности оборудования).

Параметры (мощности и длительности ремонтного состояния) агрегатов, выводимых в капитальные и средние ремонты, являются детерминированными величинами, поскольку эти ремонты планируют на год, исходя из нормативов периодичности и продолжительности ремонтов.

Значение мощности генерирующих агрегатов, находящихся в аварийном ремонте, определяется на основании статистики за ряд лет наблюдений.

При определении значений располагаемой и рабочей мощности необходимо учитывать сезонное снижение мощности гидроэлектростанций, обусловленное уменьшением напора во время весеннего половодья из-за роста уровня нижнего бьефа, и в зимние месяцы снижением уровня верхнего бьефа из-за

отработки водохранилищ.

Наряду с прогнозом мощности, необходимой для покрытия нагрузки, при долгосрочном планировании определяется количество электроэнергии W_{Σ} , которое может быть выработано электростанциями. В первом приближении возможная выработка электроэнергии оценивается по числу T_{yi} часов использования установленной мощности:

$$W_{\Sigma} = \sum P_{yi} T_{yi} .$$

При составлении балансов электроэнергии в энергосистеме необходимо учитывать и межсистемные перетоки энергии. Энергосистемы, планирующие прием электроэнергии от других энергосистем, должны учитывать ее как свои ресурсы, а передачу электроэнергии в другие энергосистемы необходимо рассматривать как нагрузку. [2].

Суммарная потребность в электроэнергии на планируемый период времени определяется анализом тенденции ее роста за прошедшие годы, расчетами потерь электроэнергии в сетях и потребления электроэнергии на собственные нужды электростанций. Поскольку электроэнергия не может накапливаться, то суммарная потребность в ней определяет необходимую ее выработку на электростанциях.

Текущее планирование баланса электроэнергии ведется в три этапа. На первом этапе до наступления текущего года производится разбивка баланса энергии по кварталам и в целом на весь год. На втором этапе составляется прогноз баланса электроэнергии за 15 дней до наступления следующего квартала. На третьем этапе месяц разбивается по суткам и с учетом коэффициентов неравномерности определяется выработка электроэнергии региональных энергоуправлений.

Располагаемая мощность электроэнергетической системы должна быть больше максимальной мощности нагрузки, иначе любой отказ, связанный с отключением генерирующей мощности, приведет к дисбалансу генерации и потребления, а следовательно, и к снижению частоты, отклонение которой от номинального значения рассматривается как отказ функционирования. При предельной загрузке электропередачи случайное увеличение мощности может привести к

нарушению термической стойкости или статической устойчивости. Отсутствие трансформаторного резерва на понизительной подстанции связано с отключением нагрузки при аварийном или плановом отключении трансформатора. Число примеров необходимости резерва в электроэнергии может быть многократно умножено.

Расходная часть баланса энергии включает в себя:

1. Общее электропотребление. Данные берутся из годовых прогнозов.

Сюда входят:

- потребители энергии;
- потери в сети;
- электропотребление на собственные нужды электростанций (определяется как функция от выработки электроэнергии на РЭУ и отпуска тепловой энергии с коллекторов электростанций);
- производственные нужды, сюда относится электропотребление котельных и насосных станций теплоснабжения;

2. Передачу электроэнергии в ОЭС, которая определяется как остаток от ресурсов электроэнергии с учетом плана ОДУ.

Таким образом, составленное данным способом уравнение баланса мощности и энергии является одной из наиболее важных задач резервирования в электроэнергетической системе, обоснованием резерва, предназначенного для компенсации случайных событий, приводящих к дефициту мощности (спрос превышает предложение).

Дефицит мощности может возникнуть по двум причинам. Во-первых, возможно случайное отключение генерирующей мощности, а во-вторых, - незапланированное повышение спроса мощности P_n нагрузки. В результате при эксплуатации актуальна задача распределения как во времени, так и в пространстве полного резерва мощности между его ремонтной и оперативной составляющими.

Список литературы:

1. Баркан С.А. Эксплуатация электроэнергетических систем. С.А.Баркан. М.: Высш. школа. 1990. 304с.
2. Мотыгина С.А. Эксплуатация электрической части тепловых электростанций. С.А. Мотыгина. М.: Энергия, 1999. 568 с.

УДК 677.4

© Рустамов М.К., Каримов М.М., Мухамедиев М.Г., Мухиддинов Б.Ф. 2010 г.

СИНТЕЗ ВОЛОКНИСТЫХ ИОНООБМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА И ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Рустамов М.К., научный сотрудник НУУз; Каримов М.М., старший научный сотрудник НУУз, канд. хим. наук; Мухамедиев М.Г., зав. кафедрой химии полимеров НУУз, докт. хим. наук; Мухиддинов Б.Ф., проректор по науке НГГИ, докт. хим. наук, профессор

Успешное решение проблем получения ионообменных волокон и применение их в качестве различного рода сорбентов имеет важное значение для

создания новых эффективных ионообменных материалов для различных отраслей промышленности. Проявляемый к этой проблеме интерес обусловлен

целым рядом технических и экономических преимуществ волокнистых ионообменников перед гранулированными ионитами. По сравнению с зернистыми ионитами ионообменные волокна обладают значительно более развитой поверхностью для сорбции. Так, удельная поверхность гранулированных ионитов составляет около $100 \text{ m}^2/\text{kg}$, в то время как удельная поверхность волокон достигает $2000\text{-}3000 \text{ m}^2/\text{kg}$.

Вследствие этого может происходить увеличение скорости сорбции в несколько раз при сравнительных хемосорбционных процессах у волокнистых материалах, чем у зернистых [1]. Кроме этого, они в отличие от пространственных полимеров, какими являются синтетические иониты волокна, будучи построены из линейных (или разветвленных) макромолекул, проявляют лучшую способность к набуханию и отличаются меньшей сопротивляемостью. Причем свойства волокон могут быть скорректированы сочетанием двух методов - ориентацией и сшивкой, тогда как у смол первый фактор не реализуется.

Иначе говоря, ориентация волокон, приводящая в известной мере к их гидрофобизации, позволяет исключить множество межцепных сшивок или ограничиться минимальным числом поперечных связей в том случае, когда гидрофобность волокон оказывается достаточной. Таким образом, обладая более развитой активной поверхностью и лучшей способностью к набуханию, ионообменные волокна обеспечивают более благоприятную кинетику ионного обмена, чем соответствующие смолы.

Все эти теоретические предпосылки являлись фундаментом для начала исследований в области получения ионообменных волокнистых материалов.

Наличие крупнотоннажно выпускаемого у нас в республике на ОАО «Навоиозот» полиакрилонитрильного волокна нитрон, которое как будет показано ниже, является очень хорошим объектом для химической модификации и для получения ионообменных материалов, делает это направление экономически очень привлекательным и доступным. Причем наряду с получением ионообменников на основе товарной продукции нитрона большое значение имеет переработка не утилизируемых отходов этого производства в ионообменные материалы.

Анализ литературных данных показывает, что благодаря высокой и разнообразной в химическом отношении способности циангруппы, свойства полиакрилонитрила (ПАН) можно сравнительно легко модифицировать путём обработки его минеральными кислотами и щелочами, а также различными органическими соединениями. Нитрильные группы ПАН под воздействием 75-95%-ной серной кислоты при комнатной температуре превращаются в амидные, имидные, амидиновые и карбоксильные группы [2]. Обработка ПАН 60%-ной азотной ки-

слотой при 80°C получается полимер, состоящий в основном из звеньев акрилонитрила и акриламида, близкий по строению полимеру, получаемому при взаимодействии ПАН с 70%-ной серной кислотой [2]. Нитрильные группы ПАН гидролизуются также при действии концентрированной соляной кислоты в диметилформамиде и при длительном выдерживании в атмосфере хлористого водорода. Практически более важным полимераналогичным превращением ПАН является его щелочной гидролиз. Наиболее часто гидролиз ПАН проводится при $90\text{-}100^\circ\text{C}$ под воздействием NaOH и избытка воды, где образуется акриламидные и карбоксильные группы [3]. Полученные таким образом полимеры нашли широкое применение в качестве загустителей, флокулянтов, защитных коллоидов, при получении покрытий для текстильных материалов, при отделке кожи и других.

Таким же образом могут быть получены слабокислые катионообменные материалы волокнистого типа. Однако для получения разнообразных хемосорбционных материалов необходима модификация ПАН с различными аминами, при которой образуются макромолекулы со сложными химическими структурами.

Так при модификации ПАН этаноламином при 90°C происходит нуклеофильное присоединение этаноламина к нитрильной группе и образования N-оксиэтиламинидных звеньев, который в дальнейшем подвергается внутримолекулярной конденсации с образованием оксазоминовых фрагментов. Получаемый полимер легко гидролизуеться, в результате чего модифицированные звенья превращаются, в основном, в звенья N-(2-оксиэтил) акриламида и акрилата аммония [4].

Имеется много публикаций, посвященных модификации ПАН гидразингидратом. При модификации происходит частичное сшивание макроцепей, основанное на взаимодействии двух нитрильных групп с двумя молекулами гидразина, в результате чего образуются 4-амино-1,2,4-триазольные кольца, замещенные в положениях 3 и 5 макромолекулярными остатками. Полученные таким образом полимеры обладают достаточно высокой обменной емкостью и находят применение в сорбционных процессах [5].

Одним из признанных научных центров получения волокнистых сорбентов на основе ПАН является школа химиков, созданная заслуженным деятелем науки РУз, доктором химических наук, профессором У.Н. Мусаевым на кафедре химии полимеров НУУз им. М. Улугбека. В течение ряда лет ими были проведены фундаментальные исследования по разработке научных основ создания ионообменных волокнистых материалов модификацией выпускаемого ОАО «НАВОИАЗОТ» волокна нитрон и выявлены ряд областей применения этих материалов. В частности, Б.Ш. Хахимжановым, М.Г. Мухамедие-

менников позволила рекомендовать их для улавливания паров ртути из промышленных воздушных выбросов, а также в качестве фильтров для индивидуальных средств защиты [13].

Одним из наиболее остро стоящих экологических проблем является очистка сточных вод широко распространенных гальванических производств от ионов цветных и тяжелых металлов, особенно от хрома (VI), который, будучи очень сильным окислителем, при попадании в организм отрицательно влияет на жизненно-важные органы. Нами установлено, что полученный ионообменный материал эффективно сорбирует бихромат ионы из кислых растворов. Например, динамическая обменная ёмкость достигает до 300 mg/g при pH=1. Найдены условия регенерации сорбентов при насыщении и показана возможность многократного использования предлагаемого ионообменного волокна.

На основе проведенных исследований разработанный сорбент был рекомендован для очистки сточных вод гальванических цехов хромирования от ионов Cr(VI) и концентрирования технологических растворов [14].

При сравнении различных форм полученных ионообменных материалов было установлено, что модифицированные этилендиамином ПАН волокон проявляют большую сорбционную способность

к ионам меди, что указывает на возможность влияния на селективность получаемых анионитов подбором модифицирующего реагента.

Преимущество получаемых ионообменных волокон над зарубежными ионитами также было подтверждено совместными с российскими учёными исследованиями сравнительной оценки сорбционной способности различных сорбентов по урану из модельных растворов [15]. Установлено, что разработанные нами волокнистые ионообменные материалы обладают в 4 раза большей сорбционной способностью, чем широко используемые в промышленности для извлечения урана иониты фирмы «Purolite». Совместными исследованиями также установлена возможность очистки сточных вод от радиоактивных изотопов тяжелых металлов (в частности хрома).

Из вышеизложенного видно, что при модификации нитрона различными аминами могут быть получены волокнистые ионообменные материалы, обладающие широким спектром сорбционных свойств. На основе проведенных исследований нами были разработаны опытно-промышленные очистные установки в качестве фильтров, в которых устанавливались волокна, нетканые и тканые полотна из разработанных ионообменных материалов. Данные установки были внедрены на нескольких предприятиях Узбекистана и России [12].

Список литературы:

1. Зверев М.П. Хемосорбционные волокна. –М.: Химия, 1981, -192 с.
2. Соколова Е.А., Васильева К.Н., Кудрявцев Г.Н., Стрелихеев А.А. Исследования процесса омыления полиакрилонитрила серной кислотой. //Журн. прикл. химии. -1958, т. 31. с 785-788
3. Мамедов М.Ф., Серебряков Б.Р., Буният-Заде А.А., Дадашев Т.Б. Исследование кинетики щелочного гидролиза полиакрилонитрила. Высокомолек. соед. -1972. т 14 А, N1 с107-111.
4. Dragon S., Barboin V., Patrani I., Dima M., Cations polyelectrolites III Nitrile group reaction of macromolecular compounds with N,N-dialkylaminoalkylamines. // I. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed. 1981. V19, p. 2869-2880.
5. Ананьева Т.А., Иванова Г.В., Ятчев Н.И. и др. Волокнистый ионит полиаминного типа на основе полиакрилонитрильных волокон //Журн. прикл. химии. -1984. N8 с. 1014-1017.
6. Гафурова Д.А., Хакимжанов Б.Ш., Мусаев У.Н., Мухамедиев М.Г. Способ получения волокнистого анионита. Пат. Узбекистана. AP 02518. Оpubл. 21.10.2004.
7. Мухамедиев М.Г. «Новые функциональные акриловые полимеры с реакционноспособными группами». Авт. дисс. на соис. уч. ст. д.х.н. НУУз. Ташкент. 2009. 46 с.
8. Гафурова Д.А. «Химические превращения полиакрилонитрильных волокон с азотсодержащими основаниями» Авт. дисс. на соис. уч. ст. к.х.н. Ташкент. НУУз. 2003. 22 с.
9. Рустамов М.К., Мусаев У.Н., Каримов М.М., Мисиров Х.Х. «Способ получения сорбента». Пат. Узбекистана/ Н ДР 9500105.1 N3794. опубл. 03.06.1996.
10. Амирханова Н.А., Зайцев А.Н., Сабуров Т.И., Исламова Р.С., Мухамедиев М.Г., Рустамов М.К., Каримов М.М. «Способ получения анионообменного волокнистого материала». Пат. Российской Федерации. N2368711. опубл. 27.09.2009.
11. Рустамов М.К., Тешаев О.Р., Бабаджанов Б.Д., Мусаев У.Н. Волокнистые антимикробные перевязочные материалы для лечения гнойных ран. Конференция молодых учёных ИХФП АН РУз, Ташкент, 2003, с.20-21.
12. Каримов М.М., Рустамов М.К., Муминжанов Т.И., Мухамедиев М.Г., Рустамова Н.М. Влияние природы экстрагентов на извлечение иода из природных вод. VI-Республиканская конференция молодых химиков. Наманган, 2009, с.67-69.
13. Тиунов М.П., Мусаев У.Н., Рустамов М.К., Левченко Л.М., Хакимджонов Б.Ш. Сорбционное извлечение ртути из азотнокислых растворов йодсодержащими волокнистыми сорбентами на основе полиакрилонитрила. Журнал прикладной химии, 2004, №12, с.76-78.
14. Каримов М.М., Рустамов М.К., Мухамедиев М.Г. «Области применения волокнистых ионообменных материалов получаемых модификацией полиакрилонитрильного волокна нитрон». Тезисы Международной научно-технической конференции «Современные техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития». г. Навои. 2010. с. 345-346.
15. Рустамов М.К., Тиунов М.П., Мухамедиев М.Г., Каримов М.М. «Сравнительная оценка сорбционной способности различных сорбентов по урану из модельных растворов». Тезисы Международной научно-технической конференции «Современные техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития». г. Навои. 2010. с 346-347.

ПОЛУЧЕНИЕ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ И ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ

Тилабов Б.К., доцент кафедры «Технология металлов и материаловедение» механико-машиностроительного факультета ТашГТУ, канд. техн. наук

История развития сельскохозяйственного машиностроения показывает, что в большинстве случаев основной причиной снижения долговечности деталей машин является абразивное изнашивание рабочих органов, низкая долговечность которых ограничивает возможность повышения технико-экономических показателей машин. В результате изнашивания сокращается эффективное время работы машин, тракторов, (оборудования) и расходуются огромные средства на ремонт и замену изношенных деталей. Стоимость ремонтируемых деталей или узлов сельхозмашин сопоставимо со стоимостью новых изделий [1]. При этом в результате износа безвозвратно теряется значительное количество металла.

Для обеспечения необходимой износостойкости деталей сельскохозяйственных машин, например, уплотнитель сошника сеялки, лапы культиваторов, лемех плугов и другие изготавливают из средне- и высокоуглеродистых сталей, а иногда из чугуна. Рабочие и формообразующие части этих деталей подвергают либо термообработке, либо наплавляют литыми твердыми сплавами. Недостатком первого варианта является недостаточная твердость и износостойкость, а второго - большой расход твердых сплавов.

Более рационально и удобно получать эти детали путем литья по пенополистироловым газифицируемым моделям с одновременным нанесением на рабочую поверхность твердосплавного износостойкого покрытия типа сормайт ПГ-С27 и карбид бора B_4C . Поэтому для получения многих сельскохозяйственных и металлургических деталей используется метод литья по газифицируемым моделям [2]. Суть способа заключается в том, что модель будущей отливки изготавливается из предварительно вспененного суспензионного полистирола ПСВ (ТУ 6-06-1690-83) с размером гранул 3-4 мм. Полистирол представляет собой жесткий прозрачный пластик плотностью $1,05 \text{ g/sm}^3$. Он хорошо растворяется в ароматических и хлорированных углеводородах, сложных эфирах, кетонах, сероуглероде, но нерастворим в низших спиртах, бензине и эфирах. Важным показателем качества вспенивающегося полистирола является равномерность его гранулометрического состава. Поэтому после предварительного вспенивания и активации гранулы пенополистирола засыпают в рабочую полость пресс-формы так, что-

бы они полностью заполнили её объем. После скрепления половин пресс-формы гранулы подвергают нагреву. В процессе вторичного нагрева вновь происходит испарение парообразователя в ячейках гранул, размягчается их полистироловая основа, гранулы увеличиваются в полном объеме и тем самым обеспечивается готовность модели.

В начальные моменты вспенивания за счет увеличения объема гранул заполняются пенополистиролом межгранульные пустоты, из которых вытесняется воздух. При вспенивании давление гранул на стенки пресс-формы постепенно возрастает и достигает $2-2,5 \text{ kgs/cm}^2$. В местах соприкосновения гранул под действием этого давления происходит их соединение, а при достаточно высокой температуре, до $100-115^\circ\text{C}$, гранулы спекаются в монолитную единую массу пенопласта. При охлаждении происходит процесс стеклования полистирола и конденсация парообразователя аналогично тому, как и в отдельной грануле. После полного охлаждения в проточной воде алюминиевую пресс-форму раскрывают и извлекают из нее пеномодель (рис. 1). Этот процесс простой в осуществлении, легко регулируемый, позволяющий получить модели весьма простой и сложной конфигурации, с различной толщиной стенок, значительных габаритных размеров, при заданной плотности, точности и чистоте поверхности.

Пресс-формы из алюминиевых сплавов изготавливают по размерам и формам, учитывающим усадку металла при затвердевании и необходимый припуск на механическую обработку. Готовые модели после сушки покрывали слоем противопопри-



Рис. 1. Пенополистироловая модель уплотнителя сошника хлопковой сеялки

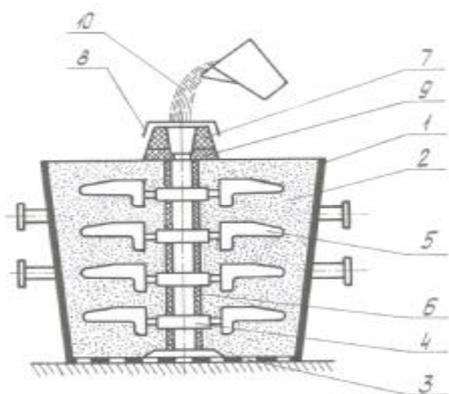


Рис. 2. Размещение и сборка пеномоделей в коллекторе опоки-контейнера

гарной краски (смесь асбестового порошка со связующим) и после повторной сушки производилось крепление пеномоделей в опоку-контейнера с помощью элементов стояка-коллекторов и литниковой системы. После сборки пеномоделей производилась их формовка сухим кварцевым песком (1K02, 1K016, 1K0315 и 1K0315А ГОСТ 2138-84) доверху опоки и одновременно происходило уплотнение пневматической вибрацией.

Таким образом, все пеномодели уплотнителя располагаются горизонтально, а их рабочая поверхность – кверху (рис. 2). Для образования твердосплавного износостойкого покрытия в процессе литья приготавливалась паста, состоящая из порошков твердого сплава и раствора поливинилбутирала в спирте (определенного процента по массе). Эти пасты наносились на рабочую поверхность пеномодели (рис. 3) и подвергались тепловой сушке. После сушки опять производилось крепление пеномоделей в литейную опоку-контейнера. Затем устанавливали опоку в основной контейнер и заливали жидким металлом при температуре 1539-1600⁰С через литниковую систему при сифонном подводе металла. Расплавленный металл подавался непосредственно на пеномодель. Под действием этого расплава полистирол газифицируется и образу-

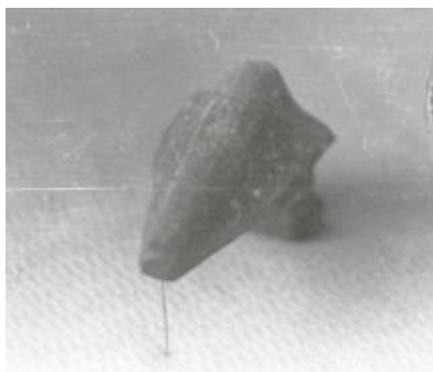


Рис. 4. Литой стальной уплотнитель с твердосплавным износостойким покрытием

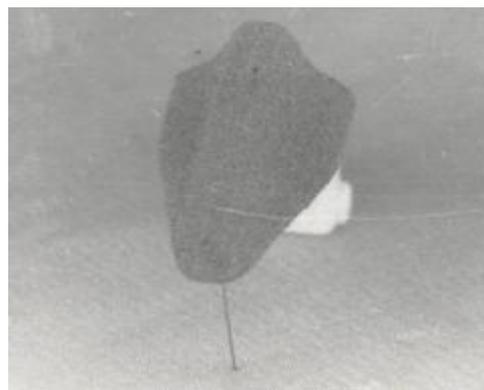


Рис. 3. Пенополистироловая модель уплотнителя с твердосплавным износостойким покрытием ПГ-С27+В₄С

ющая полость заполняется металлом по составу, соответствующему стали марки 35ГЛ. Таким способом получается отливка - детали с твердосплавным износостойким покрытием (рис. 4). Заполнение формы жидким металлом является одним из основных этапов формирования отливки, определяющий многие показатели её качества. Надо подчеркнуть, что заливку форм необходимо производить особенно тщательно, аккуратно и равномерно при постоянном гидростатическом давлении.

В соответствии с поставленной задачей целью данной работы является разработка технологии получения пенополистироловых моделей и литых деталей с высокой абразивной износостойкостью. Объектом исследований были детали почвообрабатывающих машин, таких как уплотнитель сошника хлопковой сеялки, испытывающий интенсивный абразивный износ при скольжении по почве.

В работе исследуется состав твердых сплавов типа сормайт и карбид бора (рис. 5, 6). Выбор состава наносимого покрытия производился по двум критериям: 1-покрытие должно отвечать требованию 3-5-кратного увеличения износостойкости по сравнению с износостойкостью стальной основы; 2-покрытие должно включать доступные и недорогие компоненты и отличаться простотой технологии его нанесения.

Исходя из этого, в качестве покрытия на рабочей поверхности уплотнителя выбрали твердые сплавы

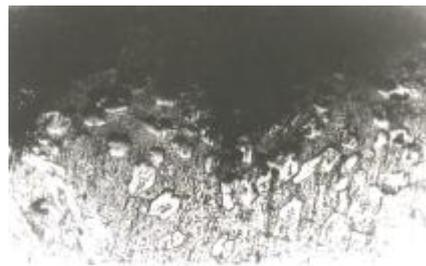


Рис. 5. Карбиды и бориды в поверхностном слое твердосплавного покрытия

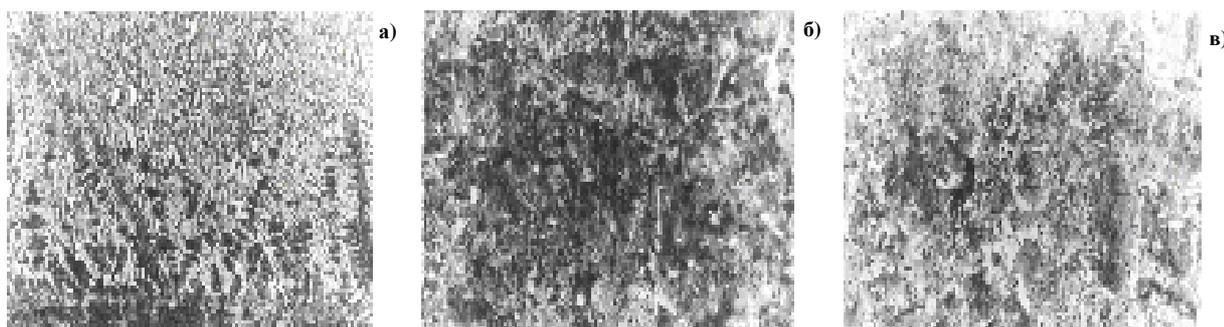


Рис. 6. Образование многослойного твердосплавного покрытия в образцах толщиной 2,0 mm: а - твердосплавное покрытие; б - высокоуглеродистый подслои; в - основной металл

типа сормайт марки ПГ-С27 (ГОСТ 21448-78). К порошкам твердого сплава ПГ-С27 добавляли различное количество карбида бора B_4C . Добавки бора в сормайт повышают износостойкость и особенно эффективны в условиях абразивного изнашивания. В качестве связки использовали раствор 4%-го поливинилбутирала в спирте.

При заливке металла в пеномодель, которая выгорала, поверхность отливки насыщалась углеродом до 0,7% на глубину 0,3...0,6 mm. При контакте обмазки из порошков сормаита и карбида бора с жидким металлом происходило образование твердой корочки отливки. Затем обмазка расплавлялась, и после кристаллизации на поверхности отливки формировалось твердосплавное износостойкое покрытие со структурой белого высоколегированного чугуна эвтектического и заэвтектического состава.

Таким образом, на рабочей поверхности формировалась многослойная металлокомпозиция, состоящая из высоколегированного слоя твердого сплава заэвтектического и эвтектического состава, переходящего по глубине в зоны заэвтектоидной и эвтектоидной стали и основного металла [3].

Как видно из рис. 5, на самой поверхности образуется заэвтектическая структура с избыточными карбидами гексагональной и призматической формы. Далее по глубине слоя следуют зоны эвтектического и доэвтектического составов с резким переходом в зону заэвтектоидной и эвтектоидной стали, которая, в свою очередь, переходит к

феррито-перлитной структуре основного металла (рис. 6).

Исследованием установлено, что для влияния температуры заливаемого материала на толщину покрытия при получении твердосплавных износостойких покрытий толщиной от 0,5 до 3,0 mm необходимо перегреть расплав основного металла до 1600°C и выше. Специально изготовленные образцы и детали уплотнителя подвергались макроструктурному анализу [4] и рентгеноструктурному фазовому анализу [5], а также испытанию на абразивный износ по машине ПВ-7.

Таким образом, по предлагаемому технологическим режимам была изготовлена опытная партия литых стальных уплотнителей для проведения полевых испытаний.

К полевым испытаниям с целью определения относительной износостойкости по сравнению с серийными уплотнителями были представлены четыре партии уплотнителей. Стальные уплотнители марки 35ГЛ с литыми элементами (покрытиями) показали стабильность уплотнения и увеличение износостойкости в 2,0-2,5 раза, а после термической обработки с двойной закалкой [6] в 3,5-4,0 раза выше, чем серийные чугунные уплотнители марки КЧ33-8.

В настоящее время ведутся научные исследования по повышению износостойкости и долговечности стали и чугуна для металлургических комбинатов и машиностроительных предприятий республики.

Список литературы:

1. Тененбаум М.М. Сопротивление абразивному изнашиванию. - М.: Машиностроение, 1976. - 267 с.
2. Тилабов Б.К., Мухамедов А.А. Получение многослойных износостойких покрытий на деталях почвообрабатывающих машин и их термическая обработка. // Вестник ТашГТУ, №1. 2001. - С.198-200.
3. Тилабов Б.К., Мухамедов А.А. Микроструктура и механические свойства литых металлокомпозиционных материалов и их применение в машиностроении. // Материалы научно-технической конференции с участием зарубежных ученых. ГУП, «Фан ва тараккиёт». 27-27 июня 2008. - С.101-103.
4. Металлография сплавов железа: Справочник. Пер. с нем. Под ред. М.Л.Бернштейна. - М.: Металлургия, 1985. - 248 с.
5. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. // Я. С. Уманский, Ю.А. Скаков, А.Н. Иванов, Л.Н. Расторгуев. - М.: Металлургия, 1982. - 632 с.
6. Mukhamedov A.A. Heat treatment with double phase recrystallization for improving service properties of machine parts and tools. / Heat treatment and technology of surface coating. Materials of the Congress. Vobume v. MOTO. December 11-14. Moscov. 1990. P. 38-39.

ҚИЗИЛҚУМ БАЗАЛЬТИНИНГ ГРАНУЛОМЕТРИК ХОССАЛАРИ ТЎҒРИСИДА

Курбанов А.А., НДКИ «Электртаъминоти» кафедраси доценти, техн. фанл. номзоди

Базальт тоғ жинслари юкори хароратда эриши, - 270 ва +800 °С хароратларда ўзининг иш фаолиятини сақлаш хусусиятига эгаллиги техник адабиётларда ва интернет тармоғи орқали олинган маълумотларда ўз аксини топган. Шуларга асосланиб юкори хароратларда ўзининг иш холатини сақлай оладиган базальтли ўтга чидамли материаллар олиш муаммоси қўйилди. Бунинг учун техник адабиётларнинг ва интернет тармоғи маълумотлари умумлаштирилиб арзон, кам харажат талаб қиладиган ва узок вақт хизмат қила оладиган ўтга чидамли ғишт тайёрлаш устида илмий тадқиқот ишлари олиб борилди. Бу олиб борилган иш амаллари қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилиши режаси тузилди:

а) ғишт тайёрлаш учун ишлатиладиган хом ашёларни майдалаш;

б) хом ашёларни янчиш;

в) хом ашёдан қоришма тайёрлаш, уни шаклга келтириш ва қуришиш;

г) тайёр массани оловда тоблаш;

д) ғишт тайёрлаш учун ишлатиладиган хом

ашёларни майдалаш.

Бу этапда демидовский усули бўйича кондан олиб келинган базальт тоғ жинслари 100 кг миқдордагисини олиб яхшилаб бир меъёрда аралаштирилиб 5 кг миқдорда бўлиб чиқилди. Олинган намуналар ғалвирдан ўтказилиб лаборатория техник тарозусида фракция таркиби аниқланди (Фракция таркиби дегани – бу рудани ўлчамларига қараб масса жиҳатидан қанчани ташкил қилиши ҳисобланади, яъни «+» дегани бу 200 ммдан ўлчами каттаси «->» ва «+» дегани кичик, аммо 150 дан катта деб ёзилиши қабул қилинган). Ғалвирлаш натижалари 1- жадвалда келтирилган.

1-жадвалдан кўриниб турибдики базальт тоғ жинсларидан ўтга чидамли ғишт олиш учун қоришма тайёрлашда кондан келтирилган хом ашёни йириклиги бунга йўл қўймайди, шунинг учун хом ашёни йириклигини -1 мм. гача етказиш керак бўлади. Бунинг учун 5 кг миқдордаги хом ашёларни тажрибалар олиб боришга мўлжалланган лаборатория жағли майдалагичида 2 босқичда майдаланиб олинди ва ғалвирланиб майдаланган хом ашё йириклиги таркиби аниқланди. Майдалаш босқичи натижалари 2-жадвалда келтирилган.

Бир босқичда ижобий натижага эришиб бўлмаслиги тажриба давомида кўриниб қолди. 2-жадвалдан кўриниб турибдики, майдаланган маҳсулотни янчиш жараёнига тегирмонларни техник кўрсаткичларини ҳисобга олган ҳолда 2 босқичли майдалаш схемаси бўйича майдалаб юбориш мақсадга мувофиқ деб топилди.

Мутахассисларнинг фикрича (демидовский), майдалагичлар руда хом ашёларини керакли даражагача келтириб беролмайди. Шунинг билан бир қаторда тегирмонлар кондан келтирилган хом ашёларни тўғридан тўғри янчишга мослашмаган. Шунинг учун ҳам майдалаш босқичи базальт тоғ-жинсларидан ўтга чидамли ғишгллар олишда муҳим босқич ҳисобланади ва алоҳида технологик жараён сифатида ўтказилади.

Хом ашёларни янчиш.

Майдаланган базальт рудаси намунасини яхшилаб аралаштириб, ўрталаштириб, яъни яхши аралаштирилган ҳолга олиб келиб, ҳар бирининг миқдори 500 гр. бўлган 5 та намуна олинди. Намуналарни уюқланиши (кменемола даражаси) ни ўрганиш учун мўлжалланган маҳсул (Ролган-тажриба қурилмасини ишлатиш усулидан фойдаланиб) тажриба тегирмонида 30 дақиқа мобайнида янчилди. Сўнгра намуналар тўр тешиклари $+5 \pm 1$ гача бўлган элаклар тўпламидан ўтказилиб таҳлил қилинди. Таҳлил натижалари 3- жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Бирламчи базальт тоғ жинсларини фракцион таркиби

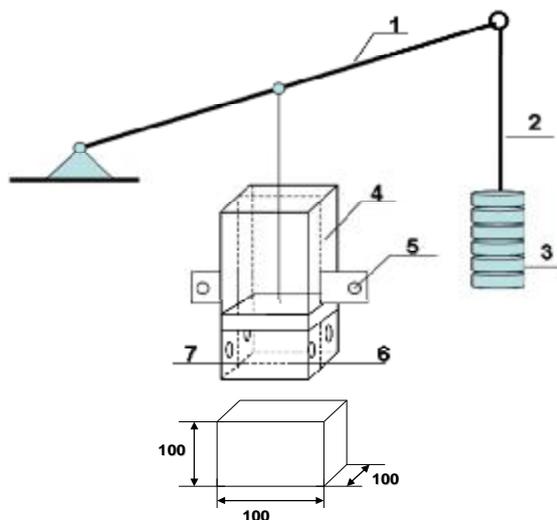
т/р	Туширилаётган материал	Фракцион таркиби, мм	Миқдори, гр.	Улуши, %
1	Базальт	+200	1750	35
2	Базальт	-200+150	1250	25
3	Базальт	-150+100	470	9,4
4	Базальт	-100+50	750	15
5	Базальт	-50+25	500	10
6	Базальт	-25+10	150	3
7	Базальт	-10+5	75	1,5
8	Базальт	-5+1	40	0,8
9	Базальт	-1*	15	0,1
		Жами	5000 гр	100

*Эслатма. -1, бу 1 мм дан кичик ўлчамли тоғ жинслари

2-жадвал

Майдалаш жараёнида ҳосил бўлган маҳсулот фракцион таркиби

№ к/к	Майдаланган маҳсулот фракцион таркиби	Миқдори, г	Улуши, %
1	+10	1000	20
2	-10+7	850	17
3	-7+5	900	18
4	-5+2,5	800	17
5	-2,5+2	650	13
6	-2+1	500	10
7	-1	250	5
	Жами	5000	100



1-шакл. Аралашмани стандарт шаклга келтириш қурилмаси ва аралашманинг қурилгандан кейинги шакли: 1- ричаг; 2- стержен; 3-юклар (ҳар бири 1 кгдан); 4-идиш; 5-идишнинг икки қисмини боғлаб турувчи болтлар; 6- прессланган аралашма; 7- идишдан ортиқча суюқликни чиқариб ташлаш каналлари

3-жадвалдан кўрииб турибдики, 30 дақиқа ичида янчилган базальт тоғ жинслари намуналарини упокланиш даражаси ғишт олиш учун зарур бўлган таркибни бера олмаслиги аён бўлди. Шунинг учун янчилган 85% базальт минерали намунаси зарраларининг йириклиги 1 ммдан кичик бўлган ҳолда ундан ғишт олиб бўлмаслиги амалда маълум (Демидовский). Ижобий натижага эришиш учун эса базальт намунасини упокланиш даражасини ошириш ва бунинг учун эса уни яна 30 дақиқа давомида янчиш учун тегирмонга солинди. Якуний янчиш натижалари 4-жадвалда келтирилган. Шунини таъкидлаб ўтиш жоизки ғишт тайёрлашда базальт намунаси миқдорини аралашма таркибида 30 минутдан 60 минутгача вақт давомида янчиб чиқилганда базальт зарраларининг тўрни тешик ўлчами 1 мм бўлган элакдан тўлиқ ўтишига эришилди ва базальт таркибидаги элементларнинг тўла аралашиб кетиши имконини берди.

4-жадвал натижаларини таҳлили шуни кўрсатадики, базальт тоғ жинслари қаттиклиги юқори (проф. Протдеканов тавсия қилган 21-22 мустаҳкамлик даражаси коэффициентини) бўлганлиги учун янчиш жараёнини 2 босқичда амалга ошириш зарур бўлади. Хом ашёдан қоришма тайёрлаш, уни шаклга келтириш ва қуриштириш. Бу этапдаги ишларни амалга ошириш учун ғишт тайёрлашда керак бўладиган қоришманинг қуйидаги биринчи жадвалда келтирилган фоизлардаги массалари тайёрланди.

Базальт тоғ жинсларининг қаттиқлик даражаси юқори бўлганлиги билан янчилгандан сўнг базальт зарраларининг ёпишқоқлиги жуда паст бўлиб брикетланганда (Демидовский) мустаҳкамлик даражаси камаёди. Шунинг учун зарраларни бири-бирига мустаҳкам боғлаш учун арзон ҳамда ёпишқоқлик даражаси юқори бўлган боғловчи ўтга

3-жадвал

30 дақиқа давомида базальт тоғ жинсларини янчиш жараёнида ҳосил бўлган маҳсулотни элак таснифи

№ к/к	Маҳсулот йириклиги, mm	Миқдори, g	Улуши%
1	+5	20	4
2	-5+2,5	30	6
3	-2,5+2	80	16
4	-2+1	120	24
5	-1	250	50
	Жами	5000	100

4-жадвал

60 дақиқа давомида базальт тоғ жинсларини янчиш жараёнида ҳосил бўлган маҳсулотни элак таснифи

№ к/к	Маҳсулот йириклиги, mm	Миқдори, g	Улуши %
1	+5	0	0
2	-5+2,5	2	0,4
3	-2,5+2	23	4,6
4	-2+1	50	10
5	-1	425	85
	Жами	500 гр	100

5-жадвал

Ғишт қоришмасининг сарфланган миқдори нисбатлари

№ к/к	Қоришмадаги хом ашёлар	Қоришмадаги хом ашёлар миқдорининг нисбати (юз граммли идиш хажмида), g	Қоришмадаги хом ашёлар миқдорининг нисбати, %
1	Базальт + каолин	2:1	66,6+33,4
2	Базальт + каолин	1:1	50+50
3	Базальт + каолин	1:2	33,4+66,6
4	Базальт + каолин	1:4	20+80
5	Базальт + каолин	4:1	80+20
6	Базальт		100

чидамли материалларни қўшиш эҳтиёжи туғилди. Мутахассисларнинг тажрибасидан маълумки, бундай қўшимча сифатида каолин минерали мос келади (Демидовский).

Бунинг учун базальт ҳамда каолин минералларини қандай нисбатларда қўшилганда энг яхши натижа беришини аниқлаш мақсадида 5-жадвалда келтирилгандек нисбатларда ва фоизларда уларнинг аралашмалари ҳосил қилинди. Ғишт қоришмалари алоҳида-алоҳида олтига идишда тайёрланди ва бу аралашмалар қуритилишидан олдин биринчи шаклда кўрсатилган қурилма ёрдамида прессланиб стандартга мос равишда ўлчамлари ихтиёрий 100x100 mm катталиқда тўртбурчак шаклга олиб келинди (1-шаклга қаранг). Прессдан олинган маълум бир шаклга келтирилган аралашма хона ҳароратида уч кун мобайнида қуритилди ва уларнинг габарит ўлчамлари қайта текшириб кўрилди. Қуритилган олти дона тайёрланмалар қуриштириш печидо оловда тоблаш учун тайёрланди.

АНИЗОТРОПИЯ УПРУГИХ СВОЙСТВ КРИСТАЛЛОВ ДЛЯ АКУСТООПТИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРОВ СВЕТА

Ахмеджанов Ф.Р., доцент кафедры «Общая физика и основы электротехники» НГГИ, канд. физ.-мат. наук; **Урунов И.О.**, доцент кафедры «Общая физика и основы электротехники» НГГИ, канд. физ.-мат. наук; **Саидвалиев У.А.**, студент Самаркандского филиала Ташкентского университета информационных технологий

Введение. Кристаллы ниобата и танталата лития (LiNbO_3 и LiTaO_3 - точечная группа симметрии $3m$) обладают редким сочетанием свойств, благодаря которым они широко используются в акустооптических устройствах. Впервые анизотропный дефлектор на кристаллах ниобата лития был исследован еще в работе [1], однако анизотропия упругих свойств в этих кристаллах изучена недостаточно полно.

Действительные компоненты тензора упругих постоянных для этих кристаллов измерялись в ряде работ [2]. Что касается мнимых компонент, описывающих затухание акустических волн, то они практически не исследовались. Наиболее детальные исследования мнимых компонент тензора упругих постоянных были проведены в работе [3], однако только для ряда кубических кристаллов.

В настоящей работе поставлена задача детального изучения комплексного тензора упругих постоянных и определение на их основе анизотропии упругих свойств в кристаллах ниобата и танталата лития.

Методика эксперимента. Измерения коэффициента затухания проводились для акустических волн, распространяющихся вдоль осей [100], [010] и [001] в номинально чистых кристаллах ниобата лития и танталата лития при комнатной температуре на стандартной акустооптической установке [4], состоящей из системы возбуждения акустических волн в требуемом диапазоне частот и системы регистрации лазерного света, дифрагированного на акустических волнах. При этом прием и усиление сигнала производились с помощью чувствительного к длине волны лазера фотоэлектронного умножителя.

Образцы представляли собой прямоугольные параллелепипеды, ориентированные длинной стороной вдоль соответствующего направления с точностью до 1 градуса. Продольные и поперечные акустические волны в исследуемых образцах возбуждались пьезоэлектрическими преобразователями из кварца соответственно X - и Y-срезов. Работу вели на нечетных гармониках в частотном диапазоне 0,03-1,6 ГГц. Источником света служил лазер ЛГН-104, в качестве фотоприемного устройства использовался фотоумножитель ФЭУ - 79.

Исследуемые образцы помещались в акустооптическую ячейку, совмещенную с коаксиальным резонатором, который устанавливался на столике гониометра ГС-5. С помощью гониометра измерялись углы падения и дифракции света. Точность определения углов составляла 30". Такая точность была необходима для правильного определения интенсивности дифрагированного света. Измерения интенсив-

ности дифрагированного света проводились с помощью автоматизированной установки, управляемой компьютером. Сигнал с выхода фотоприемника поступал на функциональный модуль, где выделялся и преобразовывался в дискретный код, и затем по магистрали КАМАК передавался в компьютер. Поскольку регистрация исследуемого сигнала происходит на фоне естественного освещения, то возникающие шумы, суммируясь с полезным сигналом, увеличивают флуктуации амплитуды наследуемого сигнала и приводят к дополнительной погрешности определения интенсивности дифрагированного света. Поэтому при разработке функционального модуля особое внимание уделялось временной и амплитудной селекции сигналов с амплитудой на уровне шумов. Для устранения наложения шумов на полезный сигнал входной сигнал пропускается через аналоговый ключ, который селектирует импульсы с амплитудами, превышающими амплитуду шумов в 2 раза. При этом период сигнала должен превышать время его регистрации (время преобразования сигнала, плюс время записи в устройство памяти ЭВМ). Для того чтобы данное условие выполнялось, частота следования сигнала в измерительном канале уменьшалась до 100 Гц. Автоматизированный режим работы измерительной системы осуществлялся под управлением программы, разработанной на алгоритмическом языке Турбо Паскаль. Результаты ста измерений в каждой исследуемой точке кристалла усреднялись методом наименьших «квадратов», записывались и хранились в памяти ЭВМ. Средние значения интенсивностей дифрагированного света в сериях измерений совпадали в пределах точности 2%.

При этом в одной и той же точке образца вдоль направления распространения звука измерялись интенсивность света, дифрагированного на прямой акустической волне (I_1) и интенсивность света, дифрагированного на отраженной от свободного торца образца волне (I_2). Измерялись также соответствующие расстояния и промежутки времени между указанными сигналами.

Коэффициент затухания акустической волны в исследуемом образце рассчитывался по формуле:

$$a = \frac{\ln \frac{I_1}{I_2}}{2L_0}, \quad (1)$$

где L_0 – длина исследуемого образца.

Полученная формула легко выводится при рассмотрении зависимости измеренных значений интенсивностей от расстояния вдоль направления распро-

странения исследуемой акустической волны [5-7].

Результаты расчетов и экспериментов. Распространение акустических волн в кристаллах с учетом затухания и анизотропии упругих свойств кристаллов можно описать с помощью характеристических поверхностей.

Построение этих поверхностей проводится на основе соответствующих уравнений, для получения которых используется волновое уравнение, описывающее распространение объемных упругих волн в кристаллах [1-3]:

$$\mathbf{r} \frac{\partial^2 U_i}{\partial t^2} = \frac{\partial S_{ij}}{\partial X_j}, \quad (2)$$

где U_i - компоненты вектора смещений;

ρ - плотность кристалла;

S_{kl} - компоненты тензора механических напряжений.

Связь тензора напряжения S_{ij} с тензором деформации U_{kl} определяется обобщенным линейным законом Гука для анизотропных сред, в котором коэффициенты пропорциональности C_{ijkl} представляют собой компоненты материального тензора четвертого ранга, называемого тензором коэффициентов упругости, и который, в общем случае, является комплексным:

$$C_{ijkl} = C'_{ijkl} + C''_{ijkl}, \quad (3)$$

где C'_{ijkl} и C''_{ijkl} - действительные и мнимые компоненты комплексного тензора упругих констант C_{ijkl} .

Подставляя (3) в уравнение движения для элемента объема твердого тела (2), получаем соответствующее волновое уравнение, учитывающее диссипацию энергии в акустической волне:

$$\mathbf{r} \frac{\partial^2 U_i}{\partial t^2} = (C'_{ijkl} + C''_{ijkl}) \frac{\partial^2 U_{kl}}{\partial X_j \partial X_l}. \quad (4)$$

В приближении плоской затухающей акустической волны получаем систему алгебраических уравнений, в которых можно рассмотреть отдельно равенства для действительных и мнимых частей уравнений.

Рассматривая далее отдельно равенство для действительных и мнимых частей уравнений (4) получаем выражения для расчета скорости распространения и коэффициента затухания акустической волны:

$$V = \sqrt{\frac{C' \varepsilon \phi \phi}{r}}, \quad (5)$$

$$a = \frac{1}{2} w \frac{C'' \varepsilon \phi \phi}{r V^2} = \frac{1}{2} w \frac{C'' \varepsilon \phi \phi}{C' \varepsilon \phi \phi}. \quad (6)$$

Таким образом, с помощью уравнений (5) и (6) можно определить скорость и коэффициент затухания акустических волн в кристалле для любых

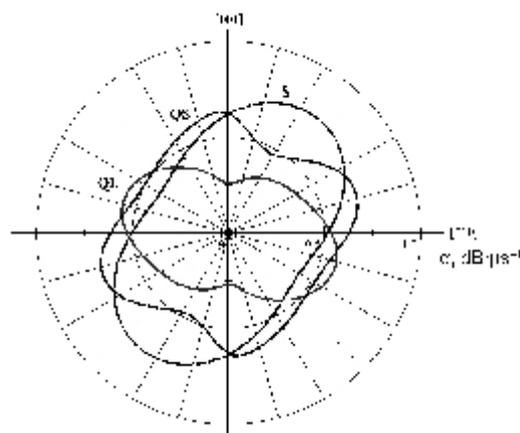


Рис. 1. Сечение поверхностей затухания квазипродольных (QL), квазипоперечных (QS) и чистых поперечных акустических волн (S) в кристаллах LiTaO_3 плоскостью (001)

направлений распространения, т.е. для любых направлений волнового вектора.

Измеренные значения скоростей и коэффициентов затухания для продольных и поперечных акустических волн, при их распространении вдоль осей симметрии 2 (ось $\langle 110 \rangle$) и 4 (ось $\langle 100 \rangle$) порядка использовались для расчета действительных и мнимых компонент комплексного тензора упругих постоянных C_{ijkl} . Все остальные величины, необходимые для расчета, брались из работы [8]. На основе полученных, таким образом, величин C_{ijkl} и разработанной программы был проведен расчет коэффициента затухания для акустических волн, распространяющихся в плоскостях симметрии (010) и (110).

В результате получены сечения характеристических поверхностей акустического затухания указанными плоскостями. Для примера на рис. 1 представлено сечение поверхности акустического затухания для кристаллов танталата лития плоскостью (110).

Из рис. 1 видно, что в рассмотренном сечении анизотропия затухания квазипоперечных (вектор поляризации расположен в плоскости распространения волны) и чистых поперечных (вектор поляризации всегда перпендикулярен направлению распространения) акустических волн заметно больше, чем у продольных волн. Фактор анизотропии для указанных волн характеризуется отношением:

$$\frac{a_{\text{макс}}}{a_{\text{мин}}} \geq 3$$

Отметим, что результаты нашей работы по анизотропии затухания в кристаллах ниобата лития хорошо согласуются с результатами работы [9]. Таким образом, полученные действительные и мнимые компоненты комплексного тензора упругих модулей могут быть использованы для определения акустических характеристик вдоль любого

произвольного направления в кристаллах танталата и ниобата лития и, следовательно, будут полезны при оптимизации геометрии акустооптического взаимодействиям в модуляторах света. Детальное

исследование анизотропии акустических характеристик в кристаллах танталата лития, с учетом пьезоэлектрического эффекта, предполагается провести отдельно.

Список литературы:

1. Warner A.W., White D.L., Bonner W.A. // *J. Appl. Phys.* 1972. V.43. No 11, P. 4489.
2. Дьелесан У., Руайе Д. *Упругие волны в кристаллах*. М.: Мир, 1982.
3. В. В. Леманов, В.С. Ким, А.Н. Насыров *ФТТ*, т. 26, в. 4, с. 1013-1015, 1984
4. Ахмеджанов Ф.Р., Леманов В.В., Насыров А. // *Письма в ЖТФ*. 1980, Т.6. Вып.10. с.589.
5. К.Н. Баранский *Физическая акустика кристаллов*. Изд. МГУ, М., 1991.
6. R. W. Dixon and M. G. Cohen. *Appl. Phys. Lett.* No 8, 205-207, 1966.
7. А. К. Атаходжаев, Ф. Р. Ахмеджанов, М. М. Ахмеджанова, В. В. Леманов. *Метод измерения коэффициента затухания упругих волн в материалах*, Автор. свидетельство № 1408354, SU, 1988.
8. *Акустические кристаллы*. Под редакцией М.П. Шаскольской, Изд. Наука, М., 1982.
9. I. L. Vajak, A. McNab, J. Richter, C.D Wilkinson *J. Acoust. Soc. Amer.*, vol. 69, N 3, p. 689—695, 1981

УДК.666.974.018.841

© Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Аваязов Р.Ш., 2010 г.

АНТИКОРРОЗИОННАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ КИСЛОТУПОРНЫХ ПОДДОНОВ НА ОСНОВЕ СТЕКЛА

Бабаев З.К., доцент Ургенчского государственного университета, канд. техн. наук; **Матчанов Ш.К.**, старший преподаватель, зав кафедрой Ургенчского технологического университета, канд. техн. наук; **Аваязов Р.Ш.**, преподаватель Ургенчского государственного университета

Кислотоупорные поддоны, представляющие собой резервуар, состоящий из железобетона и предназначенный для хранения кислот различных концентраций, широко применяются в металлургии и химической промышленности: в НГМК, АГМК, «Узметкомбинат», в подразделениях ГАК «Узкимёсаноат» и т.д.

Известно, что при хранении и транспортировке, а также при технологических операциях под действием кислоты происходит коррозия рабочей поверхности поддонов вследствие агрессивности кислой среды, к которой относятся серная и азотная кислоты, являющиеся основными реагентами, используемые в процессе добычи некоторых металлов способом подземного выщелачивания.

Как правило, состояние поверхности кислотоупорного поддона состоит из бетона, не пригодного для хранения кислот.

Поэтому рабочую поверхность поддона рекомендуется изолировать различными антикоррозионными материалами.

Ныне применяемые материалы для антикоррозионной защиты поверхности кислотоупорных поддонов являются в основном импортного происхождения. В связи с этим разработка составов ан-

тикоррозионных покрытий для защиты кислотоупорных поддонов при хранении азотной кислоты с концентрацией 54-56% и для хранения серной кислоты в широких пределах концентрации (1-96%) является актуальной.

В промышленной практике для защиты металлических и других изделий от коррозий применяются различные способы защиты [1].

К числу наиболее надежных универсальных покрытий можно отнести композиции, состоящие из стекла. Стекло, являясь химически инертным в отношении кислот (кроме фтористоводородной), достаточно термостойким, водо- и биостойким, вполне может быть приемлемым в этих целях.

Антикоррозионные композиционные материалы на основе стекла представляют собой силикатные растворы на основе жидкого стекла, наполнителями которого рекомендуется применять химически стойкие горные породы в виде андалузита, базальта, кварца и др. В работе [2] авторами приведены данные о составе композиций на основе жидкого стекла.

По мнению авторов, к числу основных недостатков жидкостекольной композиции относится ее низкая водостойкость.

В зарубежной литературе, в частности [3] для повышения водостойкости композиций из жидкого стекла, приводятся примеры применения органических добавок в виде парафина, фенольно-формальдегидных смол и фурфурола.

При разработке соответствующего состава антикоррозионного покрытия для кислотоупорных поддонов, по нашему мнению, необходимо учитывать следующие преимущественные показатели:

- сравнительно ускоренное и мгновенное формирование слоя покрытия; отсутствие швов, превосходные изолирующие свойства;

- высокая износостойкость, устойчивость к агрессивным средам и атмосферным воздействиям; возможность применения в условиях высокой влажности и низких (до -15°C) температур;

- превосходная адгезия к бетону и другим строительным материалам и способность к перекрыванию трещин;

- высокая термостабильность нанесенных покрытий в широком диапазоне температур (от -50°C до $+350^{\circ}\text{C}$);

- возможность замены традиционной антикоррозионной защиты с использованием кислотоупорной керамики.

Исходя из этого, нами разработаны составы антикоррозионных силикатно-органических кислотоупорных композиций, армированных стеклотканью. Для предлагаемой композиции в качестве наполнителя предложено использовать механическую активированную стекольную муку определенного состава из химически устойчивого класса. Предлагаемая композиция при смешивании с водой образует пластичную массу-тесто, затвердевающую на воздухе до камневидного состояния, устойчивую к действию большинства минеральных и органических кислот. В табл. 1 приведены составы предлагаемых композиций.

Входящая в состав композиции силикатно-органическая связка имеет модуль больше 3,2, что ускоряет твердение и повышает водостойкость. В качестве наполнителя применена стекольная мука из определенного состава стекла химически устойчивого класса.

Подготовка исходных веществ осуществлялась традиционными методами. Для получения стекольной муки исходный компонент был подверг-

Таблица 1

Минеральный состав антикоррозионных силикатно-органических композиций для кислотоупорных поддонов, в масс.%

№ состава	Жидкое стекло	Органическая добавка	Стекольная мука	Отвердитель *
АП-1	45	5	50	10
АП-2	45	10	45	10
АП-3	40	5	55	10
АП-4	40	10	50	10
АП-5	35	5	60	10
АП-6	35	10	55	10

* - сверх к 100%, от количество жидкого стекла

нут помолу мокрым способом в шаровой мельнице.

Тонина полученного гранулята определялась по остатку на сите № 008- 10-20%.

На основе исходных компонентов, согласно табл. 1, были подготовлены растворы, характеризующиеся следующими показателями:

- нормальная густота — 15—25%;

- сроки схватывания раствора 1:1: начало - 50 min, конец - 3,5 h.

Прочность на сжатие через 3 сут. - 25 МПа, через 7 сут. - 30 МПа.

Усадка через 7 сут. - 0,2%.

Кислотоустойчивость и керосинопоглощение соответствуют ГОСТ на кислотоупорный цемент.

В лабораторных условиях были изучены основные технологические характеристики покрытий согласно [4], которые характеризуются следующими показателями:

Кислотостойкость композиции:

- в 30 % серной кислоте H_2SO_4 – не менее 97%;

- в 20 % соляной кислоте HCl – не менее 85%;

- в 54-56 % азотной кислоте HNO_3 – не менее 95,5%.

Таким образом, впервые на основе отечественного неорганического и органического вяжущего стекла разработаны составы антикоррозионных покрытий для кислотоупорных поддонов, устойчивых в водно-кислотных средах.

Для усиления показателя водостойкости был подобран органический ингредиент, способствующий повышению водостойкости до I гидролитического класса. Покрытия дают хорошую адгезию на бетон, не горят, био-, водо- и механически стойки.

Список литературы:

1. Улиг Г.Г., Ревз Р.У. Коррозия и борьба с ней. Л. Химия – 1989.-456 с.
2. Абидов Ш.Ш., Адылов Ж.К., Якубов С.И. Композиционные кислотоупорные материалы на основе кварцсодержащих песков. Ж. Композиционные материалы. 2006.-№ 3. 39-41
3. Субботкин И.И., Курицина Ю.С. Кислотоупорные бетоны и растворы. М.: Химия. 1967-190 с.
4. Артамонова М.В., Рабухин А.И., Савельев В.Г. Практикум по общей технологии силикатов. М.: Стройиздат, 1996.- 279 с.

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В НАВОИЙСКОМ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ КОМБИНАТЕ

Азизова Е.А., начальник Центральной лаборатории неразрушающего контроля ПО «НМЗ» НГМК

Важными критериями, характеризующими любое современное промышленное производство, являются качество выпускаемой продукции и промышленная безопасность, гарантируемая предприятием на рабочих местах, в обеспечении которых практически ни одна из отраслей промышленности не обходится без неразрушающего контроля (НК). Успешное развитие Навоийского горно-металлургического комбината обусловлено постоянным оснащением структурных подразделений предприятия современным горно-шахтным, транспортным, металлургическим, машиностроительным, металлообрабатывающим оборудованием. Такое количество технических объектов, в большинстве являющихся потенциально опасными, требует регулярного освидетельствования их технического состояния. Поэтому в 1998 г. руководством комбината было принято решение о реализации мероприятий по развитию НК в подразделениях комбината, включая создание новых лабораторий и объединение их в единую Систему НК (рис. 1-4).

С целью обеспечения качества продукции НК используют при входном контроле материалов, по-

операционном контроле полуфабрикатов в процессе изготовления, а также при приёмке готового изделия. Для обеспечения промышленной безопасности НК применяют в целях экспертизы опасных производственных объектов и при мониторинге технического состояния производственного оборудования как для периодического освидетельствования, так и для продления срока службы. Последнее приобретает особую важность в современных условиях хозяйственной деятельности, когда остро ставятся вопросы экономической эффективности любого производства, что заставляет более полно использовать потенциальный резерв работоспособности, заложенный при проектировании, реализованный в процессе производства и монтажа и сохраненный в процессе эксплуатации технических устройств и оборудования. Данная схема предполагает возможность продолжения эксплуатации оборудования на опасных производственных объектах за пределами проектных ресурсов, если это выгодно экономически, при условии обеспечения промышленной безопасности.

Оборудование, эксплуатируемое после выработки проектных сроков эксплуатации, требует соответствующего увеличения количества квалифицированных специалистов и аккредитованных лабораторий для проведения НК. При этом необходимо строго соответствовать установленным для НК правилам и нормативным требованиям.

На базе существующей в Центральной заводской лаборатории ПО «Навоийский машиностроительный завод» («НМЗ») группы неразрушающего контроля была создана лаборатория (ЛНК) и началась подготовка к ее аккредитации. По договору между НГМК и МНПО «Спектр» (г. Москва) сотрудники ЛНК прошли подготовку и получили сертификаты II уровня квалификации по 6-ти основным методам НК, а лаборатория была укомплектована необходимыми нормативными документами и оборудованием. Была разработана и утверждена система качества лаборатории. Все это позволило в мае 1999 г. аккредитовать ЛНК в системе аккредитации Агентства «Узстандарт».

Но одна лаборатория не может обследовать тысячи объектов, расположенных на территории около двухсот тысяч квадратных километров. Стали создаваться лаборатории НК в других подразделениях комбината, а, следовательно, возникла необходимость в подготовке персонала для них. Руково-



Рис. 1. Проведение НК: акустико-эмиссионный контроль отвалообразователя

дством НГМК было принято решение о создании собственного учебного и аттестационного центра по НК.

В соответствии с требованиями международных стандартов специалисты ЛНК ПО «НМЗ» прошли в МНПО «Спектр» подготовку и сертификацию на III уровень квалификации по шести основным методам НК, так как только персонал этой квалификации имеет право обучать и экзаменовать других. Были укомплектованы учебные и экзаменационные образцы, закуплены средства НК, расходные материалы, учебники, учебные программы, сборники тестовых вопросов для аттестации персонала на I, II и III уровни по шести методам НК. Была разработана соответствующая система качества. В 2000 г. Аттестационный центр «ЛНК» НГМК аккредитуется в Системе добровольной сертификации персонала Российского общества неразрушающего контроля и технической диагностики (РОНКТД) и, зарегистрировав в Государственной Инспекции «Саноатконтехназорат» выданные РОНКТД аттестаты аккредитации, начинает свою деятельность.

Через год, в мае 2001 г., в комбинате с целью связать создаваемые лаборатории в единую схему, была организована Система неразрушающего контроля НГМК. ЛНК ПО «НМЗ» реорганизуется в Центральную лабораторию НК (ЦЛНК) и принимает на себя функции методического руководства Системой. Формируются лаборатории НК в структурных подразделениях НГМК: Северном, Центральном и Южном рудоуправлениях, а затем в Зарафшанском управлении строительства и в РУ-5.

Ежеквартальные технические совещания с обсуждением текущих задач и отчетов начальников лабораторий, регулярные выезды специалистов ЦЛНК в каждую из шести лабораторий Системы НК НГМК с целью проверки правильности использования средств НК, ведения документации, соблюдения методик контроля, ежегодно организуемые семинары по обмену опытом помогают поддерживать НК на необходимом уровне.

С принятием Закона РУз «О промышленной безопасности», а в декабре 2008 г. Постановления Кабинета Министров РУз №271 в Узбекистане начинается формирование Системы НК в сфере промышленной безопасности. Управление системой НК основано на оценке и подтверждении соответствия: персонала в области НК, лабораторий НК, методической документации по НК и средств НК. Для лабораторий НК комбината это становится подтверждением правильности выбранного пути и дополнительным стимулом для дальнейшего развития. Начинается подготовка к аккредитации всех лабораторий.

С ростом числа лабораторий неразрушающего контроля в республике становится очевидной важность координации деятельности в области НК и широкого обмена информацией. Созданное по инициативе Агентства «Узстандарт» и ряда крупней-

ших предприятий республики Узбекистанское Общество НК (УзОНК) призвано способствовать решению этих вопросов, а также признанию национальной системы НК на межгосударственном уровне.

На очередной Республиканской конференции по НК, в мае 2009 г., было принято решение о вступлении УзОНК в Международный комитет по НК - International Committee for Non-destructive Testing (ICNDT) в качестве его полноправного члена. Это позволило завязать взаимовыгодные профессиональные связи, а также дало нашим специалистам доступ к информации о новых приборах, разработках и методиках по НК со всего мира. Решение о принятии УзОНК в Международный комитет было ратифицировано абсолютным большинством голосов на очередном заседании Генеральной Ассамблеи ICNDT в июне 2010 г. Это стало еще одним шагом к признанию системы НК Узбекистана, а значит, и деятельности нашего ОСПНК.

Дальнейшее развитие Системы НК НГМК происходит в соответствии с государственным законодательством и требованиями международных стандартов: аккредитованы 4 и завершают свою аккредитацию еще 2 лаборатории НК, внедряются все



Рис. 2. Проведение НК: измерение толщины стенки сосуда давления



Рис. 3. Проведение НК: ультразвуковой контроль зубчатого венца



Рис. 4. Встреча ведущих специалистов НК из разных стран в главном офисе МАГАТЭ, Вена, Австрия

новые методы и технологии НК. Кроме того, планируется объединить в корпоративной сети все лаборатории системы НК НГМК, чтобы можно было оперативно передавать данные испытаний в центр и получать необходимые консультации или отправлять заключения о состоянии объекта. Это повысит эффективность методической работы, и многие производственные вопросы можно будет решать без выезда на объект.

Планируется уже в текущем году расширить сферу деятельности ОСПНК и УЦ НК на всю республику, а в процесс подготовки и сертификации персонала внедрить современные интерактивные методы, а именно: использование дистанционного обучения, электронных учебников с обратной связью, программ тестирования, учебных видеофильмов, «виртуальные лаборатории» - программы-тренажеры по методам НК.

С 2000 г. специалисты НК НГМК участвуют в технических проектах Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) по развитию НК в странах - членах МАГАТЭ. Первый такой проект, RAW 8002, был региональным и проводился для стран Центральной Азии (Иран, Пакистан, Ливан, Индия, Казахстан, Узбекистан и др.). В рамках этого проекта представители стран-участниц знакомились с работой международных организаций по НК, с европейскими и международными стандартами и обучались на курсах по нескольким из основных методов НК.

Получив базовые знания и некоторый опыт, специалисты ЦЛНК комбината разработали и подали в МАГАТЭ проект: «Применение методов неразрушающего контроля при добыче, переработке и транспортировке урана», который прошел необходимую экспертизу и был принят на период 2005-2006 гг. под номером UZB 8002. Лаборатория получила грант на развитие Центра по сертификации персонала НК. На эти средства было закуплено современное диагностическое оборудование, а специалисты лаборатории прошли обучение и серти-

фикацию на III уровень квалификации в центрах НК Москвы и Киева.

В соответствии с программой проекта в Узбекистане побывали эксперты по НК международного уровня. Так, в апреле 2006 г. в НГМК на базе ПО «НМЗ» состоялся научно-практический семинар «Неразрушающий контроль в строительстве» под руководством доктора Абд Нассир Ибрагима (Малайзия) и профессора Г.Г. Гуровой (Россия), в конце года в НГМК побывал технический консультант МАГАТЭ Исаак Эйнав (Австрия). Целью его визита была проработка плана развития ЦЛНК по основной деятельности, обучению и сертификации персонала НК. В рамках проекта в мае 2007 г. в Узбекистане впервые была проведена конференция по НК с участием Президента Международного комитета по НК (ICNDT) Д. Маршала, вице-президента РОНКТД профессора В.П. Вавилова, представителей Таджикистана, Киргизии и Казахстана.

Всё это позволило поднять Центральную лабораторию неразрушающего контроля НГМК на новый уровень и в 2009 г. провести её аккредитацию в Системе аккредитации Агентства Узстандарт уже в качестве Органа по сертификации персонала НК (ОСПНК), сегодня единственного в республике. Одновременно был создан и аккредитован Учебный центр (УЦ) по НК. Теперь к нам приезжают на обучение и сертификацию специалисты НК из разных городов Узбекистана и даже по направлению МАГАТЭ из ближнего зарубежья, например, из Грузии и Таджикистана.

Сегодня специалисты ЦЛНК участвуют в исследовательском проекте МАГАТЭ «Оптимизация методов цифровой радиографии в промышленности». Уже изготовлен и собран опытный образец флюороскопа и проводятся его испытания в условиях производства.

Таким образом, шесть лабораторий НК в подразделениях комбината объединены в Систему неразрушающего контроля Навоийского горно-металлургического комбината с целью обеспечения единообразия, повторяемости и сходимости проводимых испытаний. Центральная лаборатория неразрушающего контроля аккредитована в качестве Органа по сертификации персонала НК, сегодня единственного в республике. Одновременно в комбинате создан и аккредитован Учебный центр по НК, в который приезжают на обучение и сертификацию специалисты НК из разных городов Узбекистана и по направлению МАГАТЭ из-за рубежа. По инициативе Агентства «Узстандарт» и ряда крупнейших предприятий республики создано Узбекстанское Общество НК.

Построение системы неразрушающего контроля позволило на высоком уровне проводить экспертизу опасных производственных объектов и мониторинг технического состояния производственного оборудования как для его периодического освидетельствования, так и для продления срока службы.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ РЕЗАНИИ

Кушназаров И.К., заведующий кафедрой «Технология машиностроения» НГГИ, канд. техн. наук; Мухаммедов Ш.Ш., старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения», НГГИ

В данной статье приводятся результаты исследований трансформации прочностных свойств обработанной поверхности, полученные на модель в условиях широкой вариации термомеханических параметров.

Характер изменения свойств обрабатываемого материала в деформационных процессах, сопутствующих механической обработке, зависит от исходных свойств этого материала, режимов деформационного воздействия и схемы деформации.

В механике сплошных сред свойства материала при деформировании принято связывать с тремя основными параметрами: температурой при деформации θ ; величиной деформации в относительных единицах ϵ ; скоростью деформации $\dot{\epsilon}$ с⁻¹ [1]. Считается, что знание этих трех параметров является достаточным для определения механических свойств материала, если известны законы взаимовлияния.

Получение количественных данных, отображающих зависимость прочностных свойств материала от схемы нагружения и температурно-скоростных условий процесса резания, связано с объективными трудностями. Объясняется это дополнительным влиянием трения по контактным поверхностям инструмента.

Дифференцировано влияние процессов трения при резании на свойства обработанной поверхности подробно рассматривается во многих работах. Что касается влияния деформационной составляющей A

в условиях изменения $\epsilon=0,02...0,9$; $\dot{\epsilon}=10...10^5$ с⁻¹; $\theta=20...660$ °C этот вопрос освещен очень слабо. Именно эти диапазоны параметров деформации характерны для процесса резания [2]. А в методологическом отношении корректное определение этих параметров непосредственно в процессе резания связано с весьма большими сложностями.

Хорошо исследованные области 700...1200°С и $\epsilon = 0,05...0,25$; $\dot{\epsilon} = 10^{-3}...10^{-1}$ с⁻¹; $q = 20...200$ ° соответствуют условиям стандартных прочностных испытаний и обработки материалов давлением.

Для решения этой задачи были проведены исследования на модели, имитирующей процессы деформации при резании. Диапазон изменения температурно-скоростных параметров и отображающий напряженное состояние подбирался для соответствующих процессов резания.

Схема модели представлена на рис. 1. Диск 1 с двойным углом 90° обкатывается по цилиндрической заготовке 2 с приложением радиальной нагрузки. Регулирование нагрузки N осуществляется через

систему рычагов подвешиванием требуемых грузов 5. Постоянство передаваемой нагрузки, а также демпфирование вибраций на больших скоростях обеспечивается гидростатическим подшипником 4. В результате внедрения диска под действием нагрузки образуется след, характеризуемый размерами "b", "L" и "h" (рис. 2). Ось 3 диска 1 поворачивается с таким расчетом, чтобы образующая вершины конуса лежала на линии равнодействующей скоростей обкатывания V и подачи S .

Очевидно, что деформирование материала по такой схеме (параллельно с резанием) позволяет получить след, который можно интерпретировать, как параметр упрочнения, отображающий сопротивление деформации σ .

При определении величины остаточной деформации через "h", "L" и "b" можно отметить для диска с <90°:

$$h = \frac{L}{2}.$$

Параллельно с измерением следа производились измерения: температуры θ методом «естественной термопары», микроструктурным анализом и измерением микротвердости определялся размер h_H . Наличие этих результатов позволили определить параметры $\dot{\epsilon}$ и ϵ при соответствующих изменениях параметров технологического процесса N , V и S . Был выявлен комплекс данных для анализа зависимостей.

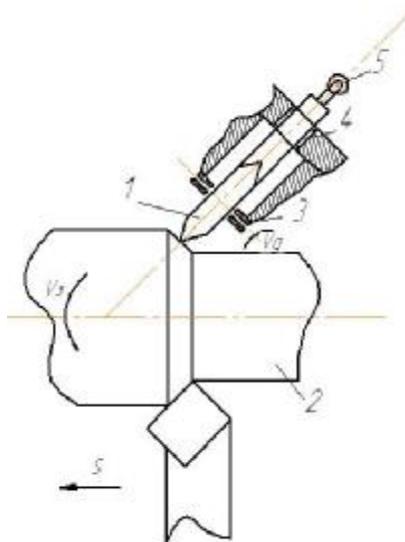


Рис. 1. Схема модели

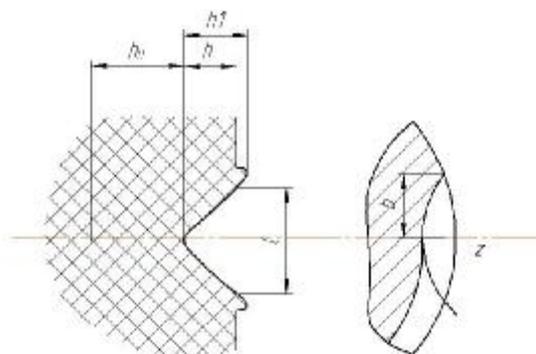


Рис. 2. Размеры следа

$$\sigma=f(\epsilon); \sigma=f(\dot{\epsilon}); \sigma=f(\theta)$$

Анализ полученных результатов позволил выявить, что глубину наклепа h_H можно определять по эмпирической зависимости:

$$h_H = \frac{0,175N}{\sigma_T \sqrt{a \cdot b}},$$

где N - прилагаемая нагрузка;

σ_T - предел текучести обрабатываемого материала;

L, b - геометрические размеры следа.

Для примера на рис. 3 представлены данные, полученные в условиях естественной изменяющейся температуры при деформировании сталей 45, 12X18H10T и серого чугуна СЧ28.

Анализ показывает, что сопротивление деформации изменяется по разным закономерностям. С увеличением скорости чугун разупрочняется без заметных изменений интенсивности. Конструкционная сталь 45 с увеличением V в целом также подвержена разупрочнению, вследствие увеличения температуры θ . Для 12X18H10T зависимость с заметным изменением интенсивности разупрочнения. В диапазоне $V > 0,5$ м/с наблюдается упрочнение.

В целом увеличение скорости $V=0,16$ м/с до 1,16 м/с, т.е. на 0,83 м/с приводит к изменению σ для: 12X18H10T – 0,45 GPa (22%), сталь 45–0,95 GPa (27%), Сч28 – 1,2 GPa (37%).

Для уточнения влияния скорости деформации и её степени на упрочнение были выполнены исследования в изотермических условиях при $\theta_1=470^\circ\text{C}$, $\theta_2=620^\circ\text{C}$, $\theta_3=660^\circ\text{C}$, которые позволили выявить для 12X18H10T зависимость вида:

$$S = \frac{325 \cdot e^{0,3} \cdot e^{0,008}}{e^{-00028\theta}}$$

Пользоваться зависимостью такого вида в практических расчетах не всегда удобно. Такой расчет предполагает последовательное экспериментальное определение h_H , ϵ , $\dot{\epsilon}$ и θ .

Более удобно для практического использования выразить полученные результаты непосредственно через технологические параметры: линейную скорость V, нормальную нагрузку N и температуру θ . Учитывая это обстоятельство, нами получено:

$$h = A \cdot q^b \cdot e^{C_1 q} \cdot V^{n \cdot q^m} \cdot e^{C_2 q}$$

Расчеты по этой формуле для различных V, N и θ , произведенные на ЭВМ позволили определить: $A=4,5$

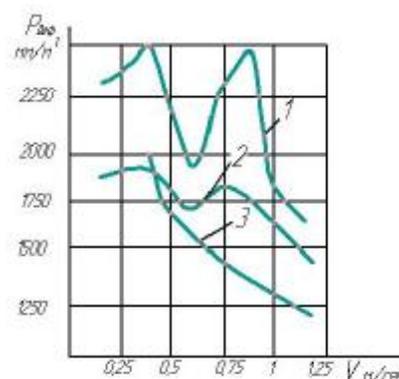


Рис. 3. Зависимость $P_{\text{деф}}$ от скорости деформирования 1-12X18H10T; 2-сталь 45; 3-СЧ28-48

$\cdot 10^{-2,1}$; $b=9,46$, $C_1=0,013$; $n=-1,7 \cdot 10^{-8}$, $m=9,53$; $C_2=0,0105$.

Расчеты по этой формуле позволяют получить комплекс зависимостей, отражающих закономерности изменения сопротивления деформации при широком варьировании термомеханических параметров.

Анализ этих зависимостей выявил, что:

- увеличение скорости деформации (в изотермических условиях) приводит к упрочнению материала во

всем расчетном диапазоне $\dot{\epsilon}$;

- интенсивность упрочнения возрастает при уменьшении температуры процесса;

- наиболее заметное изменение зависимости σ от

$\dot{\epsilon}$ происходит при снижении температуры $\theta < 600^\circ\text{C}$;

- зависимость σ от относительной деформации ϵ показывает, что максимальный эффект наблюдается при $\theta < 400^\circ\text{C}$;

- наиболее значимым фактором, влияющим на прочностные свойства (в исследованных пределах), является температура, обуславливающая изменение σ от 3800 и 800 МПа, т.е. более чем в четыре раза, чего

достичь за счет регулирования $\dot{\epsilon}$ и ϵ в данной работе не удалось.

Отметим особо, что управление сопротивлением деформации за счет температуры хоть и является более эффективным, но не всегда может быть приемлемым, что объясняется большими энергетическими затратами. Кроме этого, имеются объективные неудобства при работе или специфические требования

технологии. Регулирование параметров $\dot{\epsilon}$ и ϵ за счет изменения N и V в некоторых случаях может оказаться более приемлемым. В общем же случае наибольшую эффективность следует достигать соответствующей комбинацией всех трех параметров процесса.

Список литературы:

1. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. Справочник М.: Машиностроение, 1987, 327с.
2. Лопадзе Т.Н. Износ режущего инструмента. М.: Машиностроение, 1992. 286 с.

БУЮК МАТЕМАТИКЛАРНИНГ ИЛМИЙ ХУЛОСАЛАРИДАН ЛАВҲАЛАР

Рахматов Н.Х., БухОО ва ЕСТИ ўқитувчиси

Кўп давраларда ёки маъруза ўқилаётган катта катта ўқув аудиторияларида математика нимани ўргатади ёки у қандай фан деган саволларни қўядилар [1, 2]. Бу саволга мукамал жавобни ХХ асрнинг буюк математиги А.Н. Колмогоров (1903-1987 йй.) берган ва у қуйидагича ифодаланади. Таъриф: Математика ҳақиқий оламнинг миқдорий муносабатлари ва фазовий формалари ҳақидаги фандир. Математика сўзининг луғавий маъносини қарайдиган бўлсак, у грек тилидан олинган бўлиб, миқдорлар ҳақидаги фан деган маънони билдиради. XIX асрнинг буюк математиги Гаусс “Арифметика – математиканинг подшоҳидир, математика эса барча фанларнинг подшоҳидир”, - деб математикага юқори баҳо берган. Математика бундай юқори баҳога эришиш учун узоқ тараққиёт йўлини босиб ўтишига тўғри келган. А.Н. Колмогоров ўзининг 1954 - йилда қобуснома учун ёзилган ва “Математика” деб аталадиган мақоласида бу тараққиётни тўрт даврга ажратади:

- математиканинг шаклланиш даври;
- элементар математика даври;
- ўзгарувчи миқдорлар даври;
- ҳозирги замон математикаси даври.

Биз бу мақоламизда 3 – даврга, яъни “Олий математика” даврига бироз тўхталамиз. “Олий математика” даври XVII асрдан бошланади. Бу вақтга келиб математик усулларнинг янги соҳаларга кириб бориши шунга олиб келдики, дифференциал ва интеграл ҳисобни асослаш муаммолари янада чигаллашиб кетди. Бунга асосий сабаблардан бири қилиб чексиз қаторлар назариясини келтириш мумкин. Чексиз қаторларни ўрганишда ва олинган натижаларни асослашда ўша замон математиклари қандай муаммоларга дуч келгани ҳақида фикр юритамиз. Ушбу

$$f(x) = (1+x)^{-1} = \frac{1}{1+x}. \quad (1)$$

Функцияни:

$$(1+x)^m = 1 + mx + \frac{m(m-1)}{2!}x^2 + \dots \\ \dots + \frac{m(m-1)\dots(m-n+1)}{n!}x^n + \dots$$

Ньютон биноми формуласидан фойдаланиб:

$$\frac{1}{1+x} = 1 - x + x^2 - x^3 + x^4 - \dots \quad (2)$$

қўринишда ифодалаш мумкин. Ўша замон математиклари чексиз қаторни математик таҳлил фанига киритар эканлар, улардан мураккаб қўринишдаги функцияларни дифференциаллаш ва

интеграллаш оддийроқ ва энгилроқ бўлиши учун уларни оддийроқ чексиз қаторлар билан алмаштириш қандай бўлар экан деган фикрга келдилар. Бундан ташқари юқоридаги алмаштиришлар аргументнинг берилган қийматида $\sin x$ ёки $\cos x$ каби функциялар қийматларини ҳисоблашга имкон берар эди. Бундай ҳолатларда чексиз қаторнинг берилган функцияга тенг кучли эканлигини аниқлаш муҳим эди. Лекин берилган функциялар аргументнинг берилган қийматида аниқ бир сонни қабул қилади. Шу ерда қуйидагича савол туғилади: аргументнинг берилган қийматида танланган чексиз қатор қандай қиймат қабул қилади ва уни қандай ҳисоблаш мумкин? Охириги саволнинг маъноси шундан иборатки, қаторнинг йиғиндиси нима ва уни қандай ҳисоблаш мумкин? Бу саволни бошқачароқ ҳам ифодалаш мумкин бўлади: функция маънога эга бўлувчи аргументнинг берилган қийматида чексиз қатор функцияга тенг кучли бўла оладими, яъни кўпол қилиб айтганда, ҳосил бўлган сонли қатор функциянинг ўрнини боса оладими? Ньютон (1669 й) ўзининг математик таҳлил бўйича биринчи илмий ишида дифференциаллаш ва интеграллаш операцияларини бажариш учун ҳеч иккиланмасдан чексиз қаторлардан фойдаланган. Масалан, у

$y = \frac{1}{1+x^2}$ функцияни интеграллаш учун биномни

ёйиш ҳақидаги теоремага асосан $y = 1 - x^2 + x^4 - x^6 + \dots$ қаторга эга бўлиб, уни ҳадма – ҳад интеграллади ва:

$$\int \frac{dx}{1+x^2} = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots \quad (3)$$

натижага эга бўлди.

Ньютон шу ерда яна шунга эътибор қилдики, агар

функцияни $y = \frac{1}{1+x^2} = \frac{1}{x^2} \cdot \frac{1}{1+\frac{1}{x}}$ қўринишда

ёзадиган бўлсак, у ҳолда биномни ёйиш ҳақидаги теоремага асосан:

$$y = \frac{1}{x^2} - \frac{1}{x^4} + \frac{1}{x^6} - \frac{1}{x^8} + \dots \quad (4)$$

тенгликка эга бўламиз. Ньютон шу ерда (3) ёйилмадан исталганча кичик x ларда, (4) ёйилмадан эса исталганча катта x ларда фойдаланиш кераклигини айтиб ўтган. Шу билан бирга у қаторларнинг яқинлашиши хоссасига интуитив равишда ўзи сезмаган ҳолда жуда яқинлашган.

Ньютон ва Лейбницлардан ташқари чексиз қаторлар муаммоси устида XVIII асрнинг буюк

математиклари Бернуллар авлоди, Эйлер, Даламбер ва бошқа ўз замонининг илғор математиклари қаттиқ изланганлар. Бунда улар математик таҳлилга чексиз қаторларни тадбиқ қилиш натижасида бир қатор хатоликларга йўл қўйиб, нотўғри мисоллар келтирганлар ва нотўғри хулосаларга келганлар.

Масалан, (1) қатор $x=1$ да қуйидаги чексиз сонли қаторга айланади:

$$1-1+1-1+1-1-\dots$$

“Ана шу сонли қатор йиғиндиси нимага тенг?” деган савол кўпгина бахс ва мунозараларга сабаб бўлди.

Агар уни $(1-1)+(1-1)+(1-1)+\dots$ кўринишда ёзадиган бўлсак, унинг йиғиндиси 0 га тенг бўлиши керак. Агар уни $1-(1-1)-(1-1)-(1-1)-\dots$ кўринишда ёзадиган бўлсак, унинг йиғиндиси 1 га тенг бўлиши керак.

Агар бу чексиз сонли қатор йиғиндисини S билан белгиласак:

$$S=1-(1-1+1-1+\dots),$$

ёки:

$$S=1-S,$$

тенгламага келамиз. Бу тенгламадан:

$$S = \frac{1}{2},$$

эканлиги келиб чиқади. Демак, бу чексиз қатор йиғиндиси $1/2$ га тенг. Бундай бўлиши мумкин эмас-

лиги аёндир.

Юқоридаги сонли қаторни махражи $q=-1$ геометрик прогрессия сифатида қараб, формуласига асосан, чексиз геометрик прогрессия йиғиндиси:

$$S = \frac{a}{1-q} = \frac{1}{1-(-1)} = \frac{1}{2},$$

бўлади. Яна бир математик Гвида Гранди (1671-1742) ўзининг “Квадратура окружностей и гипербол” (1703) қўлёзмасида бошқа бир йўл орқали чексиз сонли қатор йиғиндиси $1/2$ га тенглигини кўрсатди. Лекин у шу билан бирга у қаралаётган чексиз сонли қатор йиғиндиси 0 га тенг эканлигини ҳам кўрсатади. Гранди фикрича $0=1/2$ тенглик шуни кўрсатадики, дунё ҳеч нарсадан ташкил топмаган, яъни аниқлик йўқ.

Бу каби бахс – мунозара ва нотўғри хулосаларга вақти келиб нуқта қўйилди. Юқоридаги (1) чексиз қатор фақат $x \in (-1;1)$ учун ўринли эканлиги барча математикларга аён бўлади ва ҳеч қандай бахс-мунозарага ўрин қолмади.

Адабиётлар:

1. М.Клайн, Математика. Утрата определенности. Москва. “Мир”. 1984.
2. А.Н.Колмогоров. Математика в ее историческом развитии. Москва. “Наука”. 1991.

УДК 517

© Қаршиев А.Б. Давранов Ю. 2010 й.

ПЛАСТИКЛИК НАЗАРИЯСИНING МУРАККАБ ЮКЛАШ МАСАЛАСИНИ КЕТМА - КЕТ ЯҚИНЛАШИШ УСУЛИ БИЛАН ЕЧИШ

Қаршиев А.Б., Тошкент ахборот технологиялари университети Самарқанд филиали «Информатика ва ахборот технологиялари» кафедраси мудири, физ.-мат. фанл. номзоди; Давранов Ю., Тошкент ахборот технологиялари университети Самарқанд филиали «Умумқасбий фанлар» кафедраси доценти, физ.-мат. фанл. номзоди

Пластиклик назариясининг мураккаб юклаш масаласини А.А. Ильюшин томонидан таклиф этилган кетма-кет яқинлашиш усули [1] билан ечишни қараймиз. Бунинг учун кучланиш ва деформациянинг векторли тасвирланишидан [2, 3] фойдаланамиз. Текис деформация учун кучланиш вектори \vec{s} ва деформация вектори $\vec{\varepsilon}$ нинг компонентларини уч ўлчовли e_1, e_2, e_3 фазода қуйидаги кўринишда тасвирлаймиз:

$$s_1 = \frac{1}{\sqrt{6}}(2s_{11} - s_{22} - s_{33}), s_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}(s_{22} - s_{33}), s_3 = \sqrt{2}s_{12},$$

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{\sqrt{6}}(2e_{11} - e_{22}), \varepsilon_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}s_{22}, \varepsilon_3 = \sqrt{2}e_{12},$$

ерда s_{ij} ва e_{ij} - мос ҳолда кучланиш ва деформация тензорларининг компонентлари.

Фараз қиламизки ҳажм ўзгариши (деформация) эластик ҳолда рўй беради:

$$s_{kk} = 3Ke_{ij} \quad (1)$$

Такрорланувчи индекслар бўйича йиғиш амали бажарилади деб ҳисобланади.

$$\vec{s} = \vec{F}(\vec{\varepsilon}) \quad (2)$$

муносабатдаги \vec{F} оператордан фақат $\vec{\varepsilon}(t, x)$ дан $\vec{s}(t, x)$ нинг траекториясини тузишда фойдаланамиз.

Вектор $d\vec{s}$ ни ихтиёрий уч ўлчамли вектор $d\vec{\varepsilon}$ орқали ифодалаш мақсадида базис векторларини тузамиз.

Фараз қилайликки:

$$d\vec{n} = d\vec{\varepsilon} \times d\vec{s} = E_{ijk} d\varepsilon_j ds_k \vec{e}_i$$

$\vec{d}n$ векторини \vec{n} орқали ифодалаймиз.

Агар $\left| \vec{n} \angle d, (d \angle \angle 1) \right|$ бўлса, у ҳолда $\vec{d} s = A_1 d \vec{\varepsilon}$, акс ҳолда:

$$\vec{d} s = A_1 d \vec{\varepsilon} + A_2 d n \quad (3)$$

бу ерда $\vec{d} n = n \times d \vec{\varepsilon} = E_{ijk} n_j^o d \varepsilon_k e_i$.

Фараз қилайликки n - яқинлашишда ҳар бир x учун $\vec{\varepsilon}(t, x)$ маълум. У ҳолда (2) формула орқали $\vec{s}(t, x)$ ни ҳисоблаймиз, демак: $\vec{d} \varepsilon(t, x), \vec{d} s(t, x), \vec{d} n(t, x)$ лар ҳам маълум.

(3) муносабатдан қуйидагиларни ҳосил қиламиз:

$$A_1^{(n+1)}(t, x) = \frac{\vec{d} s(t, x)}{\left| d \vec{\varepsilon} \right|^2}, \quad (4)$$

$$A_2^{(n+1)}(t, x) = \frac{\vec{d} s(t, x) \cdot d n(t, x)}{\left| d \vec{\varepsilon} \right|^2},$$

(n - бўйича йиғиш амали бажарилмайди).

(3) муносабатни таҳлил қилиб (4) ни ҳисобга олган ҳолда қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\vec{d} s = A_1^{(n+1)} d \vec{\varepsilon} + A_2^{(n+1)} E_{ijk} n_j^{o(n+1/2)} d \varepsilon_k e_i,$$

ёки $\vec{d} s_k = A_{k1}^{(n+1)} d \varepsilon_1$, бу ерда:

$$A_{k1}^{(n+1)} = A_1^{(n+1)} d_{k1} + A_2^{(n+1)} n_j^{o(n+1/2)} E_{kj1}. \quad (5)$$

n -яқинлашишда ҳосил қилинган аппроксимацион аниқлаш муносабати (5) ($n+1$) яқинлашишни, хусусан $\vec{\varepsilon}$ ни топишда ишлатилади.

Аниқлаш муносабатлари (1) ва (2) ни назарда тутган ҳолда нормаллашган фазода [4] пластиклик назариясининг чегаравий масаласини қуйидаги:

$$\left(\left(\vec{L} f(e(u(t, x))) \right) + F \right) = 0,$$

операторли тенглама кўринишда ёзамиз.

e_{ij} деформациялар u_i силжишлар орқали Коши формулалари орқали ифодаланади. Итерацион жараёни қуйидаги ҳолда тасвирлаймиз:

$$\left(\left(\vec{L} A(e(u^{(n+1)} - u^{(n)})) \right) + b \left(\left(\vec{L} F(e^{(n)}) \right) + F \right) \right) = 0.$$

Юқорида тавсифланган итерацион усулда $b = 1$ деб олинган, аниқлаш муносабатлари (5) га мос

келувчи чизикли оператор \vec{A} қуйидаги шартни қаноатлантиради:

$$\vec{A}(e(u^{(n)})) = \vec{F}(e(u^{(n)})).$$

Агар $b \neq 1$ деб ҳисобласак, у ҳолда $n+1$ - яқинлашишда $\vec{\varepsilon} = b \vec{\varepsilon}_* + (1-b) \vec{\varepsilon}$ бўлиб $\vec{\varepsilon}_*^{(n+1)}$ аниқлаш муносабатлари (5) дан иборат масалани ечимидан топилади.

Параметр t бўйича дискретлаб ҳар бир t^k кадамда $\Delta u(t^k, x)$ ортгирма учун (1), (5) лардан иборат аниқлаш муносабатли биржинслимас анизотроп эластиклик назарияси масаласига эга бўламиз.

Уни ечиш учун [5, 6] да тасвирланган чекли айирмали масалани ишлатамиз. \vec{F} оператор трансляцион-изотропли қаттиқланувчи оқиш назариясига ($s_u \sim e_u$ дан иборат ягона эгри чизик чизикли қаттиқланувчи, $l = const$, l - силжиш модулининг урунмасини бошланғичига нисбати, оқиш сиртининг радиуси $s^o = 1 + m \varepsilon^p$ конунияти бўйича ўзгарди) мос келди.

Ҳамма қатталиклар ўлчамсиз, кучланиш ва деформация мос ҳолда s_s ва ε_s га бўлинади, s_s , ε_s -мос ҳолда бир ўқли чўзишдаги оқиш чегарасига мос келган кучланиш ва деформация.

Кетма- кет яқинлашиш усулнинг яқинлашиши қуйидаги мезон бўйича таҳлил қилинди:

$$e_k^{(n)} = \left\| u^{(n+1)}(t^k, x) - u^{(n)}(t^k, x) \right\|_{L_2}$$

Итерацион жараён алгоритми кўндаланг кесими квадратдан иборат чексиз брусни мураккаб юклаш масаласига қўлланилди. Бруснинг кўндаланг кесими ($0 \leq x_a \leq l; a = 1, 2; 1 \leq k \leq 10$).

Чегаравий шартлар кўриниши:

$$s = 0, \text{ агар } x_1 = 0 \quad \text{в } x_1 = l, \quad u = -v \cdot 0, 1 \varepsilon_s k,$$

агар $x_2 = 0$ ва $x_2 = l$,

бу ерда s - сирт кучлари вектори, v - сиртга нормал вектор.

Ҳисоблашлар кўрсатдики, пластиклик назариясининг мураккаб юклаш масаласини кетма-кет яқинлашиш тезлиги λ нинг қийматига боғлиқ.

Адабиётлар:

1. Ильющин А.А. Метод СН-ЭВМ в теории пластичности. В сборники «Проблемы прикладной математики и механики», Наука, 1971, с. 166-179.
2. Ильющин А.А., Ленский В.С Соппротивление материалов. Физматгиз, М., 1959.
3. Ильющин А.А, Пластичность. Основы общей математической теории. Издательство АН СССР, М., 1963.
4. Победря Б.Е. Численные методы в теории упругости и пластичности. М., Издательство МГУ, 1981
5. Победря Б.Е., Шешенин С.В. Некоторые задачи о равновесии упругого параллелоипеда. Известия АН СССР, МТТ, №1, 1981.
6. Васин Р.Н., Шешенин С.В., Давранов Ю. Метод последовательных приближений для сложного нагружения в плоской задаче теории пластичности. В сборнике «Механика деформируемых сред», Издательство МГУ, 1985.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ ПЛОСКИХ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ОБВОДОВ С ПОМОЩЬЮ НАПРЯЖЕННОГО СПЛАЙНА

Шодиев Ф.Д., доцент кафедры «Технология машиностроения» НГГИ, канд. техн. наук

Одним из основных вопросов, решаемых в системах САПР, является конструирование плоских криволинейных обводов с наперед заданными критериями и характеристиками. Метод сплайнов основан на использовании функции известного вида для построения кривых, проходящих через заданные точки. Рассмотрим автоматическое конструирование плоской кривой с помощью напряженного сплайна с выполнением условия гладкости, выпуклости и оптимальности формы. Одним из самых перспективных и универсальных методов расчета пространственных конструкций является метод конечных элементов (МКЭ).

Построение напряженных сплайнов осуществляется путем расчета некоторой исходной «основной» системы на заданные внешние воздействия. С помощью МКЭ получаем перемещения узлов дискретной модели.

В результате, суммируя координаты узлов начальной модели с полученными перемещениями, получаем конфигурацию объекта в искомом положении. Таким образом, МКЭ позволяет найти точечный каркас, описывающей искомую конфигурацию.

В качестве моделирующей функции предполагается принять сплайн, построенный на базе уравнения состояния растянутого стержня [1]:

$$Y = a_1 + a_2 x + a_3 chbx + a_4 shbx, \quad (1)$$

преимуществом которого по сравнению с алгебраическим является наличие реальных физических параметров, выражающихся зависимостью:

$$b = \sqrt{\frac{N}{EJ}}, \quad (2)$$

где N – усилие, приложенное к концам стержня,

EJ – изгибная жесткость стержня.

Сплайн с натяжением, являясь в определенной степени комбинацией кубической и линейной интерполяции, физически может быть представлен упругой рейкой, к концам которой приложена сила N , пропорциональная величина натяжения β .

Рассмотрим формообразующие свойства сплайна, построенного на базе уравнения (1) на примере его интерполяционной схемы. Поскольку уравнение (1) имеет четыре неизвестных, то для построения сплайна на каждом интервале $[X_i, X_{i+1}]$ его области определения:

$$X_i < X < X_{i+1},$$

необходимо решить систему четырех уравнений относительно четырех неизвестных. В локальной системе координат произвольного интервала $[X_i, X_{i+1}]$

эта система будет состояться из следующих условий:

при $X_i=0$

$$Y_i = a_1 + a_3$$

$$Y'_i = a_2 + ba_4$$

при $X_{i+1}=X_{i+1}-X_i=l_i$

$$Y_{i+1} = a_1 + a_2 l_i + a_3 chb l_i + a_4 shb l_i;$$

$$Y'_{i+1} = a_2 + b a_3 shb l_i + b a_4 chb l_i,$$

где Y'_i, Y'_{i+1} – первые производные на концах кривой.

Обозначая $shb l_i$ через m и $chb l_i$ через t , получим:

$$\left. \begin{aligned} Y_i &= a_1 + a_3 \\ Y'_i &= a_2 + ba_4 \\ Y_{i+1} &= a_1 + a_2 l_i + a_3 t + a_4 m \\ Y'_{i+1} &= a_2 + b a_3 m + b a_4 t \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Откуда:

$$\begin{aligned} a_1 &= Y_i \left[\frac{t-1-mb l_i}{A} \right] + Y_{i+1} \left[\frac{t-1}{A} \right] + \\ &+ Y'_i \left[\frac{m-tb l_i}{bA} \right] + Y'_{i+1} \left[\frac{b l_i - m}{bA} \right], \\ a_2 &= Y_i \left[\frac{mb}{A} \right] - Y_{i+1} \left[\frac{mb}{A} \right] + Y'_i \left[\frac{m-1}{A} \right] + Y'_{i+1} \left[\frac{m-1}{A} \right], \\ a_3 &= -Y_i \left[\frac{1-t}{A} \right] + Y_{i+1} \left[\frac{1-t}{A} \right] + Y'_i \left[\frac{tb l_i - m}{bA} \right] + Y'_{i+1} \left[\frac{m-b l_i}{bA} \right], \\ a_4 &= -Y_i \frac{m}{A} + Y_{i+1} \frac{m}{A} + Y'_i \frac{t-1-mb l_i}{A} + Y'_{i+1} \frac{1-t}{bA}, \end{aligned}$$

где $A = 2(t-1) - mb l_i$

Подставляя значения коэффициентов a_1, a_2, a_3, a_4 в уравнение (1), после некоторых преобразований, получим,

$$\begin{aligned} Y_{[X_i, X_{i+1}]} &= \left[\frac{(t-1)(1+chbx) - m(bl_i + bx + shbx)}{A} \right] Y_i + \\ &+ \left[\frac{(t-1)(1-chbx) + m(shbx - bx)}{A} \right] Y_{i+1} + \\ &+ \left[\frac{(t-1)(bx + shbx) + (1-chbx)(m-tb l_i) - mb l_i shx}{bA} \right] Y'_i + \\ &+ \left[\frac{(t-1)(bx - shbx) - (1-chbx)(m-b l_i)}{bA} \right] Y'_{i+1} \end{aligned} \quad (4)$$

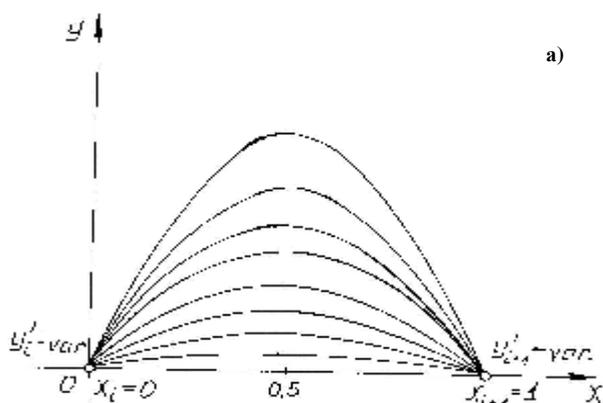


Рис. 1. Влияние на форму кривой параметров Y_i, Y_{i+1}

Освобождая один из пяти параметров (значения ординат Y_i, Y_{i+1} , значения производных Y'_i, Y'_{i+1} , в узлах X_i, X_{i+1} и параметров β на интервале $[X_i, X_{i+1}]$), можно получить семейство сплайновых кривых.

Анализ влияния этих параметров на получаемую форму кривой проиллюстрирован на рис. 1, 2.

На рис. 1, а, представлено семейство сплайновых кривых, построенных по уравнению (4) на интервале $[X_i, X_{i+1}]$, где значения Y'_i, Y'_{i+1} , одновременно возрастают при фиксированном значении остальных параметров ($Y_i = 1, Y_{i+1} = 1, l = 1, \beta = 1$). На рис. 1, б представлено другое семейство кривых, где изменяется только значение Y'_{i+1} (при $Y_i = 1, Y_{i+1} = 1, l = 1, \beta = 1$ и $Y'_i = const$). С увеличением значения Y'_{i+1} направление кривой на большей части ее длины почти совпадает с направлением Y'_{i+1} , затем кривая поворачивается, и проходит через точку Y_i , а точка максимума, меняя свои координаты, смещается в сторону Y_{i+1} . При больших значениях Y'_{i+1} возникают точки перегиба.

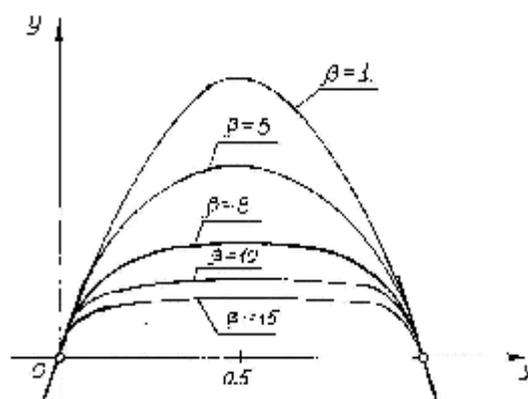
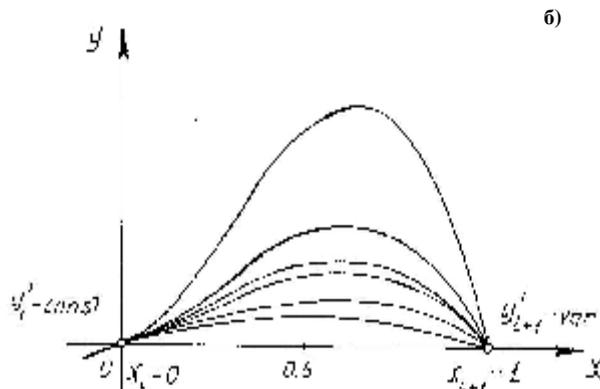


Рис. 2. Влияние на форму кривой параметра β

Влияние на форму кривой параметра β при фиксированных остальных параметрах продемонстрировано на рис. 2.

Задачи, где набор точек принадлежит функции $Y = \sin x$.

Таким образом, показана возможность управления формой интерполирующей кривой с помощью параметров, имеющих простую геометрическую интерпретацию.

Список литературы:

1. Немчинов Ю.И. Расчет пространственных конструкций (метод конечных элементов). Киев. Будівельник. 1980. 231 с.

УДК 338.45

© Улашев И.О. 2010 г.

СВОБОДНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗОНА: ПУТЬ К РЕГИОНАЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ ПРОИЗВОДСТВА

Улашев И.О., заведующий кафедрой «Экономика и менеджмент» НГГИ, докт. экон. наук, профессор

На современном этапе развития мировой экономики широкое распространение в хозяйственной практике получили так называемые «специальные экономические зоны» – локальные территории в различных странах со специальным экономико-

правовым льготным режимом хозяйствования. В связи с тенденцией к либерализации экономики и глобализации мировых экономических отношений идея создания специальных экономических зон находит все большее распространение в арабских го-

сударствах Ближнего Востока, Северной Африки и постсоветских государств. И это не случайно, т.к. географическое положение позволяет им быть мостом между Азией, Европой и Африкой, а стратегическое положение определяет значение в международной торговле [1].

В мировой практике внешнеэкономической деятельности существуют различные типы зон, а идея их создания уходит глубоко корнями в историю и является новейшей идеей человечества в области экономического развития. Еще древние финикийцы, египтяне и китайцы свободные экономические зоны (далее - СЭЗ) использовали для развития внешней торговли.

СЭЗ, впитавшие в себя долгий путь развития, наполнились опытом и новейшим экспортным содержанием. Их создание и становление направлено на либерализацию и активную внешнеэкономическую деятельность. Экономика таких зон имеет высокую степень открытости мировому рынку, а таможенный и налоговый режимы благоприятны для национальных и зарубежных инвестиций.

СЭЗ - это географические территории, которым их политические центры предоставляют более льготный по сравнению с общепринятым для данного государства режим хозяйственной деятельности. Иными словами, они являют собой анклав, где осуществляются выборочное сокращение государственного вмешательства в экономические процессы, составляют обособленную часть национального экономического пространства, на которой применяется определенная система льгот, не используемая на других территориях данного государства. Такая система льгот и стимулов на основе новейших технологий позволяет создавать приоритетные отрасли экономики, способные обеспечить производство высококачественной продукции, повышать социально-экономический уровень регионов.

Мировая практика показывает, что создание СЭЗ - весьма действенное направление развития экономики отдельных территорий и регионов. Рассмотрим опыт некоторых развитых стран мира.

В американской экономике функционируют и такие образования, как предпринимательские зоны и технологические парки, связанные с внутренним региональным развитием, нацелены на оживление малого и среднего бизнеса в депрессивных районах. В связи с ускоренным становлением и развитием автомобильной отрасли в 1934 г. в США создавались зоны внешней торговли. Многолетняя подготовка зональных образований, их эффективное функционирование позволили решить многие проблемы в американской экономике, в частности, преодолеть отсталость отдельных регионов, выравнять экономический потенциал. Среди ведущих зон наиболее известны «Силиконовая долина», где производится более 20% мирового объема средств вычислительной техники и компьютеров.

Япония использует два варианта СЭЗ. Это технополисы, созданные в 1980 г. на территории горо-

дов и прилегающих районов, где размещаются фирмы высокотехнологичных отраслей, университеты, исследовательские институты, жилая зона и современная инфраструктура.

Важные их функции - перераспределение промышленных объектов из центра на периферию, интенсификации научных разработок и переориентация промышленности на развитие наукоемких и энергосберегающих технологий, что обеспечивается мерами по ускоренной амортизации. В рамках специальных правительственных программ их создано не менее 20.

В экономике Японии функционируют и зоны развития импорта, стимулирующие концентрацию экспортных товаров в районах морских и авиационных портов, это снижает затраты на перевозки. Компаниям, обрабатывающим импортируемые грузы, предоставляются льготные займы.

Южная Корея, одна из первых в мире, приняла закон об учреждении свободной экономической зоны с целью привлечения иностранных инвестиций, стимулирования увеличения экспорта, роста занятости, усовершенствования промышленных технологий и, в конечном итоге, ускорения экономического развития страны. В рамках данного закона была создана СЭЗ в прибрежных районах Южной Кореи, которая стала одним из лидеров «азиатского чуда».

В 90-е годы XX века по темпам экономического роста мировым лидером стал Китай, в котором сегодня успешно работает 6 особых экономических регионов, которые еще в 1980 г. получили льготы СЭЗ. Кроме этого, 14 городов Китая получили статус открытых приморских территорий. Именно фактор приморского побережья восточных территорий Китая позволил этим регионам выйти в лидеры экономического развития страны. Всего в КНР созданы 32 зоны технико-экономического развития, по статусу близкие СЭЗ. Основная цель, которую преследовало правительство Китая, открывая СЭЗ, – привлечь иностранный капитал, технологии и менеджмент.

На территории этих экономических структур в настоящее время размещаются технопарки, где разрабатываются новейшие технологии с привлечением иностранного капитала, функционирует производство, ориентированное на экспорт, активно работают торговые предприятия.

В ОАЭ каждый из семи эмиратов имеет одну или более свободных экономических зон, предлагающих льготные условия для иностранных инвесторов и где оперируют более 5 тыс. компаний. Крупнейшей из них и третьей по размеру в мире является СЭЗ Джебел Али в эмирате Дубаи. Более того, данная СЭЗ является одним из наиболее удачных примеров развития подобных зон. СЭЗ Джебел Али (Jebel Ali Free Zone) входит в десятку самых лучших портов мира. Она создана на территории 100 тыс. м² и включает в себя порт, таможню и непосредственно свободную зону.

В целом, решение о создании СЭЗ продиктовано необходимостью развития принципиально новых капиталоемких и высокотехнологичных отраслей и производств, требующих развития как основных, так и вспомогательных производств и услуг, развитие которых без существенных налоговых льгот является не эффективным. Организация СЭЗ играет поддерживающую, стимулирующую роль в оживлении предпринимательской деятельности данного региона или в акцентировании внимания на развитие той или иной отрасли экономики. Для многих развивающихся стран свободные зоны становятся полюсами торгово-экономического, научно-технического и социального роста.

Создание свободной индустриально-экономической инфраструктуры является одним из действенных механизмов стимулирования развития предприятий, в первую очередь, субъектов малого и среднего бизнеса в регионе. Она служит «окном» для притока инвестиций, трансферта технологий, совершенствования управленческих навыков и рабочей силы. Условия, которые государство создает для частного сектора в рамках создания зон, позволят организациям значительно сократить свои затраты на подведение инфраструктурных ресурсов, а в случае со специальными экономическими зонами воспользоваться льготными налоговыми преференциями.

Президент Узбекистана Ислам Каримов 02.12.2008 г. подписал Указ о создании свободной индустриально-экономической зоны (далее СИЭЗ) «Навои» в районе международного аэропорта г. Навои (рис. 1, 2).

Основным направлением деятельности хозяйствующих субъектов на территории СИЭЗ «Навои» определено производство широкого спектра высокотехнологичной, конкурентоспособной на мировых рынках продукции за счет внедрения современного зарубежного высокопроизводительного оборудования и техники, технологических линий и модулей, инновационных технологий.

К объективным предпосылкам создания СИЭЗ именно в Навоийской области относятся:

- перспективное географическое положение Навоийской области (расстояние до грузового терминала международного аэропорта «Навои» и грузовой железнодорожной станции – 1,8 км; автомагистрали «Е-40», близлежащей электростанции, близ-

лежащего водораспределительного узла и газопровода высокого давления – 800 м);

- Навои – индустриально-развитый регион, обладающий всей необходимой промышленной, коммуникационной инфраструктурой и квалифицированной рабочей силой (НГМК – один из крупнейших производителей золота и урана в мире, АО «Кизилкумцемент» – крупнейший цементный завод Узбекистана, АО «Навоиазот», «Электрохимзавод» – крупные химические заводы, Навоийская ТЭС – одна из крупнейших ТЭС Узбекистана);

- Навоийская область обладает значительным транспортно-логистическим потенциалом (международный аэропорт Навои обслуживает международные авиалинии таких авиакомпаний, как «Korean Air» и «Moskoviya», автомагистраль международного значения «Е-40», прямой линией соединяющая Шанхай с Парижем, пролегает в непосредственной близости к аэропорту, половина объема транзита грузов обслуживается железнодорожной системой, пролегающей вблизи аэропорта);

- богатая минерально-сырьевая база Навоийской и граничащих с ней областей (Навоийская, Кашкардарьинская, Бухарская и Самаркандская области располагают богатыми залежами углеводородного сырья, угля, сырья строительных материалов, цементного сырья, кварцевых песков, базальта, металлов, в т.ч. драгоценных).

Реализация данного Указа создаст эффективную инфраструктуру, которая позволит активизировать экономические и инновационные процессы во всех сферах экономики и достичь следующих результатов:

- создание эффективной системы планирования и управления процессами создания и функционирования зоны для ускоренного формирования современной инфраструктуры СИЭЗ;



Рис. 1. СИЭЗ «Навои»



Рис. 2. Воздушные коридоры СИЭЗ «Навои»

- создание продуктивной системы управления процессами создания и функционирования индустриальными зонами;
- получение большого экономического эффекта от ускоренного развития промышленного сектора экономики за счет преимущественного использования СИЭЗ, как элемента индустриальной инфраструктуры;
- повышение роста экономической активности в обрабатывающей промышленности и высокотехнологичных отраслях экономики;
- развитие промышленного бизнеса вокруг г. Навои и предприятий области;
- создание эффективных производств в малом и среднем бизнесе;
- увеличение занятости населения путем создания новых рабочих мест;
- повышение жизненного уровня населения области и республики;
- развитие экспортного инновационного потенциала региона;
- увеличение доли малого и среднего бизнеса в общем объеме промышленного производства;
- повышение производственной и экономической активности в регионе.

Срок функционирования свободной индустриально-экономической зоны «Навои» составляет 30 лет с возможностью его последующего продления. В течение срока функционирования СИЭЗ на ее территории действуют особый таможенный, валютный и налоговый режимы. Координация и оперативное управление деятельностью СИЭЗ осуществляются соответственно Административным советом, создаваемым из представителей государственных органов, и дирекцией СИЭЗ.

Как отмечено в докладе Президента И.А. Каримова на заседании Кабинета Министров, посвящен-

ном итогам социально-экономического развития Узбекистана в 2009 г. и важнейшим приоритетам экономической программы на 2010 г., в 2009 г. проведены огромные работы по строительству интермодального центра на базе аэропорта как одного из ключевых объектов СИЭЗ «Навои». В течение года выполнено более 330 авиарейсов по международным маршрутам и перевезено около 8,5 тыс. т груза, что позволило интегрировать аэропорт г. Навои в глобальную логистическую сеть. Актуальным на-

правлением в сфере инвестиционной политики Узбекистана в 2010 г. считается дальнейшее увеличение объемов привлекаемых иностранных инвестиций в СИЭЗ «Навои». В первую очередь, намечено реализовать 17 проектов с объемом более 180 млн. долл. США и далее уделять особое внимание привлечению в СИЭЗ «Навои» инвестиций из стран высокого технологического уровня, таких как Республика Корея, Япония, Германия, США, Великобритания, Франция, Италия, Сингапур, КНР, Индия, ОАЭ и другие страны мира. Будут созданы совместные предприятия по производству LCD мониторов, компьютерной и телекоммуникационной техники, экономических электроламп, автомобильных запчастей, медицинской техники, лекарств, химической продукции, строительных материалов, парфюмерии, мебели, одежды и переработке сельскохозяйственной продукции.

Таким образом, предлагаемые новаторские подходы к созданию и развитию СИЭЗ «Навои» как действенный механизм стимулирования регионального развития производства станут одним из реальных механизмов реализации индустриально-инновационной государственной политики, поддержки и развития малого и частного предпринимательства в Навоийском регионе. И, естественно, для ведения работы с инвесторами и иностранными компаниями возрастает потребность в грамотных специалистах малого и среднего бизнеса. В целях развития экономики, трудоустройства и поднятия уровня жизни населения страны создается данная СИЭЗ, для которой будут необходимы современные кадры, владеющие знанием и навыкам ведения современного эффективного бизнеса.

Список литературы:

1. Юсупов Ю.Б. Становление и развитие экономической науки. – Т., 1999. -448с.

ЎЗБЕКИСТОН ИҚТИСОДИЙ ИСЛОҲОТЛАРИДА ЭКСПОРТ ВА ИМПОРТНИНГ ЎРНИ

Темирова М.Т., НДКИ «Иқтисодиёт ва менежмент» кафедраси катта ўқитувчиси; Толибов Б., НДКИ 2-босқич талабаси

Ислоҳотларнинг ўзгаришларини кўллаб-қувватлаш, ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, техник янгилаш ва диверсификация қилиш, инновацион технологияларни кенг жорий этиш – Ўзбекистон учун инқирозни бартараф этиш ва жаҳон бозорида янги марраларга чиқишнинг ишончли йўлидир [1].

Республикамизда тинчлик, осойишталик ва барқарорликни мустақамлаш, давлат ва жамият қурилишини демократлаш ва модернизация қилиш, иқтисодиётни эркинлаштириш, мамлакат бойликларидан эл-юрт ва келгуси авлод манфаати йўлида оқилона фойдаланиш, мамлакатимизнинг халқаро майдондаги обрў-эътиборини юксалтириш бўйича қўлга киритган салмоқли ютуқлар истиклолнинг дастлабки кунларидаёқ Ўзбекистонда танлаб олинган тараққиёт йўлининг ҳар томонлама тўғри ва оқилона эканини кўрсатмоқда. «Энг муҳими, - деб таъкидлайди президентимиз И.А. Каримов, - бугунги кунда қўлга киритаётган барча ютуқларимиз демократик жамият ва фаровон ҳаёт қуриш борасида ҳавас қиладиган натижаларга эришган Европа давлатлари, Япония ёки Жанубий Корея сингари мамлакатлар қаторидан жой олишда биз учун янги уфқ ва имкониятлар очади» [2].

Биламизки, айнан шундай янги уфқларга халқаро савдода иштирок этиш орқали эришишимиз мумкин. Халқаро савдода иштирок этарканмиз, унинг самарадорлиги биз учун жуда муҳим. Ушбу самарадорликни эса экспорт ва импорт ҳажмларини таққослаш орқали аниқлаш мумкин.

Хўш, қай тарзда? Бунинг учун экспорт ва импорт қилинган товар ва хизматлар қийматларининг йиғиндисини аниқлаган ҳолда ташқи савдо ҳажмини оширишимиз керак. Шунга мувофиқ экспорт ва импорт ҳажмлари орасидаги фарқ ташқи савдо балансини келтириб чиқаради.

Ў агар экспорт ҳажми импорт ҳажмидан юқори бўлса, ташқи савдо баланси мусбат бўлади;

Ў агар мамлакат экспорт ҳажми импорт ҳажмидан кичик бўлса, ташқи савдо баланси манфий бўлиб, экспортдан тушаётган чет валюта миқдори импорт товарларни сотиб олишга етмай, мамлакат ташқи савдосида валюта танқислиги каби муаммони юзага келтиради.

Ривожланган мамлакатларда экспорт ҳажми катта бўлиб, асосан тайёр маҳсулотларга тўғри

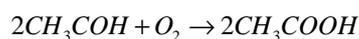
келади. Ривожланаётган мамлакатларда эса экспорт ҳажми импорт ҳажмидан кичик бўлиб, экспорт хом ашёдан иборат бўлиб қолади. Республикамиз ҳам ривожланаётган мамлакатлардан бири бўлиб, унинг экспорт ҳажмини кўпроқ хом ашё маҳсулотлари ташкил этади.

Мамлакатимиз иқтисодий юксалиш мезонларидан бири бу – кўпроқ тайёр маҳсулотни экспорт қилиш, маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажмини ўстириш ва сифатини яхшилашдир. Агар ўзимизда ишлаб чиқарилган маҳсулотлар импорт товарлар даражасида бўлса, қуйидаги афзалликларга эришамиз:

- импорт товарларга талаб камаяди;
- экспортда тайёр маҳсулот ҳажми ошади;
- мамлакатда ишлаб чиқариш ҳажми ортади;
- кўпгина маҳсулотлар сифатли бўлиб, талаб ортади;
- мамлакат иқтисодиёти ва аҳоли турмуш даражаси юксалади.

Мамлакатимиз иқтисодиёти олдида турган масалалардан бири бу – хом ашёдан кўра кўпроқ тайёр маҳсулот экспорт қилиш, импорт товарлар ўрнини босувчи товарларни ўзимизда ишлаб чиқариш ва юқори технологияли товар ва хизматларни чет элдан сотиб олишдир. Бу афзалликни қўлга киритишда амортизация ажратмасининг ўрни бекиёсдир, чунки ҳар бир асбоб-ускуна ва дастгоҳларнинг «Техник паспортида» кўрсатилган хизмат муддати ўтгандан сўнг уларни янгилашимиз, замон талабига мос асбоб-ускуна ва дастгоҳлар билан таъминлашимиз керак. Даромади паст хусусий ва давлат ишлаб чиқариш тармоқларини эса модернизациялаш ва уларни янги эҳтиёт қисмлар билан таъмирлашлари шарт ва зарурдир.

Жумладан, «Сирка кислотасини ишлаб чиқариш» жараёнини олиб кўрайлик. Бу жараён кимёвий жиҳатдан қуйидаги кўринишга эга бўлади:



99,6% ли сирка алдегиддан 95-96% ли сирка кислотаси олиниб, 4-5% ини эса бошқа моддалар ташкил этади. Ачинарли аҳвол шундаки, 95-96% ли сирка кислотаси олиш жараёнида 20-30% сирка кислотаси исроф бўлар экан. 50-55 тонна сирка кислотасини ишлаб чиқаришда эса 3 тонна маҳсулот исроф бўлади. Бу исрофни олдини олиш

учун Мо–Молибден метали зарур экан. Бу метални чет элдан сотиб олишимиз мумкин ёки кам чиқиндилди, яъни маҳсулот чиқиндиси қайта ишлаб чиқарувчи технологиядан фойдаланиш мумкин. Сирка кислотасини ишлаб чиқариш жараёни қуйидаги чизма асосида таҳлил қилинса, исроф миқдори янада яққол намён бўлади [3] (1-расм).



1-расм. Сирка кислотасининг ишлаб чиқариш жараёни

Ҳозирги кунда ташки савдо таркибида чуқур ижобий ўзгаришлар рўй бермоқда. Кейинги йиллар мобайнида экспорт таркибида рақобатдош тайёр маҳсулот салмоғининг барқарор ўсиш тенденцияси ва хом ашё етказиб берувчи тармоқлар маҳсулотлари улушининг камайиб бораётгани яққол кўзга ташланмоқда. 2008-йилда умумий экспорт ҳажмида хом ашё бўлмаган товарларнинг улуши 71 фоиздан зиёдни ташкил этди.

Айни вақтда Ўзбекистон учун анъанавий экспорт хом ашёси бўлган пахта толасининг бу борадаги улуши 2003 йилдаги 20 % дан 2008 йилда 12 % га тушди [1].

Бу кўрсаткичларнинг барчаси, аввало, экспорт таркибида юқори қўшимча қийматга эга бўлган рақобатдош тайёр маҳсулот улушининг изчил ошиши, биринчи навбатда, иқтисодийтимизнинг ўсиб бораётган салоҳияти ва имкониятларидан далолат беради. Бозор иқтисодиёти юқори даражада ривожланган мамлакатларда тадбиркор-

ликнинг кенг тараққиёти кичик ва ўрта бизнес билан шуғулланувчи корхоналар фаолияти орқали амалга оширилади.

Ҳукумат, уларнинг ривожланиши учун асос яратишга ҳаракат қилади. Масалан, АҚШда Рейган президентлиги даврида уларнинг сони 800 мингдан 14,5 миллионга етган. Италияда кичик ва ўрта бизнес корхоналарининг сони бир миллион-

дан ортиқроқдир. Кўпчилик Европа мамлакатлари ва Японияда кичик ва ўрта корхоналарнинг давлат бюджетига қўшаётган ҳиссалари 70 фоизни ташкил этади.

Хорижда тадбиркорликни ўрганган олимларнинг фикрича, ҳар бир тадбиркор камида 50 та одамни боқishi мумкин. Тадбиркорларнинг сони 3-5% ни ташкил этган хорижий давлатларда иқтисодий тараққиёт тезлашиб бормоқда.

Ушбу таҳлиллар экспорт ва импорт жараёнларида ҳар бир ҳолат чуқур ўрганилиши жоизлигини

таъкидлайди.

Зеро, мамлакатимиз миллий саноат ишлаб чиқаришининг салоҳияти кейинги йилларда тобора ортиб бораркан, бу бозор муносабатлари тамойилларига мувофиқ келувчи самарали бошқарув тизимининг жорий қилиниши, ишлаб чиқариш қувватларининг замонавийлаштирилиши, кичик ва ўрта бизнеснинг ривожлантирилиши, саноат корхоналарида мулкчилик муносабатларининг такомиллашиши, устувор саноат тармоқларига инвестицияларнинг, хусусан, хориж капиталининг кенг жалб қилиниши, импорт ўрнини қопловчи ва экспортга йўналтирилган маҳсулотлар ишлаб чиқаришнинг тобора катта миқёсда йўлга қўйилаётганлиги каби омиллар таъсири ҳисобланади. Экспортбоп маҳсулотларни ишлаб чиқариш жуда муҳим, аммо ўрни келганда импортни ҳам тўғри ташкил этиш керак. Шу орқали келажакда экспорт салоҳиятини ҳам ошириш мумкин бўлади.

Адабиётлар:

1. Каримов И.А. Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари, - Т.: «Ўзбекистон» 2009. 14,16,17-бетлар
2. Каримов И.А. Мамлакатимиз тараққиёти ва халқимизнинг ҳаёт даражасини юксалтириш – барча демократик янгилаш ва иқтисодий ислохотларимизнинг пировард мақсадидир, - Т.: «Ўзбекистон», 2007. 7-бет.
3. Бекмуродов А.Ш., Ғафуров У.В. Ўзбекистонда иқтисодийтни либераллаштириш ва модернизациялаш: натижалар устувор йўналишлар. – Т.:ТДИУ, 2007

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ РУКАВНЫХ ФИЛЬТРОВ КФК

Дудецкий С.П., начальник НИЛ ООС О'zGEORANGMETLITI; Сальманов Ф.Г., начальник группы НИЛ ООС О'zGEORANGMETLITI

Учитывая, что при добыче и переработке фосфоритной продукции на Кызылкумском фосфоритном комплексе (КФК) имеет место запыленность окружающей среды, руководством Центрального рудоуправления и Навоийского горно-металлургического комбината прилагаются значительные усилия для сокращения выбросов вредных в атмосферу.

Институт «О'zGEORANGMETLITI» и его научное подразделение НИЛ ООС выполняли и выполняют целый комплекс научных исследований по повышению эффективности работы аспирационных систем.

Показатели эффективности работы рукавных фильтров, установленных на технологических линиях фосфоритного комплекса, показаны на примере работы рукавного фильтра К 1101 технологической линии «POLCAL».

Технологическая линия «POLCAL» фирмы Kupp Polisius предназначена для получения обожженного фосфоритного концентрата.

Сырьём для производства концентрата является предварительно отсортированная, обогащённая сухими способами и отмытая по технологии компании «Engineering Dobersek GmbH» фосфоритовая руда Джерой-Сардаринского месторождения (участок Ташкура).

На рис. 1 представлен вид фосфоритного производства из космоса. Светлые тона на снимке (позиция 1) соответствуют участкам складирования фосфоритовой руды.

При скорости ветра от 1,5-2 м/с и выше происходит срывание пылевых частиц с поверхностей штабелей, и вместе с другими выбросами пыль распространяется по прилегающей территории. Участок территории, ограниченный линиями (позиция 2), соответствует

зоне с максимальными отложениями пыли, а форма участка загрязнения определяется в соответствии с господствующим направлением ветра.

Технологическая линия «POLCAL» выбрасывает в атмосферу наибольшее количество вредных, не считая выбросов со складов руды и карьера.

Для очистки пылегазовоздушных потоков линия «POLCAL» оборудована рукавными фильтрами. Как показала практика эксплуатации рукавных фильтров, которые можно отнести к одним из самых совершенных и высокоэффективных пылеулавливающих установок, добиться высоких показателей их работы в условиях работы КФК не удалось.

К основным факторам, определяющим эффективность пылеулавливания рукавными фильтрами, относятся свойства фильтровального материала, газового потока, пыли и параметры его регенерации [1].

Производители фильтровальных тканей и рукавных фильтров для подбора оборудования к конкретным условиям эксплуатации предлагают заполнить опросный лист с подробным описанием

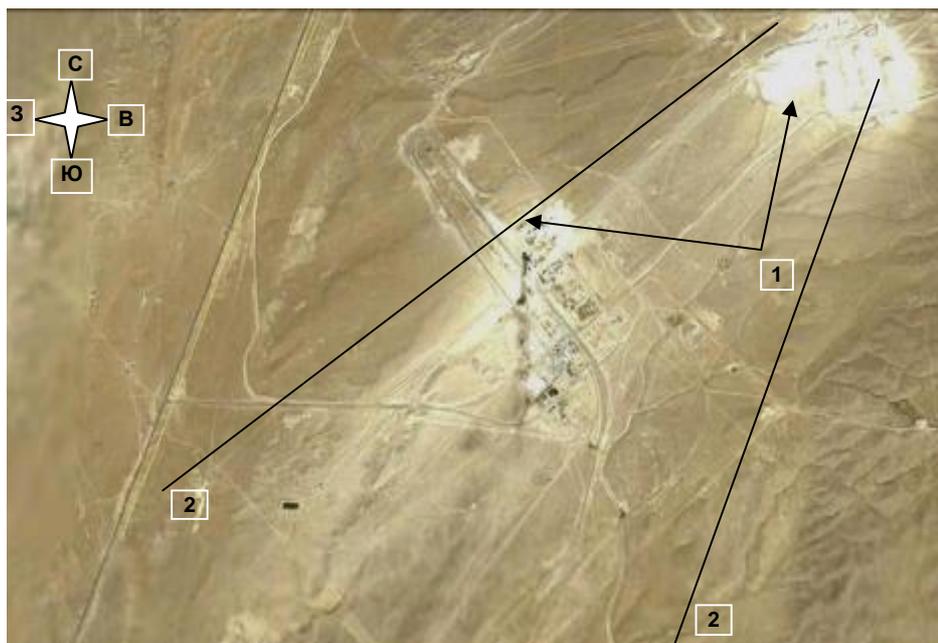


Рис. 1. Распространение пыли в соответствии с господствующим направлением ветра на фосфоритном комплексе НГМК

исходных данных или провести сбор необходимой информации самостоятельно. В противном случае, когда фильтровальный материал будет подобран неправильно, заказчику грозят большие финансовые затраты и нарушения технологического режима.

Данная статья позволит работникам технологических служб глубже познать работу рукавных фильтров и процессов, протекающих в них.

Свойства ткани. Все фильтровальные материалы можно подразделить на четыре основных типа, различающиеся тем, что они изготовлены из:

- натуральных волокон животного и растительного происхождения (шерстяные, льняные, хлопчатобумажные, шелковые);
- ненатуральных органических волокон (лавсан, нитрон, капрон, хлорин, оксалон);
- натуральных минеральных волокон (асбест, базальт);
- ненатуральных неорганических волокон (стеклоткань, металлоткань).

Воздухопроницаемость. Воздухопроницаемость - количество воздуха, которое при заданном давлении способно пройти через единицу площади в единицу времени.

Фильтровальный материал считается хорошим, если он имеет воздухопроницаемость $150 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \times \text{s})$ при сопротивлении 5 даПа. Воздухопроницаемость находится в прямой зависимости от плотности ткани, равномерности распределения волокон фильтровальной ткани и размеров сквозных пор.

Площадь живого сечения. Эффективность пылеулавливания напрямую зависит от величины площади живого сечения.

Применение ткани с меньшим живым сечением обуславливает более низкую степень очистки и наоборот.

К основным свойствам газового потока, влияющим на эффективность обеспыливания газов в рукавных фильтрах, относятся скорость фильтрации газов, дисперсность и концентрация аэрозолей.

Скорость фильтрации или газовая нагрузка. Удельная газовая нагрузка на фильтровальный материал является функцией многих переменных и зависит от типа ткани, дисперсного состава пыли, влажности, температуры, способности ткани и пыли к электризации и залипанию, сопротивления фильтра, концентрации пыли на входе в фильтр, срока службы ткани, режимов регенерации и многих других факторов.

Удельная газовая нагрузка не может быть категорично задана для конкретного типа фильтровальной ткани без учета конструкции фильтра, режимов эксплуатации, свойств пыли и газа и других параметров. Оптимальные удельные газовые

нагрузки в фильтрах находятся в интервале от 0,25 до $2,5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{min})$.

Приводим некоторые значения газовых нагрузок для наиболее применяемых тканей:

- для фильтров ФР, оснащенных стеклотканью ТСФТ-2 СГФ, принята оптимальная газовая нагрузка $0,25 \div 0,30 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{min})$;
- для фильтров ФРКН-ВР, в которых используется лавсановая ткань арт.217, оптимальной является удельная газовая нагрузка $2,22 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{min})$.

Дисперсность пыли. Процесс осаждения пыли происходит по-разному. Крупнодисперсные частицы, проходя сквозь лабиринт волокон, осаждаются за счет разности скоростей движения частиц пыли и газов. Осаждение мелких частиц на волокна происходит за счет электрических сил, гравитационного осаждения и броуновского движения.

Постепенно на поверхности фильтровального материала образуется пылевой слой с порами, размер которых не превышает размер частиц. Этот слой и является основой отделения частиц пыли от очищаемого газа, а сохранение его является необходимой гарантией высокоэффективной очистки промышленных газов.

Из основного правила фильтрации следует, что слой пыли непроницаем практически для всех пылинок.

Однако на практике при фильтрации более мелких аэрозолей запыленность очищенных газов оказывается повышенной, если газовую нагрузку на фильтровальный материал устанавливают примерно такую же, как и при улавливании крупных частиц пыли.

Ухудшение степени очистки газов с повышением дисперсности пыли объясняется тем, что при уменьшении размеров частиц пыли возрастает гидравлическое сопротивление рукавного фильтра и, следовательно, количество динамических пробоев слоя пыли.

Концентрация аэрозоля. Концентрация аэрозоля в значительной мере определяет эффективность пылеулавливания.

Экспериментальные данные, полученные при испытаниях фильтра на Подольском цементном заводе, показали, что при изменении входной запыленности от 10 g/m^3 до 100 g/m^3 эффективность пылеулавливания изменилась незначительно - от 99,8% до 99,9%, - а выходная запыленность увеличилась в 5 раз.

Немаловажным условием в достижении высоких показателей работы рукавных фильтров является соблюдение теплофизических параметров поступающих на очистку газов (температура, влагосодержание и энтальпия) и пыли (плотность, гигроскопичность, слипаемость, смачиваемость, абразивность, электрические свойства).

Для условий эксплуатации рукавных фильтров фосфоритного комплекса эти факторы являются определяющими.

Теплофизические свойства очищаемых газов и пыли. Все горные породы, из которых в ходе технологических процессов образуется пыль, гигроскопичны, т.е. пыль способна сорбировать парообразную воду из воздуха.

Интенсивность сорбции пара при прочих равных условиях зависит от относительной упругости водяного пара.

При упругости водяного пара до 40% наблюдается однослойная адсорбция молекул воды за счет электростатического притяжения ее дипольных молекул на поверхности твердой фазы пород. При большей упругости пара следует процесс многослойной сорбции.

В результате этих процессов вокруг твердой фазы пород образуется пленка прочно связанной (адсорбированной) воды, которая характеризуется высокой плотностью до $1,74 \text{ g/cm}^3$ и низкой температурой замерзания до -78°C [2].

Наличие влаги в газовоздушном потоке сказывается на слипаемости пыли. Этот фактор является определяющим при регенерации фильтрующих поверхностей и выгрузке пыли из аппаратов. Многими исследователями выявлено, что при содержании влаги в пыли до 20% слипаемость частиц возрастает в 5-20 раз.

Как правило, чем меньше дисперсность пыли, тем легче она слипается. Повышенной слипаемостью обладают пыли химических производств, например, производства минеральных удобрений. При улавливании пыли этих производств требуются специальные устройства для принудительного удаления налипшей пыли со стенок пылеуловителей.

Абразивность пыли вызывает износ внутренних поверхностей газоходов и аппаратов. Коэффициент абразивности должен учитываться при определении толщины стенок аппарата и выборе материала, из которого изготавливается пылеуловитель.

Электрические свойства пыли могут существенно влиять на эффективность пылеулавливания. Приобретение аэрозольными частицами электрического заряда способствует увеличению или уменьшению адгезионных свойств пыли.

Промышленные испытания рукавного фильтра К 1101 проводились с целью выявления причин нестабильности его работы.

Пылевая нагрузка во входящем на очистку воздухе превысила допустимую величину на 9,0%, а скорость фильтрации или газовая нагрузка превысила допустимую величину на 8,3%.

Суммарное количество свободной, гигроскопической и прочносвязанной воды в транспортируе-

мом газовоздушном потоке для холодного периода составило 13,4 тонны или 0,106 kg на один килограмм сухого воздуха.

Производительность рукавного фильтра по воздуху составила 126700 kg/h.

Каждое из вышеперечисленных превышений паспортных величин в отдельности отрицательно сказывается на качестве фильтрации, а если учесть их совместное влияние, то процесс очистки шел с нарушением штатного режима.

На нарушение режима фильтрации в большей степени сказывалось наличие в поступающем на очистку воздухе большого количества паровой влаги.

Малая изученность влияния влагосодержания на процесс фильтрации газовоздушного потока не позволяет сегодня исследователям математически описать этот процесс.

Однако достоверно известно, что влажность газовоздушного потока приводит к увеличению адсорбированной на поверхности пылевых частиц гигроскопической влаги, которая в свою очередь приводит к увеличению сил сцепления между частицами пыли, осевшей на фильтровальную ткань.

Для фильтровальной ткани, имеющей пористую структуру, пылевые частицы, находясь внутри структуры ткани, создают более плотный слой пыли (происходит замазывание ткани), который препятствует проникновению новых порций пыли. Данный слой пыли плохо регенерируется, что в дальнейшем приводит к резкому увеличению аэродинамического сопротивления рукавных фильтров, и при определенных условиях они могут и вовсе выйти из строя.

Практически по данному сценарию работал рукавный фильтр К 1101: быстрое залипание фильтроткани рукавов, плохая регенерация, перебои в работе выгрузных механизмов, быстрый износ рукавов.

В данном контексте можно констатировать, что для очистки пылегазовоздушной смеси технологической линии «POLCAL» взамен фильтра К 1101 требуется поиск новых пылеулавливающих установок, способных производить очистку воздуха от пыли, склонной к слипанию, а также присутствия значительных объемов паровой влаги.

В данном направлении на КФК на технологической линии «Горнозаводчик» произведена замена рукавного фильтра ФРКН-180 на пылеуловитель фирмы «Планета ЭКО».

Список литературы.

1. Б.С. Федоров, Л.В. Чекалов, И.К. Горячев и др. *Эко-техника. Электронная книга.* ЗАО «Кондор-ЭКО». <http://www.kondor-eco.ru>.
2. В.Н. Кобранова. *Физические свойства горных пород.* М.: Гостоптехиздат, 1962.

ПРОЕКТУ КОНФЕРЕНЦИЙ «ИННОВАЦИЯ» – XV ЛЕТ

Кадырова А.А., зам. директора по науке Центра Стратегических инноваций и информатизации, канд. техн. наук

С целью содействия интеграции усилий промышленников, учёных, предпринимателей для решения стратегически важной задачи, выдвинутой Президентом республики – интенсификации процессов инновационного развития страны, 22-23 октября 2010 г. в г. Ташкенте проведена традиционная, XV-ая Международная научно-практическая конференция «Инновация-2010». Международной научно-практической конференции «Инновация» сегодня 15 лет. Поэтому, немного истории.

Первая конференция была проведена на Родине великого предка Амира Темура в честь его 660-летия в городе Шахрисабзе в 1996 г. Последующие конференции состоялись в городах Навои, Термезе, Фергане, Бухаре, а с 2001 г. каждую осень проходят в г. Ташкенте.

Цель конференций – это содействие инновацион-

ному развитию страны через интеграцию усилий промышленников, ученых, предпринимателей, специалистов из различных отраслей экономики.

На современном этапе и в перспективе наибольшие результаты и открытия могут быть получены на стыке различных наук, на междисциплинарном уровне на основе взаимного проникновения идей, методов, разработок в результате совместной работы ученых и специалистов самого различного профиля.

Взаимообусловленность и взаимосвязь инновационных процессов, охватывающих различные сферы деятельности человека, свидетельствуют о том, что на современном этапе наиболее значительные результаты могут быть получены на стыке различных научных направлений и междисциплинарных исследований на основе взаимного проникновения идей, методов, разработок.

Именно поэтому проект данной конференции выбрал в себя такие важнейшие для страны направления как проблемы молодежи и образования, отраслевые инновации, энерго- и ресурсосбережения, горного дела и металлургии, математики и системного анализа, систем автоматического управления и информационных технологий, экологии, проблем оптимального водораспределения и борьбы с опустыниванием.

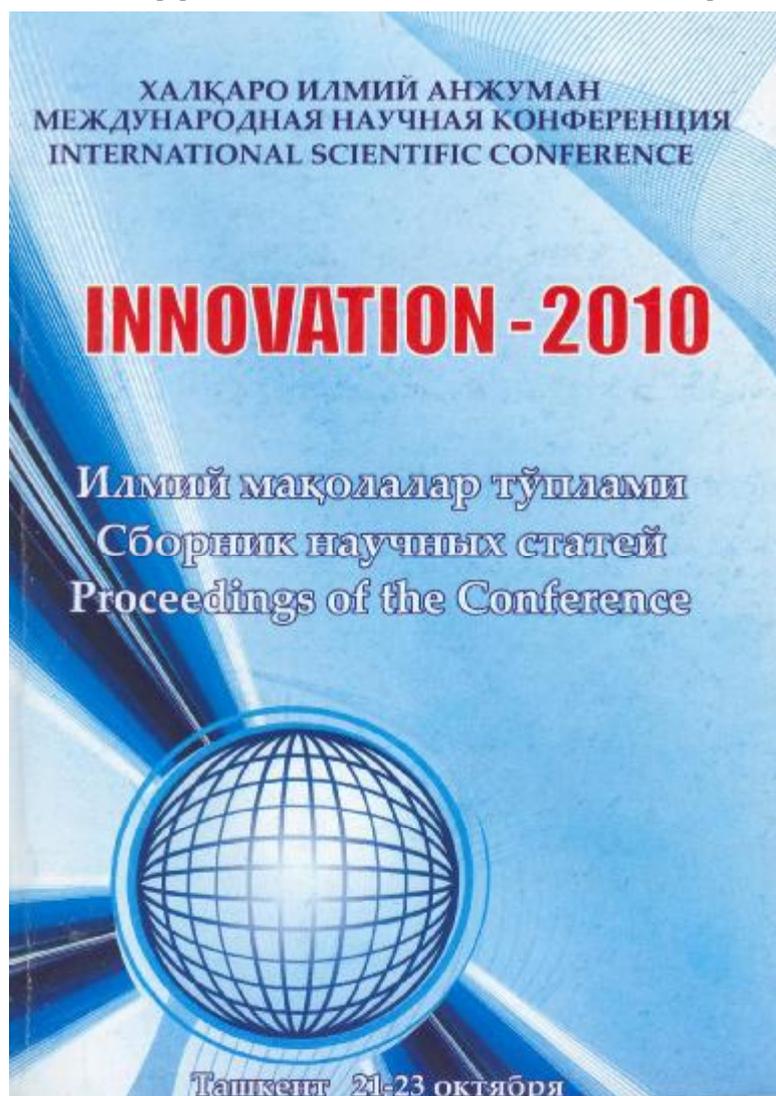
Проект конференций является открытым, динамичным и должен менять акценты своей работы с учетом мировых тенденций инновационного развития.

Самым долгим, самым сложным, одновременно самым необходимым этапом в процессе инновационного развития является формирование в обществе инновационной культуры, то есть способности понимать необходимость инноваций и своевременно воспринимать эти инновации во всем их многообразии. В этом отношении за 15 прошедших лет конференции, безусловно, внесли свой вклад в инновационное развитие страны.

Отметим также, что многие добрые начинания, которые, образно говоря, прошли экспертизу на наших конференциях, получили путевку в жизнь и воплощены в виде новых технологий, продуктов и услуг в разных секторах экономики, давших сотни миллионов суммов эффекта в виде десятков защищенных кандидатских и докторских диссертаций.

Кратко высветим теперь основные моменты прошедшей, XV-ой конференции.

Организаторами конференции «Инновация-2010» выступили Торгово-промышленная палата Республики Узбеки-



стан, Узбекское отделение Международной академии наук высшей школы, Навоийский горно-металлургический комбинат, Узбекский металлургический комбинат, Ташкентский государственный технический университет, Центр «Стратегических инноваций и информатизации», Республиканский Центр «Узбекуавтоматика».

В работе конференции приняли участие представители всех областей республики, а также зарубежных стран – Кореи, России, Украины, Казахстана, Белоруссии.

Среди участников конференции – промышленники, исследователи, бизнесмены, одаренная молодежь в органичном единстве с докторами наук, профессорами и кандидатами наук; академиками и членами-корреспондентами академий.

Программа конференции охватила 18 пленарных и 217 секционных докладов. С пленарными докладами выступили:

Кадыров А.А. – директор Межотраслевого Центра стратегических инноваций и информатизации, академик МАН ВШ, д.т.н., профессор: «Синергетические аспекты национальной инновационной системы».

Санаккулов К.С. – генеральный директор Навоийского горно-металлургического комбината, д.т.н.: «Повышение эффективности работы Навоийского ГМК».

Донг Ил Ким – ERICA (Staff, International Affairs), Nanyang University, Чанг Хе Хан – College of Business Administration (Professor, Business), Director (ERICA), Nanyang University: «ЭРИКА – Инновационный Кластер Университета».

Шеметов П.А. – д.т.н.: «Проблемы разработки глубоких карьеров и пути их решения».

Верлань А.Ф. – д.т.н., профессор, зав. отделом Моделирования динамических систем Института проблем моделирования в энергетике НАН Украины, Апатова Н.В. – д.э.н., д.п.н., профессор Таврического национального университета: «Инновационная модель экономического развития».

Бекмуратов Т.Ф. – д.т.н., профессор, Набиев О.М. – д.т.н., профессор, директор НИИ «Алгоритм-инжиниринг», Ишанходжаев Г.К. – д.т.н., профессор, зав. лабораторией: «Вопросы создания интегрированной логистической информационной системы».

Сытенков В.Н. – академик горных наук России, д.т.н., профессор: «Системное моделирование объектов исследований в недропользовании при формировании стратегии регионального развития».

Рыков А.Н. – генеральный директор Научно-производственного объединения «Автоматика», к.т.н.: «Инновации в теплицах России».

Антропов В.А. – зав. кафедрой Уральского государственного университета путей сообщения, д.э.н., профессор, действительный член МАН ВШ: «Бизнес-школы в период мировой рецессии».

Бибик И.П. – зам. гл. инженера по ИТ ЦРУ НГМК, к.т.н.: «Основные проблемы и пути решения развития

буровзрывных работ в крупных глубоких карьерах Узбекистана».

Фёдоров С.В. – зав. кафедрой Калининградского ГТУ, д.т.н., профессор: «Самоорганизующиеся нанотехнологии трения».

Краснов А.Н. – зав. кафедрой педагогики, психологии и психо-лингвистики Самарского ГМУ, декан факультета повышения квалификации преподавателей (ФПКП), к.м.н., доцент: «Место и роль кафедры педагогики в высшем медицинском образовании».

Рыбальченко В.С. – зав. кафедрой химии Филиала РГУ нефти и газа в г. Ташкенте, профессор, Кошелев В.Н. – проректор по учебной работе РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, профессор, Дедов А.Г. – зав. кафедрой общей и неорганической химии РГУ нефти и газа И.М. Губкина, чл.-корр. РАН, профессор, Ёдгаров Н.Ё. – профессор кафедры химии Филиала РГУ нефти и газа в г. Ташкенте: «Инновационные технологии в высшем нефтегазовом образовании».

Федянин А.С. – зам. начальника ПТО ЦРУ НГМК, к.т.н.: «Повышение эффективности открытой разработки месторождений на основе геофизических технологий».

Батырбеков Е.О. – д.х.н., профессор Института химических наук г. Алматы, Утельбаева З.Т. – к.м.н., доцент Казахского ГМИ, Исмаилова А.Б. – инженер Института химических наук, Бейшанова М.Ф. – соискатель Института химических наук, Умерзакова М.Б. – д.х.н., проф., зав. лаб. Института химических наук, Ботабекова Т.К. – д.м.н., проф., директор Казахского НИИ глазных болезней: «Ресурсосберегающая природоохранная технология энергетического использования углей».

Наимова Р.Ш. – инженер Учебного центра ЦРУ НГМК, к.т.н.: «Задачи рационального использования пространственных техногенных ресурсов при открытой разработке месторождений».

Емекеев А.А. – к.х.н., директор Научно-образовательного центра Альметьевского государственного нефтяного института (АГНИ), Россия, Томус Ю.Б. – к.т.н., доцент каф. Автоматизации и информационных технологий (АИТ) АГНИ, Булатов Р.Б. – к.т.н., доцент каф. АИТ АГНИ: «Построение местной системы нефтехимического комплекса как примера производства с непрерывным циклом».

Бухман М.А. – зав. лабораторией топочных процессов АО «КазНИИ энергетики им. академика Ш.Ч. Чокина», к.т.н., Бугубаев Н.М. – менеджер направления охраны окружающей среды ТОО «ENRC BTS»: «О повышении эффективности использования органических топлив».

В работе семинаров и круглых столов активное участие приняли студенты, аспиранты, молодые ученые и инженеры из различных вузов и организаций. Их доклады и доклады маститых ученых показали преемственность поколений, чем вызвали к себе повышенный интерес.

Очередную XVI-ую конференцию решено провести в третьей декаде октября 2011 г.

ЮБИЛЕЙНАЯ УЗБЕКСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА: «ГОРНОЕ ДЕЛО – MININGWORLD UZBEKISTAN 2010»

Бабаджанова О.Э., пресс-секретарь компании ITE Uzbekistan

5-я Юбилейная узбекская международная выставка: «Горное Дело – MiningWorld Uzbekistan 2010» состоялась с 21 по 23 сентября в г. Ташкенте на выставочных площадях НБК «Узэско-центр».

MiningWorld Uzbekistan - главное выставочное событие горной индустрии в Узбекистане. Первая выставка MiningWorld Uzbekistan была организована в 2004 г. и до настоящего времени остается первостепенным профессиональным событием для обмена опытом в области применения современных технологий производства и знакомства с новыми идеями в горнодобывающей промышленности.

Свой первый юбилей выставка отметила ростом всех показателей, собрав свыше 50 компаний

из 18 стран мира.

В числе стран-участниц: Австрия, Беларусь, Германия, Дания, Италия, Казахстан, Канада, Китай, Норвегия, Польша, Россия, США, Узбекистан, Украина, Финляндия, Чехия, Швейцария, Швеция.

Национальные экспозиции своих стран представили: Чехия, Королевство Норвегия.

Значение выставки для обсуждения важных вопросов перспектив развития отрасли было подчеркнуто на церемонии ее открытия.

В частности, и.о. председателя Государственного комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам Ильхомбай Турамурадов, обращаясь к участникам и гостям MiningWorld Uzbekistan 2010, отметил: «Нигде в



Открытие 5-й Юбилейной узбекской международной выставки: «Горное Дело – MiningWorld Uzbekistan 2010»



Участников выставки приветствует и.о. председателя Государственного комитета РУз по геологии и минеральным ресурсам Турамурадов Ильхомбай Бекжанович





мире пока не научились обходиться без природного сырья.

Именно поэтому значение горной промышленности для страны невозможно переоценить. Добывающая отрасль Узбекистана тесно связана со всеми отраслями промышленности и имеет огромное значение для экономики.

Чтобы продолжать эффективно работать в современных экономических условиях и выйти на мировой рынок с конкурентоспособными видами высокотехнологичной продукции, нашим предприятиям необходимо использовать новое оборудование и технологии.

Уверен, что выставка MiningWorld Uzbekistan даст новый виток развитию горнодобывающего комплекса и будет способствовать его технологическому переоснащению».

Юбилейная выставка оправдала ожидания участников, среди которых были мировые лидеры: Atlas Copco Rock Drills (Швеция), Sandvik Mining and Construction (Финляндия), Grundfos (Австрия), Rolandtechnik GmbH (Германия), Dressita (Польша), Andritz (Германия), Linatex (Норвегия), Inco Engineering S.R.O. (Чехия), ЗУМК (Россия) и многие другие.

Деловую значимость выставки повысила одна из главных «фишек» MiningWorld Uzbekistan – участие в ее работе промышленных гигантов Узбекистана, в том числе: Государственное пред-



приятие «Навоийский ГМК», ОАО «Узбекуголь», что несомненно облегчает налаживание прямых контактов с непосредственными потребителями.

По отзывам экспонентов, MiningWorld Uzbekistan 2010 оправдала их ожидания, - все дни выставки проходили презентации, переговоры и обсуждения.

Всего за дни работы выставки с ее стендами ознакомилось свыше 3500 профессионалов горной индустрии из Узбекистана и зарубежных стран.

Следующая выставка MiningWorld Uzbekistan 2011 пройдет в Ташкенте с 5 по 7 октября 2011 года.

Все подробности на сайте: www.mining.uz

ЗАЩИТА ДИССЕРТАЦИЙ

Решением ВАК Республики Узбекистан №167/1 от 30 сентября 2010 г. сотруднику рудника Зармитан Южного рудоуправления Навоийского горно-металлургического комбината Хакимову Шодибою Ихматуллаевичу и заведующему кафедрой «Металлургия» Навоийского государственного горного института Дониярову Нодиржону Абдихакимовичу присвоены ученые степени кандидата технических наук по специальности соответственно 05.15.03 – «Открытая разработка месторождений полезных ископаемых» и 05.15.08 – «Обогащение полезных ископаемых».

В диссертационной работе Хакимова Ш.И. на тему «Обоснование и выбор рациональной технологической схемы открытой разработки месторождений фосфоритов с пологопадающими пластами малой мощности» разработаны экономико-математические модели, увязывающие параметры бестранспортной, транспортно-отвальной и транспортной технологических схем отработки многопластовых пологопадающих месторождений с увеличивающейся во времени мощностью покрывающих пород, параметрами оборудования и взаимным расположением фронта добычных и вскрышных работ; установлены зависимости изменения удельных затрат на горные работы от высоты уступов, ширины панелей и расстояния между транспортно-отвальными перемычками и съездами при использовании транспортно-отвальных перемычек в комбинации с чередующимися скользящими съездами и единых транспортно-отвальных перемычек для транспортной связи вскрышных уступов с отвалами; разработан графо-аналитический метод определения условий рационального применения

экскаваторно-автомобильной технологической схемы с использованием комбинации насыпных скользящих чередующихся съездов и транспортно-отвальных перемычек, соединяющих вскрышные уступы с внутренними отвалами.

В диссертационной работе Дониярова Н.А. на тему «Разработка технологии обогащения низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов» установлен их оптимальный режим флотационной способности, позволяющий эффективно обогащать низкосортные фосфоритовые руды; разработана комбинированная технология обогащения низкосортных фосфоритовых руд Джерой-Сардаринского месторождения, позволяющая повысить содержание P_2O_5 от

14,8% в руде до 26-27% P_2O_5 в концентрате, а также снизить кальциевый модуль с 2,48 до 1,85; изучен и раскрыт механизм закрепления флотореагентов на поверхность кальцита при флотации; найден оптимальный режим флотации, происходящий путем разделения кальцита и фосфата; впервые изучены химические и физико-химические свойства отходов масложирового комбината и установлена их флотационная способность; впервые испытан новый флотореагент «Фомол» для флотации фосфоритных минералов; установлен оптимальный режим процесса обесиламливания, позволяющий удалять ил и очищать руду от хлоридов.

Научно-техническая и педагогическая общественность горно-металлургической промышленности, друзья и коллеги

сердечно поздравляют Хакимова Ш.И. и Дониярова Н.А. с присвоением ученой степени кандидата технических наук и желают им крепкого здоровья, личного счастья и новых творческих успехов!



Хакимов Ш.И.



Донияров Н.А.

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,
опубликованных в журнале «Горный вестник Узбекистана» в 2010 году

АВТОРЫ И НАЗВАНИЕ СТАТЕЙ	№	стр.
<u>YUBILEYINGIZ BILAN / С ЮБИЛЕЕМ</u>		
<i>Кольцов В.Н.</i> ГМЗ-3 – 15 лет	2	6
<i>Носиров У.Ф.</i> Ун беш йиллик залворли одимлар	2	10
<i>Гришук А.Л.</i> Алмалыкскому цинковому заводу – 40 лет	3	3
<i>Санакулов К.С.</i> Верность выбранной профессии.....	4	3
<u>DOLZARB MAVZU / АКТУАЛЬНОЕ ИНТЕРВЬЮ</u>		
<i>Санакулов К.С.</i> Фактор успеха основывается на эффективности производства.....	2	3
<u>GEOTEKNOLOGIYA / GEOTEKNOLOGIYA</u>		
<i>Санакулов К.С., Руднев С.В.</i> Комплекс рентгенорадиометрического обогащения сульфидных руд месторождения Кокпатас	1	3
Защита диссертации.....	1	7
<i>Шеметов П.А., Сытенков В.Н.</i> Стратегия развития золотодобычи Узбекистана в новых экономических условиях	1	7
<i>Насиров У.Ф.</i> Исследование зоны повышенной плотности массива оплывающих песчаных грунтов при взрыве траншейных зарядов выброса	1	14
<i>Насиров У.Ф.</i> К вопросу обоснования и разработки технологий образования удлиненных выемок в оплывающих песчаных грунтах	1	18
<i>Норов Ю.Д., Насиров У.Ф., Саидова Л.Ш.</i> Исследование изменения размеров сечения выемки в оплывающих песчаных грунтах в зависимости от удельного расхода траншейных зарядов выброса с использованием раствора ПАВ.....	1	26
<i>Норов Ю.Д., Назаров З.С., Заиров Ш.Ш.</i> Проведение открытых выемок в разнопрочных горных породах взрывом при сложных гидрогеологических условиях	1	29
<i>Бибик И.П.</i> Повышение эффективности дробления разнопрочных горных пород в сложных горногеологических условиях	1	31
<i>Сытенков Д.В.</i> Влияние природы инвестиций на полноту использования ресурсного потенциала месторождений	1	32
<i>Скрипко С.В., Петухов О.Ф., Шишкин Б.Б., Истомин В.П., Орехов В.В.</i> Опытные работы по подземному выщелачиванию урана с применением гипохлорита натрия в качестве окислителя	1	37
<i>Хосилов Н.Д.</i> Влияние оптимизации процесса регенерации сорбента на систему совместного движения рения и урана	1	41
<i>Глотов Г.Н.</i> Детерминированная динамическая модель геотехнологии подземного выщелачивания урана	1	45
<i>Туляганов Б.И., Кадырходжаев А.Ф.</i> Задачи геотехнологических исследований для обоснования захоронения промышленных стоков в водоносные горизонты	1	49
<i>Горнов В.А., Тарасов А.Г.</i> Создание проекта решения производственных маркшейдерских и горно-геологических задач рудника Кальмакыр.....	1	57
<i>Руппо Н.С., Алехин В.П., Мирзалиев Н.Ж.</i> Применение автоматизированных систем управления.....	1	58
<i>Санакулов К.С., Шеметов П.А., Руднев С.В.</i> Рентгенорадиометрическая сепарация золотосодержащих сульфидных руд	2	16
<i>Шеметов П.А., Исломов А.Н.</i> Основные направления ресурсосбережения при взрывном разрушении горных пород на карьерах.....	2	21
<i>Сытенков В.Н., Наимова Р.Ш.</i> Разработка принципов, приемов и критериев оценки рационального использования техногенных ресурсов.....	2	26
<i>Насиров У.Ф.</i> Разработка технологий сооружения траншей большого сечения взрывами в сложных гидрогеологических условиях	2	29
<i>Норов Ю.Д., Бибик И.П., Тухташев А.Б., Назаров З.С.</i> Определение времени вылета пассивной забойки при взрыве скважинных зарядов взрывчатых веществ	2	34
<i>Норов Ю.Д., Мислибоев И.Т., Тухташев А.Б., Назаров З.С.</i> Оценка эффективности активной забойки при взрыве скважинных зарядов взрывчатых веществ	2	37
<i>Норов Ю.Д., Заиров Ш.Ш.</i> Определение поля напряжений при встречном инициировании скважинных зарядов взрывчатых веществ в разнопрочных горных породах	2	39
<i>Наимова Р.Ш.</i> Обоснование рациональных приемов формирования единичных отвалов.....	2	40
<i>Бекмурзаев Б.Б., Киселенко А.С., Кайгародов В.И., Хамраев Ф.</i> Особенности строительства наклонных шахтных стволов при разработке Чармитанского золоторудного месторождения	2	44
<i>Дудецкий С.П., Сальманов Ф.Г.</i> Управление вентиляцией в современных шахтах.....	2	47
<i>Глотов Г.Н., Каргин Р.М.</i> Эффективность скважинных систем с этажным расположением фильтров и методика их проектирования на объектах ПВ НГМК.....	2	49
<i>Рахманов Р.А.</i> Особенности технологии эксплуатации фрезерных комбайнов различных фирм изготовителей на месторождении фосфоритов Джерой-Сардара.....	2	53
<i>Рахимов В.Р., Махмудов А.М.</i> Факторы, определяющие эффективность технологии добычи блоков камня машинами ударного действия.....	3	6
<i>Шеметов П.А., Снитка Н.П.</i> Приемы динамического управления сырьевыми ресурсами при открытой разработке месторождений	3	8
<i>Сытенков В.Н., Наимова Р.Ш.</i> Использование анизотропии гранулометрического состава пород в отвалах при формировании рудного потока карьера	3	11
<i>Каландаров П.И., Джураев Р.И., Рожнов А.П.</i> Горно-обогатительный комплекс «Хандиза» – предприятие будущего	3	13
<i>Насиров У.Ф., Баракаев С.С.</i> Определение эксплуатационной долговечности удлиненной выемки в оплывающих песчаных грунтах при взрыве траншейных зарядов выброса.....	3	17
<i>Бибик И.П., Ивановский Д.С., Заиров Ш.Ш., Уринов Ш.Р.</i> Определение коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов взрывчатых веществ в промышленных условиях	3	19
<i>Морозов В.В., Бибик И.П., Шомирзаев У.А.</i> Метод ведения взрывных работ при наличии твердых пропластков в горном массиве	3	23
<i>Махмудов А.М.</i> Научные основы управления механизмом разрушения горных пород по контуру	3	27

Заиров Ш.Ш. Разработка научно-технических основ взрывного разрушения массива разнопрочных горных пород.....	3	29
Убайдуллаев Н.У., Уразов Ж.Д. Прямой метод учёта потерь и разубоживания руды как решение вопросов рационального использования недр.....	3	33
Насимов Ж.А., Назаров Э.А. Информационно – логические модели процесса бурения и опробования скважин.....	3	35
Санакулов К.С., Шеметов П.А. Концептуальные основы решения проблем переработки техногенного сырья.....	4	7
Шеметов П.А., Бирик И.П., Исаков М.М. Современное состояние и проблемы буровзрывных работ в глубоких рудных карьерах Узбекистана.....	4	12
Воробьев А.Е., Крупник Л.А., Шапошник Ю.Н., Шапошник С.Н. Способы подачи закладочной смеси на горнодобывающих предприятиях восточного Казахстана.....	4	20
Воробьев В.В., Пеев А.М. Новая конструкция скважинного заряда для улучшения проработки подошвы уступа.....	4	24
Игнатиков Е.Н., Куканова С.И., Зайнитдинова Л.И., Колпакова Е.В., Лазутин Н.А. Бактериальная деструкция сульфидных минералов.....	4	26
Умаров Ф.Я. Роль угля в энергетике мира.....	4	29
Турсунбаева А.К. Основы биоготехнологии благородных металлов из балансовых руд и техногенных отходов горной промышленности.....	4	33
Скрипко С.В., Хосилов Н.Д., Петухов О.Ф. Определение возможностей попутного извлечения урана из продуктов подземного выщелачивания.....	4	35
Скрипник А.Б. Математический анализ детерминированной динамической модели геотехнологии подземного выщелачивания урана.....	4	41

ГЕОЛОГИЯ / ГЕОЛОГИЯ

Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Хакимова Г.Н., Матчанов Ш.К. Глауконитсодержащие пески Узбекистана: основные характеристики и перспективы использования.....	2	58
Федянин С.Н. Климатические циклы в истории земли и их роль в образовании гидрогенных месторождений урана.....	2	60
Глотов Г.Н., Каргин Р.М. Общие черты и особенности урановых месторождений Букинской группы Кызылкумской провинции.....	3	67
Голиценко Г.Н. Геофизические методы при прогнозировании и поисках мезозойского оруденения в палеорусловых структурах.....	3	75
Фарманов А.К., Санакулов К.С., Шеметов П.А. Состояние и перспективы добычи драгоценных и цветных металлов в Узбекистане.....	4	44
Исаходжаев Б.А., Халилов А.А., Тростянский Г.Д. Концепция и модель формирования месторождений урана в осадочных породах в пространстве и во времени.....	4	47
Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Исчанов Ф.А., Аваязов Р.Ш. Кварц-каолиновая порода Чилпыкского месторождения основные характеристики обогащения и перспективы использования.....	4	50
Ахмеров Р.З. Возможность построения объемных изображений скрытой геологической ситуации методом детальной сейсмотомографии.....	4	53
Глотов Г.Н. Особенности месторождения Чан-2 в позднемезозойских русловых структурах Китая.....	4	55

ГЕОМЕХАНИКА / ГЕОМЕХАНИКА

Руми Д.Ф., Вечкина Е.А. Определение параметров подземных сферических горных выработок при кратковременных импульсных воздействиях.....	3	80
Федянина Л.Т. Использование геофизических методов для диагностики геодинамической активности прибортового массива карьера Мурунтау.....	3	84
Бирик И.П., Федянин А.С. Исследование особенностей сейсмического воздействия массовых взрывов при отработке прибортовых запасов карьера Мурунтау.....	4	60
Морозов В.В., Шомирзаев У.А. Лабораторно- экспериментальные исследования влияния форм карьерного поля на устойчивость бортов карьера.....	4	62

FOYDALI QAZILMALARNI BOYITISH VA METALLURGIYA / ОБОГАЩЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ

Зайнитдинова Л.И., Куканова С.И., Бойко Г.Г., Исмаилов А.А., Лобанова И.В. Микробное обезжелезнение первичных каолинов Ангренского месторождения.....	1	80
Федянин С.Н. Современное радиометрическое оборудование для опробования и обогащения руд.....	1	82
Зинько Н.А., Крымов Л.Р., Морозов М.П., Очкилас Ю.И. Основные проблемы хвостового хозяйства ГМЗ-3 и пути их решения.....	1	85
Салдаев Л.К. Способ переработки свинецсодержащих материалов.....	1	90
Худайбергенов У., Колесник В.Г., Улугмурадов С.Э., Урусоева Е.В., Хисамутдинов А.Ф. Концентрирование золота из магнитной фракции сульфидных руд, обработанных в СВЧ поле.....	2	75
Ахмаджанов У.М., Абдурахмонов С.А., Бабаев Ш., Холикулов Д.Б. Подготовка серебросодержащих глинистых руд к кучному выщелачиванию.....	2	77
Петухов О.Ф., Мустакимов О.М., Кольцов В.Н., Эргашев У.А., Никитанов В.В., Соибов Ф.Я., Ахатов Н.А., Базаров У.М., Кормин А.В., Крюков М.В., Рузиев Г.М. Совершенствование технологии противоточной декантационной отмывки кека ВЮХ и извлечения золота из сгущённого продукта контура оборотного водоснабжения на ГМЗ-3.....	2	79
Абдурахмонов С.А., Тошкодирова Р.Э., Ахмаджанов У.М., Курбонов Ш.К. Извлечение ценных компонентов из отходов цинкового производства.....	2	83
Кажикенова С.Ш. Информационная оценка технологических переделов производства никеля по динамике повышения содержания целевого компонента.....	2	86
Мухтар А.А. Термомангнитное обогащение сульфидно-вольфрамовой руды месторождения «Угат».....	2	91
Байков В.Н., Ослоповский С.А., Ткаченко Е.С., Тухтаев А.К. Ликвидация фильтрации прудковой воды через дамбу на карте 5 хвостохранилища ГМЗ-1.....	2	93
Хосилов Н.Д. Исследование движения рения в технологическом процессе добычи и переработки уранового производства.....	2	95
Санакулов К.С. Основные методы переработки упорных золотосодержащих руд и концентратов.....	3	39
Попов Е.Л., Ахмедов Х., Хабибуллаева Г.Р., Соатов С.А., Нурмухамедов И.С., Едгоров Н. Испытания новых местных реагентов в полупромышленных условиях на руде месторождения Чинарсай.....	3	45
Нормуратов Р.И., Холикулов Д.Б., Стрижко Л.С. Исследование процесса хлоридовозгонки золота из магнитной фракции.....	3	49

Ахмедов Х., Акчурина Р.Х., Ходжиметова Н.С., Попов Е.Л. Результаты кучного цианирования окисленной руды месторождения Промежуточное	3	53
Санакулов К.С., Батыров Б.Б., Пак В.В. Обзор способов выделения благородных металлов из упорных руд	3	57
Федянин С.Н., Федянин А.С. Обоснование возможности обогащения техногенных образований рудника Мурунтау методом гранулометрической классификации	3	65
Хасанов А.С. Основные теоретические закономерности термогравитационного способа обеднения шлаков	4	79
Абдурахмонов С.А., Курбанов Ш.К., Холикулов Д.Б., Худояров С.Р. Исследование флотации термоларообработанных продуктов горючих сланцев	4	82
Попов Е.Л., Ахмедов Х., Хабидуллаева Г.Р. Результаты технологических исследований двух проб вермикулитовой руды месторождения Тебинбулак	4	84
Лунин С.В., Федянин А.С. Рудоподготовка и обогащение низкосортных сульфидных руд методом гранулометрической классификации	4	87

ГЕОТЕХНИКА / GEOTECHNIKA

Гафурьянов Р.Г., Комиссаров А.П., Шестаков В.С. Оценка энергетической характеристики карьерных экскаваторов	1	62
Ризаев А.А., Маликов З.М. Испытание и внедрение нового пылеуловителя в промышленности	1	65
Семененко Е.В. Методические разработки расчета параметров процессов гидромеханизации при открытой разработке полиметаллических россыпей	1	67
Тошов Ж.Б. Анализ методики определения режима вращения шарошек	1	73
Курбанов А.А. О проблемах фильтрации газа и жидкости	1	75
Якубов М.М., Шокиров А.А., Ташматов Х.К., Мукольянц А.А. Установа по очистке промышленных сточных вод от следов тяжелых металлов	1	78
Маликов Ш.Р., Салихбаев У.С., Пикуль В.П., Данилова Е.А., Мухамедшина Н.М., Холматов М.М., Мироненко В.Н. Применение ядерных фильтров для очистки сбросных технологических растворов в горно-металлургическом производстве	2	64
Багдасарян М.К. Усовершенствование конструкции барабанных мельниц	2	67
Шеров К.Т., Аликулов Д.Е. Устройство для контроля функционально связанных поверхностей направляющих станины токарных станков	2	69
Анарбоев С.А., Муталов А.М., Тошов Б.Р., Лю С.В. Устройство для защиты трехфазной электроустановки от обрыва одной из фаз и перегрузки	2	71
Хартлиб П., Франке К., Ишимов А. Позисторные изобарные вулканизационные прессы КЛИВ	2	72
Дудецкий С.П., Сальманов Ф.Г. Обобщение опыта эксплуатации пылеулавливающих установок и систем пылеподавления на объектах Навоийского ГМК	3	85
Багдасарян М.К. Модель исследования системы привода рудоразмольной мельницы	3	88
Рузибаев А.Н. Исследование условий работы и характера изнашивания зубьев ковшей экскаваторов	3	90
Жураев Ф.У., Бозоров А.Н. Дренаж-туйнук очувчи мосламанинг технологик иш жараёнларини асослаш	3	93
Тошов Ж.Б. Определение шага и количества зубков при конструировании шарошечных долот	3	95
Махмудов Ш.А., Махмудова Г.А., Утаев С.Г. Исследование параметров и показателей работы буровых кареток для параллельной работы бурильных машин	3	96
Эгамбердиев И.П., Атауллаев О.Х., Курбанов Ф.А. Влияние эксплуатационных параметров на долговечность подшипниковых опор буровых станков	4	66
Шукуров Р.У., Рузибаев А.Н. Объемное упрочнение зубьев ковшей экскаваторов	4	68
Хартлиб П., Райш Х. Системы создания давления в вулканизационных прессах на базе нажимной подушки	4	70
Шипулин Ю.Г., Махмудов М.И., Алматаев О.Т., Жумаев О.А. Микропроцессорный оптоэлектронный преобразователь уровня жидкости	4	72
Компания TAKRAF TENOVA	4	74
Компактный роторный экскаватор SRS(H)1050 фирмы Tenova TAKRAF запускается в Македонии в эксплуатацию	4	74

INNOVATSIYALAR / ИННОВАЦИИ

Лаккай Н.Э., Дадабаев К.К., Ан В.Ф. Инновационные продукты станкостроительного производства	1	91
Лой В.В. Автоматизация мельничных блоков	1	95
Решение международной научно-практической конференции «Инновация-2009»	2	99
Валиев М.В., Усманов Р.И. Поступь инновационной деятельности в НГМК	2	101
Федянин А.С. Последовательность разработки инновационной стратегии на горно-перерабатывающих предприятиях	2	102
Васильюк П.А., Сагитов Р.Х. Инновационные решения в процессе орошения выщелачиваемой руды	2	104
Вохидов Х.Ш. Инновационный вектор развития железнодорожного транспорта	3	99
Инновационные технологии горно-металлургического производства в фотографиях	3	103
Кадыров А.А. Синергетические аспекты национальной инновационной системы	4	76

ILMIY-LABORATORIYA IZLANISHLARI / НАУЧНО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

Погребняк А.Д., Махмудов Н.А., Хакимов Т.М., Каландаров У.Х., Синдорев О. Анализ дефектов модифицированной в результате воздействия мощного ионного пучка структуры α -Fe	1	97
Рузибаев З.Т., Эркаев А.У., Абдурахманов Э., Нурмурадов Т.И. Пенообразование и его подавление при азотнокислотном разложении известняка	1	102
Асадов И.С., Эрназаров М. Осаждение вольфрама из молибденсодержащих растворов	1	103
Петухов О.Ф., Мазур П.С., Серова Е.С., Суходоева О.А., Черчиева Е.О. Определение общей и сульфидной серы методом инфракрасной абсорбции при сжигании проб в токе кислорода	1	105
Исмагуллаев П.Р., Тураунбаев А., Чориев А.А., Руппо Н.С. Измерение качественных параметров продуктов переработки в горнодобывающей промышленности	1	108
Курбанов А.А. Силовой расчет взаимодействия базальтовой балки с материалом основы	1	110
Асраров Ш.А. Изготовление сегнетокерамических образцов на основе титаната бария	1	113
Петухов О.Ф., Думбрава А.А., Ослоповский С.А., Комарова А.А., Мазур П.С., Корницкая Г.Е., Серова Е.С. Аналитический контроль производства закиси-оксида урана	1	116
Ёриев О.М., Набиев А.Н., Каримова Д.А., Ниёзов Л.Н., Мухсинова М.И. Об использовании гелинтерполимерных материалов полианилинов в целях обеззараживания сточных вод предприятий	1	117

<i>Самадов А.У., Холикулов Д.Б.</i> Заргарлик соҳасида ишлатиладиган қотишмаларнинг ранги ва сифатига бошқа металлларнинг таъсири.....	1	118
<i>Эшев О.К., Набиева И.А., Курбанов А.А.</i> Анализ современного состояния изготовления огнестойких материалов из минеральных волокон.....	2	105
<i>Тошов Б.Р., Нахангов Х.Н.</i> Определение угла естественного откоса шарообразных частиц породы, лежащих на плотно упакованной шероховатой поверхности.....	2	111
<i>Ахмеджанов Ф.Р., Асраров Ш.А., Жураев Ф.Н., Саидвалиев У.А.</i> Исследование анизотропии затухания акустических волн в кристаллах периклаза.....	2	114
<i>Эгамбердиев И.П., Абдуазизов Н.А., Худойбердиев Ш.А.</i> Прогнозирование технического состояния подшипниковых опор буровых станков по спектральным характеристикам.....	3	110
<i>Турсунбаева А.К.</i> Усовершенствованная модель процесса капельного орошения при кучном выщелачивании металлов.....	3	112
<i>Курбанов А.А.</i> Термодинамика деформирования базальта в процессе плавления.....	3	115
<i>Узакбаев Т.Б., Тулегенова А.Т.</i> Качество воды.....	3	118
<i>Рустамов М.К., Каримов М.М., Мухамедиев М.Г., Мухиддинов Б.Ф.</i> Синтез волокнистых ионообменных материалов на основе полиакрилонитрила и их физико-химические свойства.....	4	93
<i>Тилабов Б.К.</i> Получение литых деталей и формирование структуры твердосплавного износостойкого покрытия.....	4	97
<i>Курбанов А.А.</i> Қизилқум базальтининг гранулометрик хоссалари тўғрисида.....	4	100
<i>Ахмеджанов Ф.Р., Урунов И.О., Саидвалиев У.А.</i> Анизотропия упругих свойств кристаллов для акустооптических модуляторов света.....	4	102
<i>Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Авазязов Р.Ш.</i> Антикоррозионная композиция для кислотоупорных поддонов на основе стекла.....	4	104
<i>Азизова Е.А.</i> Построение системы неразрушающего контроля в Навоийском горно-металлургическом комбинате.....	4	106
<i>Кушназаров И.К., Мухаммедов Ш.Ш.</i> Изменение прочностных свойств обработанной поверхности при резании.....	4	109
<i>Рахматов Н.Х.</i> Буюк математикларнинг илмий хулосаларидан лавҳалар.....	4	111
<i>Қаршиев А.Б., Давранов Ю.</i> Пластиклик назариясининг мураккаб юклаш масаласини кетма - кет яқинлашиш усули билан ечиш.....	4	112
<i>Шодиев Ф.Д.</i> Автоматическое конструирование плоских криволинейных обводов с помощью напряженного сплайна.....	4	114

ЕКОЛОГИЯ ВА ТЕХНИКА HAVFSIZLIGI / ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

<i>Кадырходжаев А.Ф., Купченко В.П.</i> Отходы урандобывающих предприятий Центральной Азии.....	2	119
<i>Воробьев А.Е., Тиленова Д.К.</i> Ионный сток рек Южного Кыргызстана.....	3	120
<i>Дудецкий С.П., Сальманов Ф.Г.</i> Анализ факторов, влияющих на эффективность работы рукавных фильтров КФК.....	4	121

IQTISOD / ЭКОНОМИКА

<i>Улашев И.О., Кабулов С.К., Расулов Б.М.</i> Комплексное развитие региональной производственной кооперации.....	1	119
<i>Глотов Г.Н.</i> Оценка эффективности скважинного подземного выщелачивания урана.....	2	116
<i>Улашев И.О.</i> Свободная экономическая зона: путь к региональному развитию производства.....	4	115
<i>Темирова М.Т., Толибов Б.</i> Ўзбекистон иқтисодий ислохотларида экспорт ва импортнинг ўрни.....	4	119

ELEKTR TA'MINOTI VA MEХАНИКА / ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И МЕХАНИКА

<i>Худойбердиев Ш.М., Эгамбердиев И.П., Абдуазизов Н.А.</i> Разработка структурной схемы электропривода погружного насосного агрегата и определение её параметров.....	3	107
<i>Бобожанов М.К., Шайматов Б.Х., Холмурадов М.Б.</i> Энерго- и ресурсосбережение на предприятиях горно-металлургической отрасли.....	4	89
<i>Бобожанов М.К., Саъдуллаев М.С.</i> Бесконтактное устройство для регулирования мощности конденсаторных батарей.....	4	91
<i>Мавлонов Ж.А., Атауллаев А.О.</i> К задаче составления уравнения баланса мощности и энергии.....	4	92

OLIY MAKTAB / ВЫСШАЯ ШКОЛА

<i>Ҳакимов Т.М., Махмудов Н.А., Холмўминова М.И.</i> Таълимнинг ўқув жараёнида баркамол ёшларни тарбиялаш усул ва воситалари ҳақида.....	1	122
<i>Аренс В.Ж.</i> Чему и как учить современных горных инженеров.....	1	124
<i>Ирманов А.Ж.</i> Высшее образование: факторы, сдерживающий потенциал инновационного развития.....	1	125

BIZNING YUBILYARLAR / НАШИ ЮБИЛЯРЫ

<i>Раимжанов Баходиржан Раимжанович</i> (к 60-летию со дня рождения).....	2	131
---	---	-----

SHONLI HAYOT SANIFALARI / СТРАНИЦЫ СЛАВНОЙ ЖИЗНИ

<i>Рахимов В.Р.</i> К столетию со дня рождения Гертмана Льва Григорьевича.....	2	132
--	---	-----

HABARLAR / ИНФОРМАЦИЯ

Книжные новинки.....	1	129
Порядок оформления статей при публикации их в журнале «Горный вестник Узбекистана».....	1	131
<i>Поляков А.Н.</i> Форум «Майнекс Центральная Азия 2010».....	2	125
Расценки на размещение рекламы в научно-техническом и производственном журнале «Горный вестник Узбекистана» - «O'zbekiston konchilik xabarnomasi» ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jumali.....	3	124
Основной порядок оформления статей при публикации их в журнале «Горный вестник Узбекистана».....	3	124
<i>Кадырова А.А.</i> Проекту конференций «Инновация» – XV лет.....	4	124
<i>Бабаджанова О.Э.</i> Юбилейная узбекская международная выставка: «Горное дело – MiningWorld Uzbekistan 2010».....	4	126
Защита диссертаций.....	4	128