

Ўзбекистон

КОНЧИЛИК ХАВАРНОМАСИ

1

№ 68

Yanvar - Mart 2017

центральная
научно-исследовательская лаборатория

ЦНИЛ

55 лет



Рудник "М"



50 лет

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ГОРНЫЙ ВЕСТНИК

УЗБЕКИСТАНА

POWERROC T50

**ПОВЕРХНОСТНАЯ БУРОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОТКРЫТЫХ
ГОРНЫХ РАБОТ, И СОВОКУПНОЙ РАЗРАБОТКИ КАРЬЕРОВ.**

ДИАМЕТР БУРЕНИЯ: 102-152ММ / 4"-6"

БОЛЕЕ ПОДРОБНО НА WWW.ATLASCORCO.COM

Sustainable Productivity

Atlas Copco



potmet

FOR TOUN JOBS

www.potmet.com

Шахтные самосвалы для безопасности и комфорта в тяжелых условиях!

Utimes LF 100 D

Для транспортировки руды в шахтах и взорванной массы в тоннелях;

Общая конструкция кузова – кузов объемом 12м³ специально

разработан для горно-шахтных условий с ограниченным по размерам местом загрузки

Комфорт в управлении – комфортное и безопасное управление благодаря новой гидравлической подвеске передней оси;

Специально сконструированный встроенный гидравлический замедлитель обеспечивает безопасное и эффективное торможение, даже при крутых уклонах в шахте.

Шахтный самосвал для транспортировки руды в узких сечениях

Шасси позволяет использовать кузов, что дает существенную экономию в капитальных затратах на дополнительные единицы оборудования, когда как на шасси Variomec LF90D легко устанавливаются модули для подъемно-монтажных работ, бетонный миксер, кран и т.д.

СООБЩИТЕ НАМ СВОИ ПОТРЕБНОСТИ!

Potmet International Ltd.

Представительство в Республике Узбекистан, г.Ташкент, 100084, ул. А.Темур 95А, Тел.: +998 71 140 91 91 Факс: +998 71 140 92 92 www.potmet.com

ДЛЯ ТЯЖЕЛЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ШАХТАХ

УТИМЕС LF 100 D



ВАРИОМЕС LF 090 D



ИП ООО «АМКОДОР-ТАШКЕНТ»

официальный дистрибьютор холдинга «Амкодор» в Республике Узбекистан

БЕЛУССКАЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ КОММУНАЛЬНАЯ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ И СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА

17 сменных рабочих органов



Многофункциональные погрузчики с бортовым поворотом



23 сменных рабочих органа



Погрузчики фронтальные и универсальные 2-7 тонн



Катки вибрационные



Коммунально-уборочные машины



Автогрейдеры



Машины фрезерные



Универсальные коммунальные машины



Экскаваторы гусеничные и колесные

20 сменных рабочих органов



Экскаваторы-погрузчики



Автопогрузчики вилочные (5 тонн)



Погрузчики с телескопической стрелой



Электропогрузчики вилочные (1,2-1,6 тонн)



Фронтальные погрузчики



Электропогрузчики вилочные (2,5 тонны)



Погрузчики фронтальные одноковшовые 7-тонные



Дизельные автопогрузчики (3 тонны)



Землевозы

Продажа, гарантия, сервис, запчасти, обучение персонала, консультации специалистов.

100005, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. 8 марта, д. 57. Тел./факс: (+99871) 283-42-18, 283-42-17, (+99894) 669-29-71. E-mail: ajle@mail.ru, amkodortashkent@mail.ru. www.amkodor.uz

ТОВАР СЕРТИФИЦИРОВАН. УСЛУГИ ЛИЦЕНЗИРОВАНЫ.

Ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnaliga
1997 yil iyul oyida asos solingan bo'lib jurnal
uch oyda bir marta chiqadi

Ta'isichilar:

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

Moliyaviy qo'llab quvvatlovchilar:

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

Bosh muharrir:

Norov Yu.D.

Bosh muharrir o'rinbosari:

Nasirov U.F.

Tahririyat kengashi: Abduraxmonov S.A.,
Bekmurzayev B.B., Belin V.A. (Rossiya), Vorobyov
A.G. (Rossiya), Vorobyov A.E. (Rossiya),
Gulyamov B.V., Isaxodjayev B.A., Isokov M.U.,
Madaminov Sh.A., Muxiddinov B.F., Mustakimov
O.M., Popov E.L., Raimjanov B.R., Rakishev B.R.
(Qozog'iston), Sagdiyeva M.G., Sanaqulov Q.S.,
Sattarov G'.S., Snitka N.P., Turesebekov A.X.,
Farmanov A.K., Shashenko A.N. (Ukraina),
Yusupxodjayev A.A.

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot
Agentligida 2006 yil 13 dekabr kuni ro'yxatga
olingan bo'lib qayd etish guvohnomasi № 0033.
ISSN 2181-7383 per. № 01-22/37 S ot 09.07.2013 g.

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, Navoiy ko'chasi 27,
NKMK Markaziy ilmiy-tadqiqot laboratoriyasi
Tel. 8 (436) 227-69-13, 8 (436) 227-69-12,
faks 8 (436) 227-66-19
210300, Zarafshon shahri, NKMK
Markaziy kon boshqarmasi ma'muriy binosi
Tel.: 8 (436) 5770354, 5770225
Faks: 8 (436) 5721015

E-mail: YuD.Norov@ngmk.uz

Sayt: http://www.ngmk.uz, www.ziyonet.uz

Texnik muharrir:

Zairova F.Yu.

Badiiy muharrir

(Kompyuter grafikasi va sahifasi):

Zairova F.Yu.

Tarjimonlar guruhi: Abduraxmanova E.F.,
Bazarova E.R., Tursunova N.T.

Dizayn:

Umarov I.A.

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

Davlatov B.R.

Chop qilindi:

NKMK bosmaxonasida
210100, Navoiy shahri, Janubiy ko'chasi, 25
Tel. 8 (436) 227-75-56, 8 (436) 227-80-19

Nashr etishga 23.03.2017 y. imzolandi
A3 formatda

Adadi 450 nusxa

O'zbekiston konchilik xabarnomasi 2017

MUNDARIJA / СОДЕРЖАНИЕ**NAVOIY KON - METALLURGIYA KOMBINATI****НАВОИЙСКИЙ ГОРНО - МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ**

Поздравление Санакулова К.С. С 55-летием ЦНИЛ НГМК.....	3
Василёнок О.П. К 55-летию ЦНИЛ НГМК.....	4
Поздравление Санакулова К.С. С 50-летием рудника Мурунтау.....	7
Поздравление Мустакимова О.М. С 50-летием Рудника Мурунтау ЦРУ НГМК.....	8
Лунин С.В. Летопись карьера Мурунтау.....	10

GEOTEKNOLOGIYA / GEOTEKNOLOGIYA

Санакулов К.С., Арустамян А.М. Анализ технологических показателей флотации медных руд месторождения Акбастау с помощью методов гармонического разложения случайных функций.....	13
Рузиев Н.Р., Искандарова М.И. Физико-химические аспекты и технология получения новых специальных видов цемента с комплексным использованием отходов горно-перерабатывающих и химических производств....	18
Конеев Р.И., Халматов Р.А., Намазбаев Ш.Н., Утяганов М.А. Наноминералогия золота и технологические особенности руд эндогенных месторождений западного Узбекистана.....	28
Заиров Ш.Ш., Шарипов З.С., Норматова М.Ж. Расчет параметров пылегазового загрязнения атмосферы при производстве массовых взрывов на карьерах.....	33
Шарипов З.С., Мислибаев И.Т., Райимов С.С. Методика инженерного расчёта эффективных параметров буровзрывных работ в зоне ослабления прочности массива при массовых взрывах.....	35
Лунин С.В., Нутфуллаев Г.С., Райимов С.С., Турсунов Э.Т. Разработка способа разрушения массива разнопрочных горных пород взрывами рассредоточенных и укороченных скважинных зарядов с кумулятивным эффектом.....	42
Лунин С.В., Умаров Ф.Я., Норкулов А.О. Методика исследования деформации законтурного горного массива под действием энергии массового взрыва.....	50
Мислибаев И.Т., Турсунов Э.Т., Гиязов О.М., Азамкулов С.М. Изучение влияния процесса выпуска руды на показатели извлечения при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.....	54
Нутфуллаев Г.С., Райимов С.С., Турсунов Э.Т. Моделирование действия взрыва скважинного заряда взрывчатых веществ с кумулятивным эффектом в массиве разнопрочных горных пород.....	58
Шарипов С.С., Нутфуллаев Г.С., Саидов О.О. Моделирование регистрации импульса волны напряжений в массиве разнопрочных горных пород... ..	64
Назаров З.С., Заирова Ф.Ю., Шомуродов Ш.Ш. Математическое моделирование прогнозирования гранулометрического состава продуктов разрушения..	69
Боровков Ю.А., Петросов Ю.Э. Обоснование сейсмобезопасного метода разрушения гипсовых пород подземным способом при применении невзрывных разрушающих смесей.....	72

GEOLOGIYA / ГЕОЛОГИЯ

Ёдгоров Ш.И. К вопросу оценки современного состояния геоэкологических условий на примере территорий некоторых водохранилищ Узбекистана.....	77
Муминов М.Ю. Особенности проявления бухтообразных среднеперидных геомагнитных предвестников землетрясений в Узбекистане.....	84
Зиёмов Б.З. Жанубий-ғарбий Ҳисор тоғ тизмасининг тектоник тузилиши ва ундаги ер ёриқларининг тавсифи.....	89

GEOTEKNIKA / GEOTEKNIKA

Тошов Ж.Б., Пирназаров Р.Р., Облаёров А.У. Совершенствование динамики одношарошечных буровых долот на детерминированной основе	97
Атакулов Л.Н., Тошов Б.Р., Бойназаров Г.Г., Хайдарова М.Э. Способы бурения шпуров и их основные особенности.....	103

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

Петухов О.Ф., Каримов А.К., Тураев Ф.Э., Ашуrow О.Т., Рузиев Б.Т. Разработка и опытно-промышленные испытания технологии получения пятиокиси ванадия из отработанных ванадиевых катализаторов.....	106
--	-----



Научно-технический и производственный журнал издаётся с июля 1997 года
Выходит один раз в три месяца

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

При финансовой поддержке:
ГП «Навоийский ГМК», ГУП «O'zGEORANGMETLITI»

Главный редактор:
Норов Ю.Д.

Зам. главного редактора:
Насиров У.Ф.

Редакционный совет: Абдурахмонов С.А., Бекмурзаев Б.Б., Белин В.А. (Россия), Воробьев А.Г. (Россия), Воробьев А.Е. (Россия), Гулямов Б.В., Исаходжаев Б.А., Исоков М.У., Мадаминов Ш.А., Мухиддинов Б.Ф., Мустакимов О.М., Попов Е.Л., Раимжанов Б.Р., Ракишев Б.Р. (Казахстан), Сагдиева М.Г., Санакулов К.С., Саттаров Г.С., Снитка Н.П., Турсебеков А.Х., Фарманов А.К., Шашенко А.Н. (Украина), Юсупходжаев А.А.

Журнал зарегистрирован в Узбекском Агентстве по печати и информации

Регистрационное свидетельство за № 0033 от 13 декабря 2006 г.
ISSN 2181-7383 рег. № 01-22/37 S от 09.07.2013 г.

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна

За точность фактов и достоверность информации ответственность несут авторы

Адрес редакции:
210100, г. Навои, ул. Навои, 27, Центральная научно-исследовательская лаборатория НГМК
Тел. 8 (436) 227-69-13, 8 (436) 227-69-12, факс 8 (436) 227-66-19
210300, г. Зарафшан, Административный корпус, Центральное рудоуправление НГМК
Тел. 8 (436) 5770354, 5770225
Факс: 8 (436) 5721015
E-mail: YuD.Norov@ngmk.uz
Сайт: <http://www.ngmk.uz>, www.ziyonet.uz

Технический редактор:
Заирова Ф.Ю.

Художественный редактор (Компьютерная графика и верстка):
Заирова Ф.Ю.

Перевод: Абдурахманова Э.Ф., Базарова Э.Р., Турсунова Н.Т.

Дизайн:
Умаров И.А.

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

Отпечатано:
в типографии НГМК
210100, г. Навои, ул. Южная, 25
Тел. 8 (436) 227-75-56, 8 (436) 227-80-19

Подписано в печать 23.03.2017 г.
Формат А3
Тираж 450 экз.
© Горный вестник Узбекистана 2017

Петухов О.Ф., Шмакина М.Г., Очилова И.Д., Коваленко В.И. Исследования сорбции ванадия из сульфатных растворов.....	111
Курбанов А.А., Саттаров Л.Х., Туробов Ш. Изгибная жесткость и напряженное состояние базальтоволоконного фильтрующего материала.....	115
Мардонов Б.Т. Исследование погрешностей основных параметров цилиндрических зубчатых колес резанием обкатным инструментом (шевер-прикатник).....	121
Боровков Ю.А., Якшибаев Т.М., Махмудов Д.Р. Применение интерактивной системы контроля растворов в различных секторах кучного выщелачивания золота.....	122
Норель Б.К., Боровков Ю.А., Насиров У.Ф., Очилов Ш.А. Аналитические зависимости механической модели неоднородных горных пород с учётом объёмного напряжённого состояния.....	124
Шодиев Ф.Д., Нинназаров А.Ш. К вопросу конструирования регулируемых солнечных концентраторов применяемых в отраслях горной промышленности.....	129
Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Джоберганов Дж.С., Рузимов Ё.С. Особенности получения качественного керамического кирпича в экологически бедственных регионах.....	132
Кушаков А.Ж., Парлиев Г.Т., Ахмедов А.У., Исмонов А.Ж., Турдалиев Ж.М. Суфориладиган сур тусли кунфир, сур тусли кунфир-утлокли ва чул-утлокли тупроқларнинг мелиоратив ҳолати.....	135

METALLURGIYA VA BOYITISH / ОБОГАЩЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ

Санакулов К.С., Самадов А.У., Эрназаров М. Термодинамические расчеты взаимодействия компонентов техногенного сырья с фторидами аммония.....	138
Василёнок О.П., Шмакина М.Г., Халикова М.М. Выбор оптимальной схемы переработки руд месторождения Каракутан.....	142
Музафаров А.М. Методика предварительной оценки радиоактивности природных вод.....	147
Музафаров А.М., Саттаров Г.С., Ходжаева Н.Т., Камалова Д.Ш. Особенности радиоизотопов в природных водах Кызылкумского региона.....	150
Эргашев У.А. Куканова С.И., Зайнитдинова Л.И., Пулатова О.М., Хужакулов Н.Б., Саттаров Г.С. Исследование функциональной активности природных бактерий в техногенном сырье.....	154
Эрназаров М., Самадов А.У. Исследование возможности доизвлечения золота и серебра из хвостов золотоизвлекательных фабрик.....	160
Носирова Ш.Н., Артиков А.А. Компьютерная модель одинарного барботажного куба флотационного аппарата.....	164

ELEKTROTEKHNIKA / ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Рахимов А.В., Камолов Ш.А. Ангрэн кумир кони ТРП-3 нимстанциясида автоматлаштириш схемасини такомиллаштириш.....	168
Жумаев О.А., Пулатов В.Б., Халилов А.Ж. Оптимизация электрических режимов современных дуговых сталеплавильных печей со статическим тиристорным компенсатором.....	170

TARIX / ИСТОРИЯ

Шарипов Ш.З., Қаршиев Р.М. Буюк сиймонинг учмас мероси.....	175
Хайтова М.Р., Тухтаев Д.Ш. Жаҳон сиёсий маданияти тарихида Марказий Осиё мутафаккирлари яратган таълимотларнинг тутган урни ва роли.....	177
Исмоилова Д. А., Шамиева О.Р., Бабаёрова Ш.Ш. Амир Темур салтанатида давлат бошқаруви ва қонун устуворлиги.....	183
Наврұзов И.Н., Қаршиев Р.М. Ёшларнинг маънавий дунёқарашини шакллантирувчи асар.....	187
Суннатов Н.Б. Глобал муаммоларни ечишда фалсафий-инновацион ёндашиш.....	189

YUBILEY / ЮБИЛЕЙ

ШАҚАРОВ Б.Ш. (к 80-летию со дня рождения).....	194
ШАЙМАТОВ Б.Х. (к 60-летию со дня рождения).....	195
НОРОВ Ю.Д. (к 60-летию со дня рождения).....	196

MA'LUMOT / ИНФОРМАЦИЯ

Сайидкосимов С.С. Всемирный конгресс маркшейдеров.....	198
--	-----

REKLAMA / РЕКЛАМА

На обложке:
«Normet international LTD»
«Amkodor - Tashkent»
«Atlas Copco»



Уважаемые трудящиеся Центральной научно-исследовательской лаборатории!

От имени коллектива Навоийского ордена «Дустлик» горно-металлургического комбината поздравляю с 55-летием со дня образования вашего подразделения!

Центральная научно-исследовательская лаборатория образована в марте 1962 года для обеспечения эффективного функционирования текущей и перспективной научно-технической и производственной деятельности комбината. В течение 55 лет здесь проводились научно-исследовательские и оперативные работы по всей деятельности комбината: минералогия, геохимия, горное дело, гидрометаллургия, геотехнология, биотехнология, аналитика, охрана окружающей среды, целенаправленные от исследований к инновациям.

На протяжении всей своей деятельности специалисты ЦНИЛ ведут совместные работы со многими научно-исследовательскими институтами и организациями. В период с 1962 по 1991 годы в деятельности НГМК ведущей научной организацией в области технологии и геотехнологии являлся ВНИИХТ России, в области горного дела - ПромНИИпроект (ныне ВНИПИПТ) России и его филиал в г. Ташкенте, ныне самостоятельное Государственное унитарное предприятие Узбекский научно-исследовательский и проектный изыскательский институт геотехнологии и цветной металлургии «O`zGEORANGMETLITI». Для решения отдельных задач привлекались и другие научные организации и предприятия России, Украины, Белоруссии. В целом, ЦНИЛ проделал большую работу совместно с научно-исследовательскими институтами и организациями СНГ и Республики Узбекистан. На сегодняшний день ведутся работы по внедрению новых технологических решений и расширению сырьевой базы комбината.

Мы можем гордиться тем, что реализация начатых комбинатом программ по техническому перевооружению имеет поступательный характер. Несмотря на возникающие сложности и затруднения, в течение последних лет значительно улучшилась оснащенность ЦНИЛ лабораторным оборудованием для обеспечения стабильной работы при проведении научно-исследовательских работ. Перед научно-исследовательской лабораторией стоят большие задачи для решения научно-практических задач комбината, определяющих перспективные направления деятельности нашего предприятия.

Дорогие ЦНИЛовцы!

В день 55-летнего юбилея желаю вам здоровья и благополучия, праздничного настроения и дальнейших успехов во благо нашей независимой Родины. Пусть в ваших домах царит достаток, согласие и мир, и пусть вам сопутствует надежда и вера в завтрашний день.

Генеральный директор
Навоийского ГМК

К.С. Санакулов

К 55-ЛЕТИЮ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ НГМК



В процессе запуска Навоийского горно-металлургического комбината был выявлен ряд проблем, ранее не встречавшихся в практике горнодобывающей промышленности, что определило необходимость в широкой постановке научно-исследовательских работ, направленных на внедрение новых технологических решений по добыче и переработке урановых руд. Базовой научно-исследовательской организацией комбината стала Центральная научно-исследовательская лаборатория (ЦНИЛ), созданная в марте 1962 года.

Структура ЦНИЛ сформировалась из технологической, аналитической и горно-геологической лабораторий, позднее в неё вошли геофизическая и пылегазодозиметрическая лаборатории (ныне ЛООС и РДК), и лаборатория подземного выщелачивания. С 1983 по 1999 годы в структуру ЦНИЛ входила лаборатория ядерно-физических методов исследований ИЯФ АН РУз и НГМК. С 1985 по 1997 годы в составе ЦНИЛ функционировало специальное конструкторско-технологическое бюро.

Приказом № 24 от 15 марта 2012 года в состав ЦНИЛ была включена опытно-методическая технологическая лаборатория комбината (бывшая опытно-методическая геотехнологическая партия ВНИИХТ), имеющая опыт работы в области обогащения и рудосортировки.

В течение 55 лет, в разные годы, ЦНИЛ возглавляли С.А. Петросян (1962-1965 гг.), В.Д. Лебедев (1965-1967 гг.), В.И. Седых (1967-1968 гг.), А.П. Шепетков (1973-1974 гг.), доктора технических наук О.Н. Мальгин (1974-1984 гг.), В.Е. Латышев (1984-2002 гг.), Г.С. Саттаров (2002-2012 гг.), с 2013 года ЦНИЛ возглавляет лауреат ордена «Дустлик» О.П. Василенок.

Значительный вклад в становление и развитие ЦНИЛ внесли С.О. Петросян, Ю.П. Новиков, Н.М. Сокол, Е.Д. Лебедев, А.П. Шепетков, В.А. Ермилин, О.Н. Мальгин, Е.А. Толстов, В.Е. Латышев, Л.А. Лильбок, Е.П. Морозов, И.А. Постовалов, П.С. Мазур, Г.И. Акиншина, Е.В. Колпакова, Г.С. Саттаров, Ю.Д. Нороров, В.З. Петриенко и др.

В настоящее время в структуру ЦНИЛ входит пять лабораторий: аналитическая, технологическая по золоту, геотехнологическая по урану, геологическая, охраны окружающей среды и радиационно-дозиметрического контроля; горное бюро и инновационный центр, а также службы административно-хозяйственная, материально-технического обеспечения, энергомеханическая и служба контрольно-измерительных приборов и автоматики, а также режимно-секретная часть. На протяжении 55 лет в ЦНИЛ работало более тысячи человек, из них двадцать сотрудников имели стаж работы в лаборатории более 40 лет. Сегодня в ЦНИЛ трудятся 170 человек, из них 121 женщина. Средний возраст сотрудников составляет 35 лет.

Любая промышленная схема получения металлов проходит стадии от разведки до получения готовой продукции. Данный процесс схематически представляется как разведка и выбор месторождений, подсчет запасов, геокартинг месторождений, разработка технологических схем получения металлов в лабораторных, укрупненно-лабораторных и полупромышленных условиях, составление технического задания на проектирование, выбор способов добычи руды, составление исходных данных для проекта строительства завода, монтаж оборудования, освоение технологической схемы, паспортизация руд, контроль и оптимизация технологических процессов, усовершенствование действующей технологии, систематический контроль качества выпускаемой продукции.

В течение прошедших 55 лет ЦНИЛ вносил посильный вклад в решение поставленных задач.

На заре организации комбината и ЦНИЛ (1962-72 гг.) были созданы урановый и золотоизвлекательный комплексы в Кызылкумском регионе. При их реализации весомую роль сыграла научно-инновационная деятельность ЦНИЛ. Для достижения цели были привлечены ведущие научные и производственные организации страны. В составе ЦНИЛ за короткое время создали 6 лабораторий по всем направлениям деятельности комбината, а также опытный цех № 1. Были запущены гидрOMETALLУРГИЧЕСКИЕ заводы № 1 и № 2. Выполнены актуальные работы в области геологии, горного дела, геофизики, экологии и аналитики. Начат промышленный выпуск готовой продукции уранил-трикарбонат аммония (1964 г.), закиси-окиси урана (1969 г.) и валютного золота (1969 г.). Под методическим руководством ЦНИЛ были созданы базовые лаборатории в городах Учкудук, Зарафшан, Нурабад.

В период 1972-82 гг. были проведены исследовательские и инновационные работы по картированию запасов и усовершенствованию технологии добычи, переработки урана и золота. Проведены оконтуривание рудных за-

лежей, выбраковка технологических золотосодержащих забалансовых руд, составлена карта распределения урана в месторождениях Южного, Восточного и Северного РУ. Разработан и получил широкое применение метод геотехнологической паспортизации золотосодержащих руд Кызылкумской провинции. Разработана, внедрена и усовершенствована циклично-поточная технология на карьере «Мурунтау».

Разработан и внедрен комплекс методов для геофизического исследования скважин в рудоуправлениях на всех этапах проведения процесса подземного выщелачивания (ПВ). Усовершенствована технология сооружения скважин с различной глубиной функционирования с применением полимерных материалов. Усовершенствование технологии кислотного подземного выщелачивания урана позволило существенно увеличить производительность участков ПВ, что обеспечило более широкое применение технологии переработки руд, находящихся на больших глубинах, оцененной как наиболее безвредной в экологическом плане.

В период 1982-92 гг. были изучены свойства и составлены карты распределения уран-редкометалльных руд на рудном поле Ходжа-Ахмет, горючих сланцев Сабырсая и Кызылкума, урановых руд осадочного чехла углеродисто-кремнистой формации (Учкудук, Сугралы) и определены запасы полезных компонентов.

Изучены геологические, вещественно-минералогические и технологические особенности золотосодержащих руд (сульфидных, окисленных, полуокисленных) в Учкудукском регионе. Изучены горно-геологические условия, минеральные формы и элементный состав золото-серебряных месторождений - Косманачи, Высоковольное и Окжетпес. Определены запасы золота и серебра и составлены карты распределения руд в этих месторождениях.

Разработаны и внедрены способы увеличения эффективности мельниц мокрого самоизмельчения (ММС 70x23, ММС 90x30А). Внедрение новой конструкции футеровки позволило предотвратить около 2 тысяч часов аварийных простоев. Вывод магнитной фракции из цикла измельчения ГМЗ-1 (1992 г.) позволил увеличить производительность мельницы на 30 т/час, что увеличило объем переработки руды на 400 тыс. т за год.

Разработана и внедрена в производство технология извлечения урана из забалансовых руд месторождения Учкудук, технология попутного извлечения рения при переработке урансодержащих руд.

Внедрены в производство различные типы эрлифтов и систем автоматического регулирования подачи сжатого воздуха, в условиях дефицита погружных насосов, что обеспечило выполнение задач подземного выщелачивания, чем снизило расход сжатого воздуха до 20-30%.

Внедрение метода заводнения пласта в режиме гидроразрыва через специальные закачные скважины (ВРУ-1985 г.) позволило повысить уровни растворов на участке ПВ на 40-50 м и улучшить условия эксплуатации погружных насосов.

Внедрение принципиально новой адаптационной технологии в процесс подземного выщелачивания урана, последовательно сочетающей безреагентное, миниреагентное выщелачивание урана кислородо-насыщенными растворами и кислотное ПВ окисленных руд в «мягком» режиме, позволило увеличить сквозное извлечение урана способом ПВ и одновременно уменьшить себестоимость производимого урана.

В период 1992-2002 гг. проводилась работа по конверсии урановой промышленности, т.е. полный переход на извлечение урана способом ПВ, расширение ассортимента выпускаемых продукций и объема переработки золотосодержащих руд в НГМК.

Разработана и внедрена технологическая схема извлечения золота из окисленных руд месторождений Кокпатас и Даугызтау на ГМЗ-3. Внедрение РКС на месторождении Кокпатас позволило обогащать руду, содержащую золото, поставляемую на ГМЗ-3, относительно на 10%. ЦНИЛ принимал участие при разработке и внедрении способа покусковой сортировки золотосодержащих руд месторождений Кокпатас и Даугызтау.

Разработаны и внедрены технологии утилизации магнитной фракции с одновременным получением сульфата железа и золотосодержащего кека, жидкого стекла из кварцевых песков, оксида скандия из промежуточных отходов ГМЗ-1. Разработана и внедрена гравитационно-сорбционная технология извлечения золота из забалансовых руд месторождения Мурунтау на ГМЗ-1, которая позволила репрофилировать завод на производство золота. Разработана и внедрена технологическая схема регенерации формовочных песков литейного производства ПО «НМЗ».

Разработана совместно с Самаркандским химическим заводом и внедрена на КФК Центрального РУ технологическая схема получения фосфоритового концентрата и фосмуки из бедных фосфоритовых руд Джерой-Сардаринского месторождения, включающая в себя предварительную, посамосвальную сортировку фосфоритовых руд, промывку от хлора и обжиг руд. Разработана технология и рекомендована к внедрению для получения фосфорных удобрений высокой чистоты соответствующим мировым стандартам.

Разработка и внедрение технологии бикарбонатного выщелачивания урана способом ПВ на 44-х скважинах месторождения Канмех позволило существенно снизить себестоимость получения урана из руд с высоким содержанием карбонатов.

В последние 10 лет выполнялись работы по увеличению объемов переработки золота и урансодержащих руд в комбинате за счет включения в состав комбината Марджанбулакского золотоизвлекательного участка, внедрение технологии биоокисления на ГМЗ-3 для переработки сульфидных руд, освоение сложных урансодержащих руд методом гипохлоридного и биохимического окисления в процессе ПВ.

Сотрудники ЦНИЛ приняли участие в разработке, адаптации и внедрении мобильного дробильно-перегрузочного комплекса (МДПК) на карьере Мурунтау с крутонаклонным конвейером КНК-30.

Проводились научно-исследовательские работы по отработке флотационно-биооксидно-сорбционной технологии извлечения золота из руд месторождений Кокпатас и Даугызтау на ГМЗ-3 по обжигу кека биоокисления, по оценке возможности селективной добычи и переработке сложных углеродисто-сульфидных руд месторождения Даугызтау, по оценке возможности использования подземных минерализированных вод в технологическом процессе ГМЗ-3, по переработке сложных по составу углеродисто-сульфидных руд месторождения Марджанбулак, по кучному выщелачиванию забалансовых золотосодержащих сульфидных руд месторождений Марджанбулак и Кокпатас с использованием бактериальных растворов, по оценке возможности переработки отходов МЗИУ, по гипохлоридному окислению высококарбонатных урансодержащих руд, по биоокислению урана на отработанных участках ПВ. Выданы конкретные рекомендации к внедрению. На основании проведенных лабораторных и совместного с ТО по ПЗ курирования полупромышленных испытаний ОПУ МЗИЦ в 2013 году был разработан регламент по переработке сульфидных руд на ОПУ МЗИЦ по гравитационно-флотационной схеме с использованием на тот момент имеющейся колонной флотации хвостов гравитации.

ЦНИЛ совместно со специалистами ГМЗ-3 принимал активное участие в пуско-наладочных работах, проводил опробования и выдавал рекомендации по ведению процесса флотационного обогащения. В настоящее время ЦНИЛ продолжает оказывать необходимую методическую помощь и выполняет исследования при возникновении проблемных вопросов на ОПУ МЗИЦ.

На основе данных систематической геотехнологической паспортизации руд различных месторождений комбината, неидентичных по составу и свойствам, появилась возможность выбора оптимальных технологических режимов переработки золотосодержащих руд. Сотрудники ЦНИЛ приняли активное участие при запуске ГМЗ-4.

С гордостью и благодарностью можно отметить, что за последние годы значительно улучшилась оснащенность ЦНИЛ лабораторным оборудованием. В частности, получены такие аналитические приборы как последовательный рентгенофлуоресцентный спектрометр «XRF-1800» и энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр «EDX-7000» фирмы SHIMADZU (Япония), масс-спектрометры с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) «Agilent-7700», атомно-абсорбционные спектрофотометры «ICE 3000» фирмы Thermo Fisher Scientific США, а также приборы для радиационно-дозиметрических и технологических методов исследований.

Аналитическая лаборатория и лаборатория ООС и РДК ЦНИЛ аккредитованы в Агентстве «Узстандарт» на техническую компетентность по ISO/IEC 17025:2007 в широком аспекте деятельности НГМК. В последние годы в ЦНИЛ разработано и аттестовано более 52 методик, актуализированы более 150 методик выполняемых измерений (МВИ) элементного анализа технологических и экологических образцов. Практически все эти МВИ внедрены в комбинате для решения специфических задач производства. В 2011 году товарная продукция ГМЗ-1 аттестована в Агентстве «Узстандарт» как стандартный образец урана. Данная аттестация позволила сэкономить валютные средства комбината, необходимые для закупки стандартного образца из-за рубежа.

В настоящее время в ЦНИЛ созданы условия, необходимые для проведения научно-исследовательских работ по устранению возникновения проблемных вопросов.

ЦНИЛ является научным центром подготовки высококвалифицированных специалистов и ученых. По тематике ЦНИЛ прошли защиту 5 докторских и 8 кандидатских диссертаций. За 55 лет в ЦНИЛ выпущено более 300 отчетов, опубликовано в открытой печати более 250 научных работ, получено более 40 авторских свидетельств на изобретения. Внедрено в производство более 100 законченных научно-исследовательских работ.

В последние годы в ЦНИЛ приняты молодые специалисты - выпускники НГК и НГТИ, которым опытные инженеры передают свой аналитический, производственный и жизненный опыт и навыки. Значит, активная производственная жизнь ЦНИЛ продолжается.

Как мы знаем, коллективу ЦНИЛ предстоит большая работа по расширению сырьевой базы комбината, по переработке сложных по составу, упорных, бедных золотосодержащих и урансодержащих руд.

В день 55-летнего юбилея уверяем руководство комбината в том, что высокопрофессиональный, трудолюбивый коллектив Центральной научно-исследовательской лаборатории НГМК приложит все усилия для решения научно-практических задач комбината, определяющих перспективные направления деятельности нашего предприятия.

О.П. Василёнок
начальник ЦНИЛ НГМК



Уважаемые трудящиеся рудника Мурунтау!

От имени всего коллектива Навоийского горно-металлургического комбината и от себя лично с чувством глубокого удовлетворения и гордости поздравляю вас с 50-летием рудника Мурунтау! Созданный мужественным и самоотверженным трудом, он является крупнейшим в мире и им заслуженно гордится наша страна.

Неоценим вклад вашего предприятия в общее дело комбината, а по большому счету, и страны. Ведь не зря рудник Мурунтау считается золотым сердцем Узбекистана. Коллектив рудника - это большая часть дружной семьи Навоийского горно-металлургического комбината, в которой трудятся горняки и металлурги, транспортники и энергетики, работники социальной сферы. Профессионализм, трудолюбие, горняцкая закалка

зарафшанских золотодобытчиков стабильно обеспечивают выполнение производственных заданий, служат гарантом высокого качества Кызылкумского золота.

Сегодня рудник оснащен современным технологическим оборудованием, соответствующим мировым стандартам, в нём предприняты серьезные шаги по совершенствованию технического и технологического производства, ускоренному проведению модернизации. Благодаря вниманию руководства республики, за годы независимости рудник Мурунтау превратился в промышленный гигант, известный не только в нашей стране, но и далеко за её пределами. Производство золота - основная задача многотысячного коллектива рудника Мурунтау. В карьере постоянно увеличивается производительность, в рамках реализации инвестиционного проекта проведен значительный объём работ по реконструкции транспортной системы карьера Мурунтау путём модернизации комплекса ЦПТ на основе применения крутонаклонного конвейера-270, замены автосамосвалов на более производительные.

Уважаемые друзья!

Хочется отметить, что производственные будни вы успешно совмещаете с решением вопросов социальной сферы, заботой о ветеранах войны и труда, пенсионерах. Сегодня Зарафшан - это город-сказка с уютными жилыми кварталами, современными школами, культурно-спортивными комплексами, медицинскими и детскими дошкольными учреждениями. Здесь всё создаётся для человека и во имя человека.

Вы продолжаете развиваться, стремитесь к новым высотам, новым победам. Вы можете гордиться своими экономическими показателями, достижениями и инновациями. И в этом огромная роль руководителей всех уровней, каждого труженика производства, настоящих мастеров своего дела.

Рудник Мурунтау является также кузницей высококвалифицированных кадров, которые прошли здесь серьезную производственную школу. Многие из них сейчас возглавляют крупные предприятия в Узбекистане и за его пределами.

Окидывая взглядом весь этот индустриальный гигант и вспоминая голую каменистую пустыню, которая еще 50 лет назад была на его месте, осознаешь, сколь велик человеческий труд и необъятен человеческий разум.

Все мы испытываем гордость за свою причастность к этим великим свершениям, и готовность самоотверженно трудиться на благо Республики Узбекистан.

В этот знаменательный день от всей души желаю коллективу рудоуправления дальнейшего развития, ярких свершений и новых побед! Пусть этот юбилей станет праздником для всех, кто вывел и продолжает выводить предприятие на прочные передовые позиции в нашей отрасли. С праздником, дорогие друзья!

Генеральный директор
Навоийского ГМК

К.С. Санакулов

К 50-ЛЕТИЮ РУДНИКА МУРУНТАУ ЦЕНТРАЛЬНОГО РУДОУПРАВЛЕНИЯ НГМК



Как золоторудное месторождение Мурунтау явилось открытием прошлого столетия, так и эксплуатирующее его предприятие – Навойский горно-металлургический комбинат по всем характеристикам вошли в разряд уникальных производств XX века. Почти полвека назад золотые слитки Кызылкумов увенчали славные дела первопроходцев, подтвердили многообещающие перспективы некогда пустынного края, создали прочный фундамент для построения промышленно-развитого региона Республики Узбекистан.

Рудник Мурунтау Центрального рудоуправления НГМК - один из крупнейших в республике и Центральноазиатском регионе предприятий, осуществляющий открытую разработку месторождения Мурунтау с 1967 г. За все годы своего существования коллектив рудника стабильно обеспечивает рудой необходимого качества гидрометаллургический завод № 2, что способствует стабильному выполнению государственного заказа по выпуску золота.

Сегодняшние будни рудника Мурунтау - это постоянная работа по совершенствованию технологических процессов, методов работы, повышению энергоэффективности и увеличению объемов добычи. В руднике Мурунтау за годы независимости Республики Узбекистан в рамках социально-экономических реформ, проводимых руководством страны, осуществлена полномасштабная программа модернизации, технического и технологического перевооружения производства, ввода новых и расширения существующих мощностей, реализованы многочисленные проекты. Техническое перевооружение парка горного оборудования, автотранспортного парка, а также реализация проекта по строительству крутонаклонного конвейера (КНК-270), позволило интенсифицировать темпы углубки горных работ и повысить объем добычи руды. Благодаря поэтапному вводу нового современного и высокопроизводительного оборудования в карьере Мурунтау осуществляется выполнение плановых показателей, как по выемке горной массы, так и по выполнению производственной программы по выпуску золота.

В настоящее время в карьере Мурунтау горные работы ведутся в соответствии с концепцией развития рабочего пространства карьера. В основу нового подхода положен хорошо зарекомендовавший себя на практике метод зонирования рабочего пространства карьера Мурунтау. Это обусловлено тем, что в результате поэтапного строительства карьера Мурунтау горнодобывающий комплекс стал представлять собой обширный в пространстве объект. Разделение карьера на технологические зоны осуществляется по общему функциональному назначению: вскрышные работы, добычные работы с попутной и основной добычей. При этом работы в зонах выполняются циклично, последовательно, прекращаясь и возобновляясь. Изменение приоритета и значимости технологических зон во времени требует периодической корректировки планов их развития, а наличие разнородных грузопотоков - согласованного ведения горных работ. Для решения этих задач на карьере Мурунтау используется метод непрерывного проектирования и планирования горных работ.

Эксплуатация горной массы на вскрышных и добычных уступах производится одноковшовыми гидравлическими и электрогидравлическими экскаваторами. Повышение эффективности выемочно-погрузочных работ достигнуто путем технического перевооружения выемочно-погрузочного оборудования, введены в эксплуатацию высокопроизводительные, мобильные гидравлические экскаваторы. На вскрышных и добычных работах применяются преимущественно ЭКГ-15, и первые в своем роде ЭКГ-20, электрогидравлические RH-200 фирмы TEREX MINING, гидравлические экскаваторы - EX-3600 фирмы HITACHI. Это позволило существенно повысить производительность выемочно-погрузочного и транспортного оборудования с увеличением их выемочной единицы. В настоящее время технологический автотранспорт карьера представлен самосвалами БелАЗ-7513 (75131), САТ-789С, БелАЗ-75307 грузоподъемностью 130-220 т.

Современный этап развития карьера Мурунтау характеризуется ведением горных работ на больших глубинах. Увеличение глубины карьеров приводит к росту объемов и дальности транспортирования вскрышных пород и руды. На месторождении Мурунтау накоплен большой опыт эксплуатации циклично-поточной технологии (ЦПТ). В 2011 г. с целью отработки технологических схем формирования качественных характеристик рудопотока, при конвейерном подъеме руды на перегрузочный пункт карьера (ППК) введен в эксплуатацию комплекс ЦПТ - руда с кру-

тонаклонным конвейером (КНК). По высоте подъема, производительности, оригинальности конструктивной схемы КНК-270 является уникальным объектом, не имеющим аналогов в мире. С начала эксплуатации через комплекс ЦПТ - руда с КНК-270 в карьере Мурунтау отгружено более 30 млн t горной массы. Это позволило из рудного грузопотока высвободить дорогостоящий в эксплуатации автомобильный транспорт на фоне увеличения расстояния транспортирования руды с углублением карьера.

С целью управления качеством рудного потока в процессе погрузочно-транспортных работ, в карьере Мурунтау реализуется автоматизированная система управления автотранспортом (АСУАТ), которая на основе современной спутниковой навигационной системы (GPS - система) в полном объеме решает задачи управления экскаваторно-автомобильным комплексом.

На руднике Мурунтау вся извлекаемая горная масса требует предварительного рыхления взрывом. Бурение вертикальных взрывных скважин и наклонных скважин для заоткоски бортов производится однотипными буровыми станками СБШ-250МНА-32. Для повышения эффективности буровзрывных работ, на основании комплекса исследований по бурению скважин различными типами долот для каждой группы пород карьера Мурунтау разработаны и рекомендованы режимные параметры бурения, позволившие повысить выход горной массы с 1 п.п. и производительность буровых работ. В 2002 г. был введен в эксплуатацию завод по производству эмульсионных взрывчатых веществ – (ЭВВ), оснащенный немецким оборудованием фирмы Orica Germany GmbH. Основной задачей этого завода стало производство, хранение и ведение взрывных работ на объектах Навоийского промышленного региона, а также обеспечение взрывчатыми веществами предприятия горного профиля и другие предприятия народного хозяйства Узбекистана.

Безопасность горных работ в карьере Мурунтау обеспечивается предотвращением самопроизвольных оползней и обрушений бортов, уступов, отвалов и прорывов воды в выработанное пространство, а также разработкой и внедрением мероприятий, уменьшающих воздействие перечисленных фактов на режим работы карьера, горно-транспортного оборудования и безопасность персонала. Обеспечение безопасности горных работ достигается проведением систематических визуальных и инструментальных наблюдений за состоянием бортов, откосов и отвалов, изучением деформаций бортов карьера, уступов и отвалов и выявление причин их появлений, установлением оптимальных параметров откосов для различных участков горных работ. Кроме традиционных методов наблюдений на карьере проводятся исследования прибортового массива геофизическими методами для оценки и прогноза устойчивости массива горных пород.

Необходимо отметить, что наряду с добычей золота рудник Мурунтау с 1996 г. осуществляет комплекс мер по разработке месторождения фосфоритов. Карьер Ташкура, входящий в состав рудника, выполняет производственные задачи и обеспечивает химические предприятия республики высококачественной фосфоритовой продукцией.

Также значимым событием стало появление в 2010 г. нового направления в жизнедеятельности большого коллектива: создание участка по добыче на Джеройском месторождении кварцевого песка «Кремний». Специалисты рудника за короткий срок в совершенстве освоили технологию новой продукции и успешно справляются с плановыми заданиями. В 2016 г. новое направление нерудного производства на руднике Мурунтау расширилось за счет ввода в структуру рудника участка по добыче и переработке известняка «Известняк». В результате слияния двух участков «Кремний» и «Известняк» был организован «Цех по добыче и переработке нерудных материалов». Одним словом, на руднике Мурунтау идет постоянный рост производства, расширяется номенклатура выпускаемой продукции.

Большое внимание уделяется коллективом рудника не только производственным, но и социально-культурным вопросам. Трудящиеся в свободное от работы время активно занимаются разными видами спорта. Команда рудника занимает призовые места в спартакиадах между подразделениями Центрального рудоуправления. По инициативе администрации и профсоюзного комитета часто организуются праздничные, тематические вечера, конкурсы, экскурсионные поездки в древнейшие города Узбекистана.

К своему 50-летию юбилею коллектив рудника подходит с неизменно высокими производственными результатами. Все достижения многотысячного коллектива, заслуживающие самой высокой оценки стали возможными благодаря самоотверженному труду многонационального коллектива, профессиональному и творческому отношению к работе, стремлению к созиданию, преданности своему делу.

Уверен, что слаженная работа высокопрофессионального коллектива руководителей, специалистов и рабочих позволят и впредь стабильно наращивать производство, выполнять стоящие перед коллективом рудника ответственные задачи, вносить достойный вклад в укрепление экономической мощи и процветание нашей страны.

От всей души поздравляю тружеников рудника Мурунтау с золотым юбилеем. Пусть трудовая доблесть, беззаветная преданность делу, профессионализм сплоченного коллектива на века останутся замечательным примером для последующих поколений горняков Центрального рудоуправления Навоийского горно-металлургического комбината.

Искренне желаю всем работникам славного коллектива доброго здоровья, счастья, благополучия и больших успехов в созидательном труде.

О.М. Мустакимов
Директор Центрального РУ НГМК

ЛЕТОПИСЬ КАРЬЕРА МУРУНТАУ



1 марта 1967 г. был произведен первый массовый взрыв в карьере, который возвестил о начале нового периода в освоении земных богатств Центральных Кызылкумов.

Период разработки месторождения Мурунтау 1967-1971 гг.

Руководителем карьера был Бурьян Вадим Александрович. К концу первой очереди отработки размеры карьера составили: длина – 1,5 км, ширина – 1,25 км, глубина – 60 м, а количество горизонтов находящихся в отработке достигло 7. С начала эксплуатации из карьера отгружено 25,5 млн м³ горной массы. Буровой участок, организованный на карьере, имел в этот период 12 буровых станков типа 2СБШ-200, которыми было пробурено 604,2 тыс. п.м. Был также организован взрывной участок для производства массовых взрывов на карьере. На прикарьерной площадке построен и запущен в работу базисный и расходный склады взрывчатых материалов (ВМ). В 1969 г. поступила первая

зарядная машина СУЗН-5 и забоечная машина ЗС-1Б. Всего за этот период было взорвано 31 млн. м³ горной массы. В качестве выемочно-погрузочного оборудования для отгрузки горной массы использовались канатные карьерные экскаваторы типа «механическая лопата». На конец 1970 г. карьер имел в своем составе экскаваторов 15 единиц – ЭКГ-4,6 и 1 единицу – ЭКГ-8И. Технологический автотранспорт на карьере был представлен самосвалами КраЗ-256 в количестве 26 единиц и карьерными автосамосвалами БелАЗ-540, грузоподъемностью 27 т в количестве 107 единиц.

Период разработки месторождения Мурунтау 1971-1985 гг. Руководителем карьера был Кохтарев Валентин Яковлевич. На момент окончания этого периода размеры карьера составили: длина – 2,7 км, ширина – 2,0 км, глубина – 180 м, а количество горизонтов находящихся в отработке достигло 17. С начала эксплуатации из карьера отгружено 434 млн м³ горной массы. На смену пришла новая техника: на конец периода экскаваторов в карьере уже было три типа – ЭКГ-8И в количестве 19 единиц, ЭКГ-4у с удлиненной стрелой для отгрузки горной массы в забоях приконтурной зоны – 2 единицы, ЭКГ-12,5 в количестве 1 единицы. Полностью обновился буровой парк, количество буровых станков СБШ-250МН составило 23 единицы, которыми было пробурено 10 млн п.м.

В связи с увеличением объемов отгрузки горной массы резко возросло количество технологического транспорта, кроме имеющегося типа автосамосвала БелАЗ-540 в количестве 96 единиц добавились новые БелАЗ-548 грузоподъемностью 40 т. На конец, 1984 г. количество которых достигло 143 единиц и БелАЗ-549 грузоподъемностью 75 т в количестве 97 единиц. Всего за этот период было взорвано 411 млн м³ горной массы. Максимальный годовой объем взорванной горной массы был достигнут в 1978 г. и составил 39 млн тыс. м³ горной массы. В 1982 г. запускается в работу новый базисный склад на 2500 т с железнодорожными тупиками и рампами для разгрузки железнодорожных вагонов с ВМ. Впервые на карьере в 1974 г. была внедрена импортная техника в виде бульдозеров D-9G и фронтальных погрузчиков Н-400С. В 1975 г. были отгружены из чаши карьера первые 100 млн м³ горной массы. Этот период ознаменовался использованием комбинированного транспорта, в 1984 г. был внедрен комплекс циклично-поточной технологии (ЦПТ). ЦПТ – новый этап отработки месторождения. Настоящее и будущее карьера Мурунтау связано с развитием ЦПТ. Строительство первой очереди ЦПТ началось в 1979 г. Строительство первой очереди включало в себя перегрузочный узел (ДПП-1), наклонный конвейер, магистральный конвейер и отвалообразователь ОШС 4000/1295. В 1984 г. запущен ДПП-1 и отвалообразователь. В августе 1984 г. по конвейерной ленте выданы из карьера первые 10 млн. м³ горной массы, а к концу года объем составил 309 тыс. м³ горной массы. ЦПТ – уникальное сооружение, состоящее из двух конвейерных линий общей протяженностью 8 км, перегрузочного узла, 3 дробилок и 2 отвалообразователей.

Период разработки месторождения Мурунтау 1985-1987 гг. Руководителем карьера был Садовой Владимир Александрович. К концу третьего периода размеры карьера составили: длина – 2,8 км, ширина – 2,1 км, глубина – 200 м, а количество горизонтов находящихся в отработке достигло 19. В 1986 г. были отгружены из чаши карьера первые 500 млн м³ горной массы, добыто с начала эксплуатации более 95 млн м³ руды. Парк экскаваторов пополнился еще одним ЭКГ-12,5. В 1985 г. начала работать вторая очередь базисного склада ВМ емкостью 3200 т, имеющего большие хранилища, железнодорожные подъездные пути и здание для зарядных машин и электропогрузчиков. В 1986 г. поступила первая партия автосамосвалов БелАЗ-7519 грузоподъемностью 110 т, автосамосвалов типа БелАЗ-548 было 41 единица, а БелАЗ-549 – 158 единиц. Через комплекс ЦПТ с начала эксплуатации к концу 1986 года отгружено 13,1 млн м³ горной массы.

Период разработки месторождения Мурунтау 1987-2001 гг. Руководителем карьера был Клименко Александр Ильич. К концу этого периода размеры карьера составили: длина – 3,2 км, ширина – 2,5 км, глубина – 435 м, а количество горизонтов находящихся в отработке достигло 36. В 1994 г. комплекс ЦПТ был реорганизован в артель «Поток» с коллективной ответственностью, самостоятельным финансированием, с возможностью оперативно решать вопросы зарплаты и материально-технического снабжения.

Недостаточная надежность автосамосвалов БелАЗ, проявившаяся с ростом глубины карьера, привела к переходу, начиная с 1993 г., на импортные самосвалы фирм «Юклид» и «Катерпиллар» грузоподъемностью соответственно 170 и 140 т, которые уже с 1997 г. составили весь списочный парк рудника в количестве 77 ед. Внедрение этих самосвалов позволило увеличить выработку в 2,1 раза по сравнению с 1985 г. Парк дорожных машин и тяжелой техники пополнился новыми более мощными фронтальными погрузчиками типа САТ-992С, автогрейдерами САТ-16G и бульдозерами САТ-10N. В 1992 г. с Красноярского экскаваторного завода прибыли два экскаватора ЭКГ-15. Сокращение рабочей зоны и, как следствие, ширины рабочих площадок на больших глубинах, концентрация в ограниченном пространстве горной техники обусловило применение мобильного и высокопроизводительного оборудования и с конца 1995 г. началось внедрение и эксплуатация на карьере гидравлических экскаваторов повышенной маневренности САТ-5230 (фирмы «Катерпиллар»), EX-3500 (фирмы «Хитачи») и RH-170 (фирмы «Ориентшайн и коппель») с емкостью ковша от 15 до 17 м³, имеющих автономную систему энергоснабжения (дизельный двигатель) и обеспечивающих более высокую производительность. Годовая производительность гидравлических экскаваторов составила 3,5 млн м³. В 1999 г. достигнута максимальная годовая производительность гидравлическим экскаватором САТ-5230 № 01 в объеме 4,8 млн м³. Экскаваторный парк в этот период характерен наличием разнотипных моделей выемочно-погрузочного оборудования: ЭКГ-4у – 2 единицы, ЭКГ-8И-4 единицы, ЭКГ-10-2 единицы, ЭКГ-12.5-2 единицы, ЭКГ-15-2 единицы, САТ-5230- 2 единицы, EX-3500 – 1 единица, RH-170 – 2 единицы.

С начала эксплуатации отгружено из чаши карьера 970,5 млн м³ горной массы, добыто около 173 млн м³ руды. В начале 90-х годов введен в эксплуатацию на базисном складе ВМ растаривающий комплекс, а также зарядные машины СУЗН-3А, МЗ-4 и МЗ-8. За этот период взорвано 437,5 млн м³ горной массы. Парк буровых станков составил 23 единицы СБШ-250МН. В 1996 г. была достигнута максимальная годовая производительность буровых работ – пробурено 1,1 млн п.м. скважин. В 1996 г. открылся опытно-промышленный участок «Фосфорит», а на базе в 1999 г. опытно-промышленного участка создан «Горный участок по добыче фосфоритной руды». Был осуществлен ввод в эксплуатацию первой очереди КФК в рекордно короткий срок - в апреле 1998 г. и началась планомерная отгрузка необогащенной фосфоритной муки на ОАО "Кокандский суперфосфатный завод" для производства простого аммонизированного суперфосфата.

Летом 1998 г. на карьере Ташкура внедрена и успешно эксплуатируется передвижная автомобильная рудоконтрольная станция (РКС) для посамосвальной радиометрической рудосортировки.

Через комплекс ЦПТ с начала эксплуатации отгружено 245 млн м³ горной массы. Максимальная годовая производительность комплекса ЦПТ была достигнута в 1998 г. и составила 22,5 млн м³ горной массы.

Период разработки месторождения Мурунтау 2001-2006 гг. Руководителем карьера был Шеметов Петр Александрович. Размеры карьера составили: длина – 3,3 км, ширина – 2,6 км, глубина – 480 м, а количество горизонтов находящихся в отработке достигло 39. 2001 г. был ознаменован отгрузкой из чаши карьера 1000 млн м³ горной массы, всего же с начала эксплуатации – более 1118 млн м³, добыто руды более 195 млн м³.

Введен завод по производству эмульсионных ВВ – это обеспечение ведения взрывных работах на всех предприятиях комбината и Республики Узбекистан. Стоимость строительства завода окупилась уже в 2004 г. Применение экологически чистого ЭВВ значительно улучшило условия труда рабочих взрывного цеха и уменьшило загрязнение атмосферы карьера после производства массовых взрывов. Кроме того, с 2002 г. на карьере были внедрены системы неэлектрического взрывания «Динашок» и «СИНВ» - внутрискважинных замедлителей повышенной безопасности инициирования зарядов. За этот период в карьере было взорвано 143 млн м³ горной массы. Имеющимся парком буровых станков в 16 единиц пробурено за этот период 4,4 млн п.м. взрывных скважин.

В 2003 г. были приобретены электрогидравлические экскаваторы RH-200 фирмы TEREX MINING с геометрической емкостью ковша 20,6 м³ в количестве 2 единиц. Производительность RH-200 за 8-часовую смену при работе на автомобильный транспорт для условий карьера Мурунтау составляет 8000-12000 м³/смену. Выбор такой высокопроизводительной погрузочной техники был обусловлен необходимостью в кратчайшие сроки произвести вскрытие и подготовку рудных запасов к выемке на плановых направлениях развития горных работ. Введение в рабочую зону экскаваторов RH-200 значительно облегчило производственный цикл, увеличило производительность труда и повысило оперативность процессов.

В 2005 г. на горнотранспортном участке карьера Мурунтау осуществлен крупномасштабный проект по реконструкции перегрузочного пункта ППК-2. Были проведены работы по ремонту конвейерной линии комплекса ЦПТ, построены железнодорожные ветки на новые сектора, построенные горячками. Этот комплекс был построен в кратчайшие сроки и с 1 сентября запущен в эксплуатацию. Теперь руда из карьера на сектора ППК-2 доставляется конвейерным транспортом комплекса ЦПТ. Это позволило не только производить более интенсивное заполнение секторов восточного ППК, но и сократить затраты на транспортировку горной массы в целом по

карьеру. Планируется увеличить объем завозимой с карьера руды с помощью конвейерного транспорта до 70 % посредством ввода в действие еще двух дополнительных секторов на ППК-2. Кроме того, в завершающей стадии находится строительство модульного дробильно-перегрузочного комплекса в карьере, которое позволит сократить расстояние транспортирования горной массы автосамосвалами. Техническое перевооружение произошло также и на технологическом транспорте. В 2004-2005 гг. карьер получил новые большегрузные автосамосвалы САТ-789 грузоподъемностью 190 т в количестве 20 единиц, к имеющимся САТ-785 – 36 единиц и R-170 – 18 единиц. Через комплекс ЦПТ с начала эксплуатации отгружено 326 млн m^3 горной массы.

Период разработки месторождения Мурунтау 2006-2010 гг. Руководителем карьера был Снитка Николай Павлович. В 2007 г. в карьере Мурунтау к существующему наклонному конвейеру ЦПТ был присоединен крутонаклонный комплекс МДПК-30, который позволил существенно снизить транспортные затраты на перевозку руды из карьера, а так же вести и накапливать опыт по эксплуатации данных объектов.

С января 2007 г. после запуска цеха мокрого обогащения КФК начат выпуск новой продукции высокого качества – мытый обожженный и мытый сушённый фосфоконцентрат.

В 2008 г. найдено и внедрено решение по осушению обводненных, глубоких горизонтов первой рудной залежи, карьера Мурунтау, системой понизительных зумпфов, что позволило обеспечить отработку данной технологической зоны. С 2008 по 2009 г. произошел переход границ проекта разработки карьера Мурунтау с третьей на четвертую очередь. В 2009 г. для увеличения минерально-сырьевой базы карьера Мурунтау вовлечены в отработку склады забалансовых руд расположенных за контуром карьера. Выведены из эксплуатации отработавшие свой срок ДПП-3 и МДПК-30 комплекса ЦПТ.

На карьере Ташкура взамен отработавших свой срок комбайнов Wirtgen-2100SM, введен в эксплуатацию более производительный фрезерный комбайн Wirtgen-2500SM.

Период разработки месторождения Мурунтау 2010-2014 гг. Руководителем карьера был Кравченко Федор Александрович. В 2010 г. в границах IV-очереди возобновлены работы на месторождении Мютенбай. В рамках программы модернизации горного оборудования были смонтированы и запущены в работу 2 новых высокопроизводительных гидравлических экскаватора фирмы «НИТАСНИ» (Япония) EX-3600-6 с емкостью ковша 21 m^3 .

В 2010 г. в состав структуры рудника «М» введен горный участок «Кремний» по добыче и обогащению кварцевого песка с месторождения Джерой.

В 2011 г. введен в эксплуатацию уникальный проект, не имеющий аналогов в мире - комплекс крутонаклонного конвейера - КНК-270 и на его базе был основан цех «ЦПТ-руда». В 2013 г. производится модернизация парка экскаваторного и бурового оборудования. Получены и запущены в работу 1 единица ЭКГ-10, 2 единицы ЭКГ-15М, 3 единицы СБШ-250МН. Так же в 2013 г. парк автосамосвалов на руднике Мурунтау пополнился 13 единицами автосамосвалов грузоподъемностью 220 т БелАЗ-75307.

Период разработки месторождения Мурунтау с 2014 и по сегодняшний день. Руководителем карьера является Лунин Сергей Владимирович. В 2014 г. закончен первый этап строительства конвейерных линий на отвальном поле комплекса КНК-270. Отвалообразователь ОШС-1 перегнали с ППК-III, на отвальное поле КНК, что позволило увеличить грузопоток на КНК с укладкой горной массы отвалообразователем в отвалы. Разработана новая рациональная схема грузопотока по КНК, для транспортировки породы и минерализованной горной массы через отвалообразователь ОШС-4000/125 с последующим складированием в отвальное поле КНК, а штабель КНК был переориентирован на прием руды с последующей её отгрузкой в ж/д составы на ГМЗ-2.

Объем выемки горной массы с начала эксплуатации карьера Мурунтау перешагнул рубеж в 1.5 млрд m^3 , по карьере Ташкура добыча руды перешагнула рубеж более 20 млн т.

В 2015 г. в рамках программы модернизации горного оборудования после монтажа в работу был запущен новый буровой станок СБШ-250МНА. В октябре 2015 г. произведен плановый запуск ДПП-2 в составе конвейерного комплекса ЦПТ Юго-восток, который позволит увеличить коэффициент технической готовности и сохранить динамику роста производительности конвейерного комплекса. Во втором полугодии 2015 г. осуществлено удлинение отвального конвейера (ОК-1) комплекса ЦПТ Северо-восток КЛ-1 (КНК-270) на 523 м. После удлинения, длина ОК-1 составила – 1104 м. Удлинение ОК-1 привело к увеличению емкости конусных отвалов на отвальном поле ОШС-1, соответственно сокращению количество передвижек ОК-1. В конце 2015 г. согласно «Плана развития горных работ карьера Ташкура на 2015 г.» вместо списанных буровых станков СБШ № 98 и № 99, из карьера Мурунтау были переданы на карьер Ташкура СБШ № 01 и № 04. По итогам 2015 г. достигнута проектная мощность КНК-270 (более чем в 2 раза) с начала эксплуатации комплекса. Также в 2015 г. объем транспортировки горной массы через КНК-270 перешагнул рубеж – 22 млн m^3 с начала эксплуатации комплекса.

Печи по обогащению кварцевого песка на горном участке Кремний переведены на природный газ для обеспечения добычи и отгрузки кварцевого песка в потребном количестве по Республике Узбекистан.

Лунин С.В.
начальник рудника Мурунтау
Центрального РУ НГМК

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФЛОТАЦИИ МЕДНЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКБАСТАУ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОЛОГИИ ГАРМОНИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ФУНКЦИЙ

Санакулов К.С., генеральный директор НГМК, докт. техн. наук; Арустамян А.М., главный инженер проекта АО «ГИПРОРИВС» (Россия).

Maqolada mis rudalarini flotatsiya qilishda texnogen ko'rsatgichlar tahlilining mavjud amaliyotdagi tahlili o'tkazilgan.

Kompyuter texnologiyalari yordamida o'tkaziladigan tahlillilarning kamchiliklari muhokama etilgan. Mis rudalari koni Akbastau misolida flotatsiya jarayoni texnologik ko'rsatgichlari tahlili uchun chuqurlashtirilgan statistik zamonaviy metod qo'llanilgan. Tasodifiy funksiyalarning muvofiq tizimlari yordamida Qarag'ayli boyitish fabrikasida ishlab chiqilgan shixta tuzilishi aniqlangan. Flotatsiya jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatadigan omillar aniqlangan.

Korxonada ishlarini obyektiv baholashga imkon beradigan, maqbullik va mavjud texnologiyalarni takomillashtirishning yo'nalishlari borasida yanada chuqur xulosalar qilish, kompyuter metodologiyasini qo'llash samaradorligi ko'rsatilgan.

Tayanch iboralar: *mis rudalari, flotatsiya, chuqurlashtirilgan statistika metodlari, parametratlanmagan statistika, ko'pfaktorlilik va obyekt noxizizligi, tasodifiy funksiyalarning muvofiq tizilma, egri boyitilish, mis tarkibining o'zgarishi va metallni qazib olish.*

The article provides an analysis of current practices analysis of technological performance in the flotation of copper ore.

Discussed disadvantages of performed analyzes using computer technology. Using copper ore of Akbastau deposit as an example, modern methods in-depth statistics are used for analysis of technological parameters of the flotation process. With the help of the harmonic decomposition of random functions has been identified the structure of the processed charge at the Karagayly concentrator. The factors that adversely affect the flotation process were determined.

The efficiency of the use of computer methodology to give an objective assessment of the enterprise and make more profound conclusions on the feasibility and ways to improve the existing technology was shown.

Key words: *copper ore, flotation, indepth statistics methods, nonparametric statistics, multifactorial and non-linearity of the object, harmonic decomposition of random functions, washability curves, changes in the content of copper and metal recovery.*

В последнее время сильно возрастает значение информационного обеспечения самых разных технологий. Оно становится критическим фактором развития практически во всех областях знаний, поэтому разработка и внедрение информационных систем является на сегодняшний день одной из самых актуальных задач. Однако некоторые из важнейших участков флотационных технологий практически не используют возможности ЭВМ. Причины этого носят чрезвычайно сложный характер и постоянно дискутируются. Основные из них – недостаточно развитая техническая база, низкая компьютерная грамотность участников технологий. Большое значение имеет психологический аспект применения ЭВМ. Это серьезная причина, связанная с характером работы оператора технолога. Оператор технолога по существу является исследователем, и его работа носит творческий характер, однако он несет прямую ответственность за результат своей деятельности. Принимая решение по управлению процессом, он опирается на знания и

опыт, свои собственные и коллег, являющихся для него авторитетом. Очень важно при этом обоснование решения, если оно подсказывается со стороны. Результат, подсказанный компьютерной программой работающей по алгоритму созданному другим человеком, как показывает практика, во многом лишает исследователя творческой инициативы. Навязанное таким образом решение, даже будучи достоверным, психологически подвергается серьезному сомнению. При решении задач, в которых не представляется возможным учесть все реально имеющиеся условия, от которых зависит ответ, а можно лишь выделить приблизительный набор наиболее важных условий, ответ носит неточный, приблизительный характер, а алгоритм нахождения ответа не может быть выписан точно. Вопрос анализа технологических показателей действующей обогатительной фабрики может решаться с помощью современных компьютерных технологий. Благодаря таким системам, как STATISTICA открылся путь к новым технологиям обработки

Таблица 1
Минеральный состав шихты

Минералы, группы минералов	Массовая доля, %
Кварц	50,0
Хлориты	10,0
Слюда	14,0
Плагиоклазы	2,1
Сульфаты (барит, гипс)	2,0
Карбонаты (сидерит, доломит)	0,7
Сульфиды: в т.ч.	18,6
Пирит	14,6
Халькопирит	2,9
Блеклая руда	0,3
Сфалерит	0,6
Ковеллин, борнит	0,2
Халькозин Галенит	Единичные знаки
	-
Оксисленные минералы меди, цинка	0,4
Гидроксиды железа (гетит, лимонит, гидрогематит)	0,5
Магнетит, гематит	Единичные знаки
Рутил, апатит, амфиболы, пироксены и другие	1,7
Итого:	100,0

огромных массивов получаемых данных. Статистика позволяет компактно описать данные, понять их структуру, провести классификацию, увидеть закономерности в хаосе случайных явлений [1].

Важной составляющей информационного обеспечения мониторинга являются методы математической обработки информации, использующиеся в нём. Из-за сложности объекта исследования, простые методы описательных статистик, традиционно применяемых при флотационном обогащении (такие, как средние значения, дисперсия, корреляция, t-критерий Стьюдента и пр.) обычно оказываются недостаточно мощными для получения удовлетворительного результата. Бурный рост компьютерных технологий сегодня создал благоприятные предпосылки для широкой математизации и компьютеризации химической науки, что привело к становлению новой химической дисциплины – хемометрики [2-3], которая базируется на широком применении математических и статистических методов.

Попытки применения регрессионного анализа для описания флотационного процесса не всегда обоснованы. В монографии [4] подчеркивается ограниченность применения этого метода из-за несоблюдения ряда условий, которым должен отвечать массив исходных данных. К таким условиям относятся: значения аргументов должны быть заданы без погрешностей; на контролируемые факторы накладывается условие независимости друг относительно друга; наблюдаемые значения оцениваемой переменной должны быть некоррелированными с другими параметрами; исходные данные требуется подбирать, исходя из условия «типичности»; всем наблюдениям должна соответствовать одна и та же, хотя и неизвестная дисперсия; требуется заранее известная корректная форма уравнения регрессии.

Эти условия практически не соблюдаются в медицине при рассмотрении взаимосвязей анализируемых статистических массивов. Формально низкое значение коэффициента корреляции, полученное при анализе всего исходного статистического массива, еще не означает отсутствие взаимосвязи между изучаемыми параметрами. Наоборот, из высоких значений коэффициентов корреляции еще не следует, что между ними действительно существует причинная связь. Нужна уверенность, что на исследуемые переменные не влияют другие переменные. Причина «ложной корреляции» может состоять в том, что имеется третья переменная, которая влияет на вычисленный коэффициент корреляции. Взаимосвязь может быть проявлена с помощью преобразования Фурье, когда общая дисперсия признака распределяется между отдельными гармониками [5]. Метод канонического разложения случайных функций применен нами при анализе технологических показателей флотации медных руд месторождения Акбастау.

Формирование статистического массива при выполнении анализа технологических показателей флотации медных руд месторождения Акбастау. В месторождении выделяются два типа руд: первичные сульфидные руды и смешанные руды.

К медно-цинковым отнесены руды с содержанием цинка более 1 %. Руды не образуют самостоятельных тел с четкими геологическими границами, в связи с чем, селективная отработка их практически невозможна, что предопределяет сложность флотационного обогащения рассматриваемых руд. По данным института «ТОМС» в сформированной шихте проб в 2012 году в ней содержится 1,25 % Cu, 0,56 % Zn, 9,77 % Fe, 9,6 % S, 0,04 % Pb, 0,4 g/t Au, 11,6 g/t Ag, 61,7 % SiO₂, 8,7 % Al₂O₃. Минеральный состав шихты представлен в табл. 1.

Поверхность сульфидов частично окислена с образованием корок и пленок гидроксидов железа. Образование в пульпе соединений типа $[Fe(OH)]^+$ приводит к комплексообразованию применяемого ксантогената $[Fe(OH)X]X^-$ и снижению извлечения меди [6]. Околорудные изменения, связанные с развитием серицитизации и хлоритизации определяют целесообразность применения межцикловой песковой флотации. Переизмельченный серицит обладает еще большей самофлотируемостью и снижает качество получаемых концентратов. Известна также повышенная флотируемость серицита в известковой среде [7].

Для анализа был сформирован часовой статистический массив данных за май-август 2015 г. Статистический массив включает 2822 наблюдения.

Статистические оценки исследуемых параметров представлены в табл. 2.

В таблицу дополнительно включены расчетные параметры:

- α_{Cu}/ν_{Cu} – оценка обогатимости перерабатываемой шихты;
- α_{Fe}/α_{Cu} – пиритный фактор исходной шихты.

Оценка степени пиритности руды по значениям содержания железа является возможной, поскольку Fe в основном содержится в пирите и халькопирите:

- $\beta\text{Fe}/\beta\text{Cu}$ – фактор фазового состава – оценка соотношения первичных и вторичных сульфидов меди, поскольку вторичные сульфиды Cu_2S , CuS не содержат железо, а в борните Cu_5FeS_4 железо содержится на уровне 11 %. Снижение значения параметра $\beta\text{Fe}/\beta\text{Cu}$ означает уменьшение доли халькопирита по сравнению с вторичными сульфидами;

- $\alpha\text{Cu}/\alpha\text{Zn}$ – полиметаллический фактор, значение которого снижается при увеличении доли медно-цинковых руд в перерабатываемой шихте;

- Me – сумма содержаний металлов Cu, Fe, Zn в концентрате (серицитовый фактор). Снижение значений параметра Me свидетельствует об усилении серицитовой составляющей в исходной шихте.

Некоторые выводы можно сделать при традиционном расчете корреляционной матрицы. Обращает на себя внимание отсутствие связи между содержаниями Cu и Fe в руде ($R=0.1$). Отсутствие этой связи свидетельствует о взаимном замещении двух главных составляющих исходной шихты: изменение соотношения первичной сульфидной руды и смешанной разновидности.

Содержание цинка в руде статистически значимо коррелирует с содержанием меди ($R=-0.45$) и с содержанием железа ($R=+0.40$) в первом случае содержание цинка снижается при переработке медных руд, во втором случае развитие полиметаллического фактора сопровождается с усилением колчеданной составляющей. Усиление пиритности руды ($\alpha\text{Fe}/\alpha\text{Cu}$) сопровождается повышением в шихте содержания цинка ($R=0.67$).

Значимый коэффициент корреляции ($R=0.43$) между количеством перерабатываемой руды G и параметром $\beta\text{Fe}/\beta\text{Cu}$ свидетельствует об увеличении содержания пирита в концентрате в результате более высокого выхода концентрата, что обусловлено отсутствием селективного фактора в реагентном режиме. При этом, естественно снижается и содержание меди в концентрате [$R(G/\beta\text{Cu})=-0.43$].

Сильная корреляция между содержанием цинка в руде и концентрате ($R=0.66$) также доказы-

Таблица 2
Статистические оценки исследуемых параметров

Параметр	Условные обозначения	Среднее	Мин.	Мак.	Стд. откл.
Нагрузка на секцию, т/ч	G	138	31	229	39
Содержание Cu в руде, %	αCu	1.81	0.77	3.08	0.39
Содержание Fe в руде, %	αFe	11.07	6.17	18.38	2.14
Содержание Zn в руде, %	αZn	0.95	0.39	3.54	0.47
Содержание Cu в хвостах, %	υCu	0.19	0.09	0.53	0.05
Содержание Fe в хвостах, %	υFe	7.43	2.46	15.93	2.50
Содержание Zn в хвостах, %	υZn	0.17	0.06	2.44	0.20
Содержание Cu в концентрате,	βCu	10.22	2.90	19.90	3.22
Содержание Fe в концентрате, %	βFe	27.82	13.7	34.36	2.99
Содержание Zn в концентрате, %	βZn	4.93	1.2	17.60	1.89
Извлечение Cu, %	εCu	91.08	66.2	96.98	3.40
Отношение содержаний Cu и Zn в руде	$\alpha\text{Cu}/\alpha\text{Zn}$	2.29	0.399	6.12	1.04
Отношение содержаний Fe и Cu в руде	$\alpha\text{Fe}/\alpha\text{Cu}$	6.42	2.97	13.94	1.87
Отношение содержаний Fe и Cu в концентрате	$\beta\text{Fe}/\beta\text{Cu}$	3.12	1.17	10.13	1.39
Отношение содержания Cu в руде к содержанию Cu в хвостах	$\alpha\text{Cu}/\upsilon\text{Cu}$	10.25	2.43	23.56	2.90
Сумма содержания Cu, Fe, Zn в концентрате, %	Me	42.96	18.8	53.33	3.91

вает отсутствие селективного фактора в применяемой номенклатуре реагентного режима.

Потери меди в хвостах не связаны с содержанием металла в руде ($R=0.09$), что противоречит традиционным технологическим наблюдениям и, по-видимому, является следствием сильного влияния типа перерабатываемой руды.

Извлечение меди снижается с развитием полиметаллического фактора [$R(\alpha\text{Cu}/\alpha\text{Zn}-\varepsilon\text{Cu})=+0.48$] и усилением пиритной составляющей [$R(\alpha\text{Fe}/\alpha\text{Cu}-\varepsilon\text{Cu})=-0.57$]. Эти факторы естественно отрицательно влияют на качество получаемых концентратов, соответственно $R=0.64$ и $R=-0.58$. При расчете корреляционной матрицы не обнаруживается взаимосвязь между извлечением меди и её содержанием в концентрате, что противоречит классическому представлению кривых обогатимости в координатах « $\varepsilon - \beta$ ».

Непараметрические характеристики параметров (табл. 3) по содержанию элементов в руде: αCu , αFe , αZn отражают отклонение распределений от нормального закона

Таблица 3
Описательные статистики (Акбастау (эксп. анализы, sta)

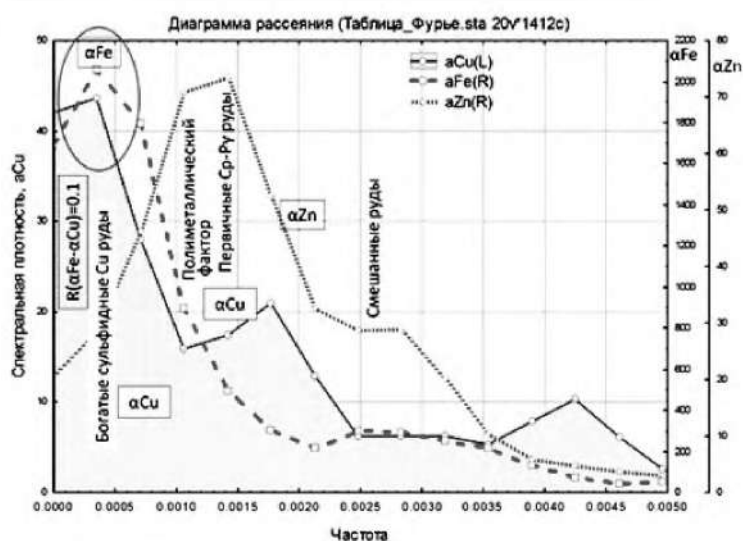


Рис. 1. Гармоническое разложение случайных функций $\alpha Cu = f(\tau)$, $\alpha Fe = f(\tau)$, $\alpha Zn = f(\tau)$.

$$\bar{X}^{-1} Me^1 Mo$$

и свидетельствуют о нестационарности месторождения $\bar{X} > X_g > X_h$.

По содержанию цинка в руде вообще наблюдается мультимодальное распределение. Не стационарность месторождения подчеркивает также большие значения квартильного размаха.

Это одна из причин отнесения месторождения к классу труднообогатимых.

Левосторонняя асимметрия распределения содержания меди в руде и правосторонняя асимметрия распределения содержания цинка в руде свидетельствуют о том, что за рассматриваемый период наблюдений в перерабатываемой шихте преобладали первичные сульфидные руды над смешанной разновидностью.

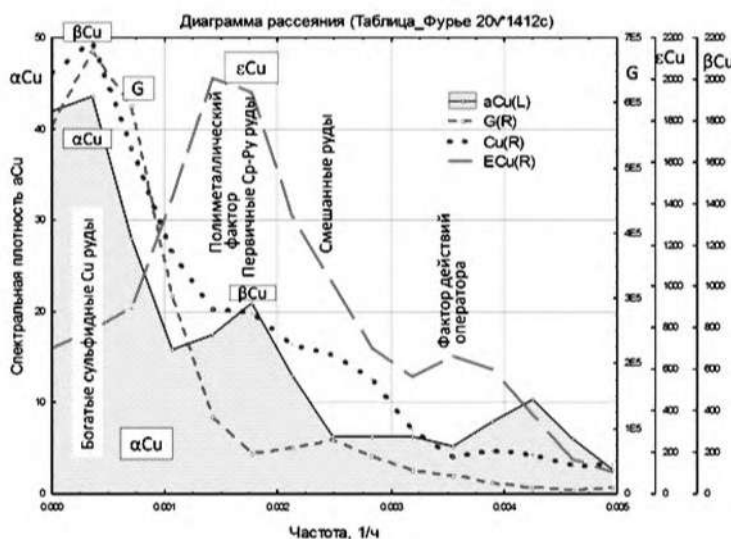


Рис. 2. Гармоническое разложение случайных функций $\alpha Cu = f(\tau)$, $\beta Cu = f(\tau)$, $\epsilon Cu = f(\tau)$ и $G = f(\tau)$.

При рассмотрении тренда извлечения меди за рассматриваемый период четко проявляется высокочастотная составляющая, описываемая косинусоидой с периодом 5 h и амплитудой 4 % по извлечению меди. Наблюдаемую картину можно объяснить только существующей конфигурацией технологической схемы, действующей на фабрике и включающей циркуляционные потоки пульпы.

Гармоническое разложение случайных функций $\alpha Cu = f(\tau)$, $\alpha Fe = f(\tau)$, $\alpha Zn = f(\tau)$ представлено на рис. 1.

Несмотря на отсутствие корреляции между αCu и αFe ($R=0.1$) основные гармоники по этим параметрам совпадают. Эту область гармонического разложения мы относим к прожилково-вкрапленным медным сульфидным рудам. В этой области не проявляется дисперсия по αZn . В более высокочастотной области проявляется вторая гармоника αCu , которая совпадает с основной гармоникой αZn , дисперсия которой обусловлена полиметаллическим фактором.

Расщепление максимума основной гармоники при разложении случайной функции $\alpha Zn = f(\tau)$ связано с проявлением пиритного фактора, который усиливается на полиметаллических рудах и первичных медно-пиритных рудах. На более высокой частоте $f = 0.0025$ 1/h наблюдается несколько повышенная спектральная плотность при разложении случайной функции $\alpha Zn = f(\tau)$, что связано с присутствием в шихте смешанных руд. Сделанная интерпретация перерабатываемой шихты по рис. 1 подтверждается разложением случайных функций $\alpha Cu = f(\tau)$, $\beta Cu = f(\tau)$, $\epsilon Cu = f(\tau)$ и $G = f(\tau)$ (рис. 2).

Совпадение основных гармоник при гармоническом разложении случайных функций $\alpha Cu = f(\tau)$, $\beta Cu = f(\tau)$ и $G = f(\tau)$ характерно для переработки богатых прожилково-вкрапленных руд, особенно при вариации в них вторичных сульфидов меди. Присутствие основной гармоники при гармоническом разложении случайной функции $G = f(\tau)$ в этой же области объясняет большую спектральную плотность по $\beta Cu = f(\tau)$, обусловленную вариацией выхода концентрата. Не совпадение основных гармоник при гармоническом разложении случайных функций $\epsilon Cu = f(\tau)$ и $\beta Cu = f(\tau)$ показывает более высокую стабильность процесса флотации при переработке богатых прожилково-вкрапленных руд. Расщепление максимума основной гармоники при разложении случайной функции $\epsilon Cu = f(\tau)$ связано с проявлением пиритного фактора, который усиливается на полиметаллических рудах и первичных медно-пиритных рудах. Высокая спектральная плотность в этой области частот при гармоническом разложении случайной функции $\epsilon Cu = f(\tau)$ свидетельствует о несовершенстве

применяемого реагентного режима и необходимости совершенствования применяемой технологии. В более высокочастотной области $f = 0.0035$ 1/h проявляется некоторое усиление спектральной плотности, что, по-видимому, обусловлено фактором действия оператора по управлению процессом. В области частот $f = 0.002$ 1/h проявляется взаимосвязь между извлечением меди и содержанием металла в концентрате.

Проявление пиритного фактора в получаемых концентратах доказывается не совпадением основных гармоник при разложении случайных функций $\beta Fe = f(\tau)$ и $\beta Cu = f(\tau)$ (рис. 3). На этом же рисунке проявляется также фактор серицитизации по суммарному содержанию металлов в медном концентрате $Me = f(\tau)$. Дисперсия параметра Me естественно обуславливает вариацию содержания в концентрате меди и пирита. Разложение случайной функции $\alpha Cu / \vartheta Cu = f(\tau)$, представленное также на этом рисунке, позволяет сделать важный вывод о влиянии всех факторов в перерабатываемой руде на глубину обогащения $\alpha Cu / \vartheta Cu$ поступающей в процесс шихты.

Влияние пиритного фактора $\alpha Fe / \alpha Cu$ в исходной шихте проявляется на всех подтипах перерабатываемой шихты, за исключением прожилково-вкрапленной разновидности (рис. 4). На рис. 4 представлено гармоническое разложение случайных функций $\beta Fe = f(\tau)$, $\vartheta Cu = f(\tau)$, $\alpha Fe / \alpha Cu = f(\tau)$ и $\alpha Zn = f(\tau)$. Высокая спектральная плотность при разложении случайной функции $\vartheta Cu = f(\tau)$ наблюдается почти на всем диапазоне рассматриваемых частот.

По результатам выполненного спектрального анализа на рис. 5 построены кривые обогатимости «Cu- βCu » с учетом выделенных кластеров при нейросетевом моделировании Кохонена и факторного анализа. Показано, что на прожилково-вкрапленных медных рудах достигаются лучшие технологические показатели. Снижение технологических показателей наблюдается при усилении в перерабатываемой шихте полиметаллического фактора. При переработке руд, в которых проявляется фактор серицитизации, достигается высокое извлечение меди, но резко снижается качество концентрата. Пиритный фактор при переработке халькопирит-пиритных сульфидных медных руд также негативно сказывается на технологических показателях. Наихудшие технологические результаты отмечаются при переработке смешанных руд. При этом одной из причин снижения технологических показателей, является присутствие в шихте окисленных форм медных минералов. Под кластером, обозначенном как «рядовые руды» рассматриваются наблюдения, которые расположены в центре многофакторного пространства.

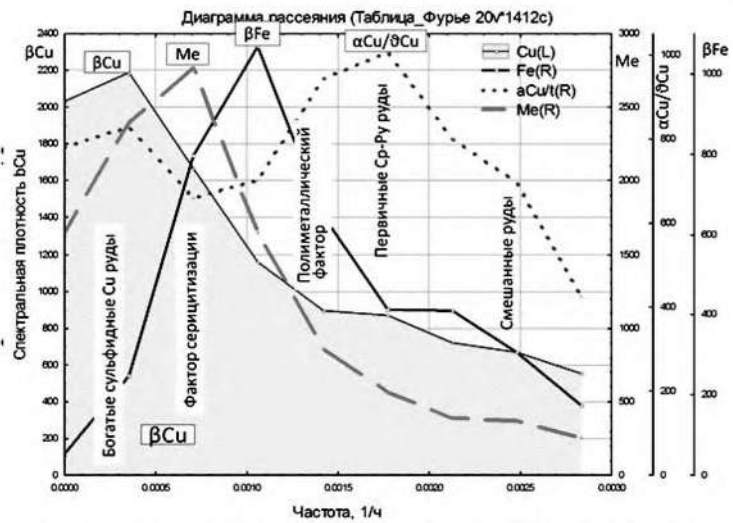


Рис. 3. Гармоническое разложение случайных функций $\beta Fe = f(\tau)$, $\beta Cu = f(\tau)$, $\alpha Cu / \vartheta Cu = f(\tau)$ и $Me = f(\tau)$.

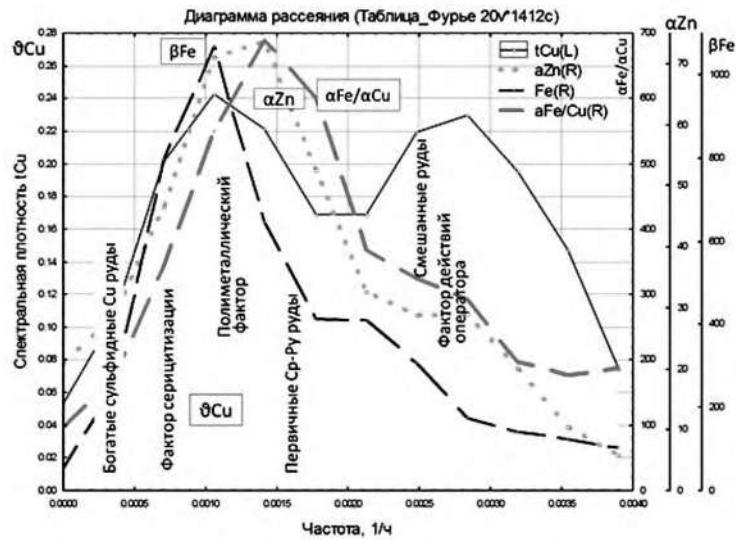


Рис. 4. Гармоническое разложение случайных функций $\beta Fe = f(\tau)$, $\alpha Zn = f(\tau)$, $\vartheta Cu = f(\tau)$ и $\alpha Fe / \alpha Cu = f(\tau)$.

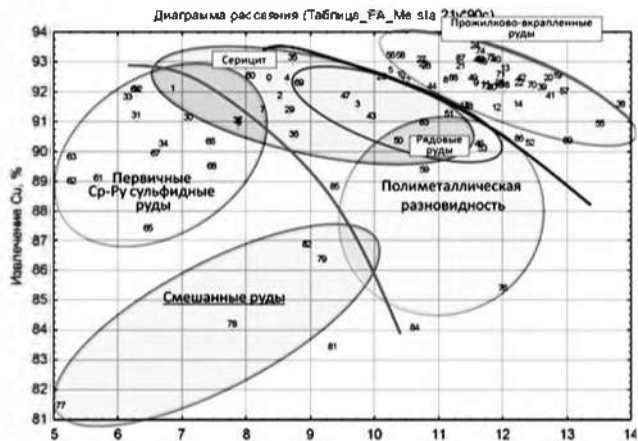


Рис. 5. Кривые обогатимости, обусловленные типом перерабатываемой рудной массы.

В результате проделанных работ, с помощью методов углубленной статистики, обоснована не стационарность медного месторождения Акбастау, что обуславливает трудную обогатимость этих руд. Примененный метод гармонического разложения случайных функций позволил выявить технологическую структуру перерабатываемой шихты на Карагайлинской обогатительной фабрике. Определены неблагоприятные факторы, влияющие на процесс флотации, к которым относятся полиметаллическая и пиритная составляющие перерабатываемой шихты. Доказано

отрицательное влияние серицитового фактора, который обуславливает направление реконструкции технологической схемы с включением в неё контура межциклового флотации. Развитие фактора серицитизации вызывает также необходимость разработки безизвестковой технологии. Наличие в руде гидроксоокисных соединений железа и развитие процессов электрохимической коррозии также требует совершенствования существующей технологии с целью достижения более высоких технологических показателей при переработке медных руд месторождения Акбастау.

Библиографический список

1. Боровиков В. П. *Statistica. Искусство анализа данных на компьютере*. Изд-во Питер, 2003 г. 2-ое изд., 688 с.
2. Шараф М.А. *Хеометрика* / М.А. Шараф, Д.Л. Иллман, Б.Р. Ковальски; пер. с англ. А.Н. Мариничева и А.К. Чарыкова; под ред. И.А. Ибрагимова и А.К. Чарыкова. - Л.: Химия, 1989. - 272 с. Пер. изд.: США, 1986.
3. Марьянов Б.М. *Избранные главы хеометрики: Учеб. пособие для хим. фак. Вузов* / Б.М. Марьянов. - Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2004. - 166 с.
4. Резников А.П. *Обработка накопленной информации в затрудненных условиях*. М.: «Наука», 1976. 236 с.
5. Вентцель Е.С. *Теория вероятностей* / Издание четвертое, стереотипное. М.: «Наука», 1969. 576 с.
6. Машевский Г.Н., Кокорин А.М. *Разработка научных основ совершенствования технологии и создания алгоритмической базы для компьютерного управления флотацией руд месторождения «Эрдэнэтийн Овоо» с целью улучшения рентабельности производства / Новые решения в технике, технологии добычи, переработки руды на СП «Эрдэнэт». (Сборник докладов расширенного заседания Научно-технического совета СП «Эрдэнэт» 18-19 июня 1998 г.). Типография Компании «Эрдэнэт концерн», ноябрь 1998 г. С. 87-101.*
7. Абрамов А.А., Леонов С.Б., Сорокин М.М. *Химия флотационных систем*. - М.: Недра, 1982. - 312 с.

УДК 666.942

© Рузиев Н.Р., Искандарова М.И. 2017 г.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ ЦЕМЕНТА С КОМПЛЕКСНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ГОРНО-ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ И ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Рузиев Н.Р., зам. начальника департамента инвестиций НГМК, канд. техн. наук; Искандарова М., руководитель НИИИЦ «Стром» ИОНХ АН РУз, докт. техн. наук, профессор.

Maqolada maxsus sementlarning samarali turlaridan biri-sul'foalyuminat-sul'foferritli sementlar olish texnologiyasining nazariy-ilmiy asoslari, ularni O'zbekistondagi kon-qaytaishlah va kime sanoati korxonalarida chiqindilaridan kompleks foydalanib olishning ishlab chiqilgan energiya sig'imi kam texnologiyasi, olingan sementlarning hossalari va ularni respublikamizda ishlab chiqarish istiqbollari to'g'risida so'z yuritiladi.

Tayanch iboralar: *sul'fomineral, sul'fomineral kompozitsiyalar, sul'fat- va temirli kom ashyo aralashmasi, past xaroratda quydirish, sul'foklinker, mahsus sementlar, mustahkamlik, struktura shakllanishi, iqtisodiy samaradorlik, ekologik maqsadga muvofiqlik.*

The article reports on the theoretical and scientific foundations of technology for one of the special types of cement – sulfo-alluminate and sulfo-ferrite cements, the developed low power technologies of their production with integrated use of mining and refining and chemical plants waste in Uzbekistan, the properties of cement production and the prospects for organizing their production in our country.

Key words: sulfo-minerals, sulfo-mineral compositions, sulphate and ferriferous raw mixes, low-temperature roasting, sulfo-clinker, special cements, strength, formation of the structure, economic efficiency, environmental feasibility.

В настоящее время основным строительным материалом, пользующимся огромным спросом в строительной индустрии, является портландцемент, который, несомненно, обладает рядом важнейших строительно-технических свойств. Однако с развитием науки о цементах все чаще стали выявляться недостатки портландцемента, к числу которых в первую очередь можно отнести обильное высолообразование при его твердении, усадка раствора и бетона на его основе, необходимость подвергать бетон и железобетон длительному пропариванию для ускорения процесса твердения и т.д. Вместе с тем, имеются реальные пути создания цемента без этих недостатков путем разработки энергосберегающих технологий производства специальных цемента, к числу которых относятся сульфаломиноферритные, сульфоферритные, сульфалоомоферритные клинкеры и безусадочные, расширяющиеся, напрягающие и другие виды цемента на их основе. Теоретические и экспериментальные разработки в этой области позволили создавать малоэнергоёмкие технологии получения высококачественных клинкеров и композиционных вяжущих материалов с использованием природных и техногенных сырьевых ресурсов на основе новых физико-химических процессов обжига и спекания сульфатсодержащих сырьевых шихт и модифицирования сульфоклинкером различными минеральными добавками [1-3]. Среди низкотемпературных специальных цемента особое место занимают сульфоферритные цементы ввиду возможности синтеза клинкера из доступных и недефицитных сырьевых материалов, характеризующегося высокой размоломоспособностью и коррозионной стойкости цемента из него [4, 5].

Известно, что плотная структура цементного камня определяет высокую коррозионную стойкость образцов сульфалоомоферритсодержащего цемента при воздействии на них агрессивных сульфатных сред. Цементы, приготовленные с использованием сульфоферритных клинкеров по природе насыщены сульфат-ионами, поэтому коэффициент их стойкости к 28 сут. достигает 1,15–1,3, что позволяет отнести эти цементы к категории сульфатостойких. Бетоны на основе сульфоферритных цемента обладают плотной структурой, повышенными водонепроницаемостью и морозостойкостью и они особенно эффективны при применении тепловлажностной обработки, в связи с чем, могут с успехом применяться в монолитном и сборно-монолитном строительстве. Используя сульфалоомоферритный клинкер можно на его основе получать широкую гамму цемента, обладающих специальными свойствами, такие как: расширяющиеся и напрягающие цементы (НЦ-10, НЦ-20), цементы, обладающие высокой прочностью, определенной

величиной расширения, самоупрочнения и коррозионной стойкостью [5, 6]. Использование напрягающих и расширяющихся цемента для бетонных и железобетонных конструкций позволяет повысить также их долговечность, трещиностойкость, и газо-, водонепроницаемость. Теоретическая предпосылка получения специальных цемента на основе сульфожелезистых клинкеров заключается в образовании железистых аналогов гидросульфалооминатов кальция при наличии в системе «цемент-вода» железосодержащих гидратов. Фазовый состав сульфоферритного клинкера обеспечивает расширение цементного камня на основе сульфожелезистого компонента вследствие образования трехсульфатной формы гидросульфоферритов кальция при гидратации твердых растворов ферритов, модифицированных сульфат-ионом. Однако, при этом необходимо учитывать тот факт о том, что в сульфоферритных клинкерах кроме минерала сульфоферрита кальция, всегда сосуществуют другие виды низкотемпературных сульфоминералов – сульфалооминат и сульфосиликат кальция, что диктует необходимость проведения исследований по определению их гидратационного взаимодействия в процессе твердения сульфожелезистых цемента. Подобные исследования дают возможность оптимизировать минералогический состав сульфожелезистых клинкеров и свойства цемента на их основе.

Аналитический обзор источников информации по исследованию особенностей минералообразовательных процессов, протекающих при термической обработке многофазной системы $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-CaSO}_4$ и $\text{CaO-Fe}_2\text{O}_3\text{-CaSO}_4$, позволил выявить противоречивые мнения. Одни авторы считают, что продуктами синтеза при обжиге этих систем являются ферриты и твердые растворы сульфалоомината и сульфоферрита кальция, а сульфоферрит вообще не образуется. Другие же считают, что при 1100–1150°C сульфоферрит образуется в системе $\text{CaO-Fe}_2\text{O}_3\text{-CaSO}_4$. В системе $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-CaSO}_4$ он образуется как промежуточное соединение, до появления расплава сосуществует с $\text{C}_4\text{A}_3\text{S}$, а затем, при более высокой температуре, разлагается на C_2F и CaSO_4 с последующим внедрением ионов Fe^{3+} кристаллическую структуру $\text{C}_4\text{A}_3\text{S}$ с образованием сульфалоомоферритов кальция [5-8]. Исследователи, утверждающие о том, что $\text{C}_4\text{F}_3\text{S}$ не образуется при обжиге сульфалоомо-железистых систем, синтезировали его при 1300–1350°C температурах, упуская из виду то, что $\text{C}_4\text{F}_3\text{S}$ устойчив до 1105°C, а с повышением температуры он начинает переходить в расплавленное состояние.

По составам продуктов гидратации сульфалоомоферритов и цемента на их основе мнения исследователей совпадают том плане, что продуктами гидрата-

Таблица 1
Химические составы исходных сырьевых материалов

Материал	Содержание оксидов, мас. %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	R ₂ O	P ₂ O ₅	S ₂ O ₃	ppm
Известняк	6,61	1,59	0,63	3,27	46,9	0,28	-	0,34	40,4
Фосфогипс	14,07	1,11	0,69	2,15	27,3	0,3	1,7	35,3	17,4
Гематитовая порода	40,53	7,04	38,45	0,73	3,17	2,36	-	1,54	6,18
ППШ МПЗ	36,45	7,68	48,07	0,29	2,76	2,51	-	0,92	0,1
Отсев известняка	6,58	2,50	1,15	0,80	48,7	0,36	-	0,33	39,5

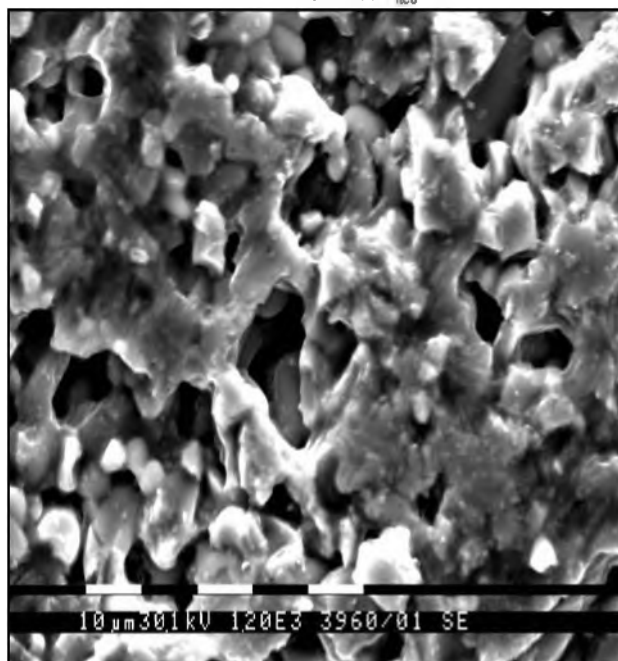
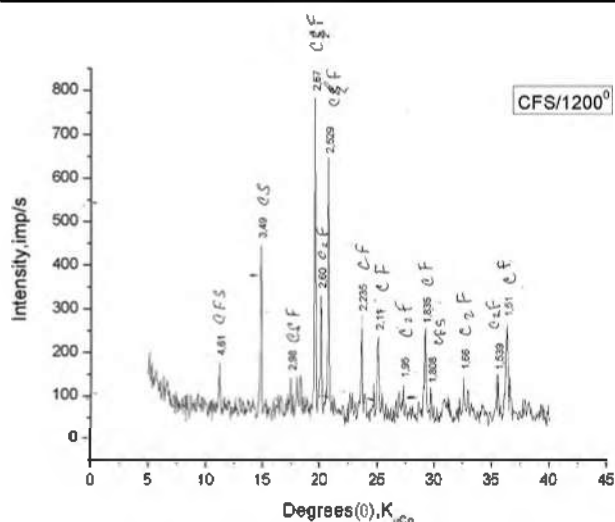


Рис. 1. Дифрактограмма (А) и электронная микрофотография (Б) C₄F₃S, синтезированного при 1200°С.

ции C₄F₃S являются гидросульфферриты, гексагональный гидроферрит кальция и гидрат окиси железа. В ранние сроки образуются гидратные фазы, обогащенные алюминием, а в более поздние сроки –

железом. Одним из основных продуктов гидратации железистых цементов является железозамещенный этtringит, что позволяет использовать их в качестве специальных вяжущих и добавок к портландцементному клинкеру для получения расширяющихся и напрягающих цементных композиций.

В известных работах освещены данные по характерным особенностям процессов гидратации либо C₄F₃S и C₄A₃S в отдельности, а также смеси C₄F₃S с C₃S и C₂S, либо их твердых растворов, образующихся из расплава - сульфалоомоферритов кальция. Какая-либо информация о процессах гидратации и твердения механических смесей C₄F₃S с C₄A₃S и C₅S₂S, а также о составе новообразований, возникающих при их гидратационном взаимодействии, в специальной литературе не обнаружена.

В связи с этим, представляло определенный научный интерес исследование процессов гидратации и состава новообразований в системах C₄F₃S - C₄A₃S - H₂O, C₄F₃S - C₅S₂S - H₂O и C₄F₃S - C₄A₃S - C₅S₂S, а также цементов, содержащих указанные минералы в определенных соотношениях. Выявленные закономерности гидратационного взаимодействия сульфоминералов могут служить научной основой технологии получения сульфожелезистых клинкеров, в которых сульфалооминат, сульфферрит и сульфосиликат кальция находятся не в виде твердых растворов, а автономно, при значительно низких, не доводящих сырьевую смесь до состояния расплава, температурах, чем температура обжига известных сульфалооминатно-ферритных клинкеров.

В качестве объектов исследований выбраны: двух- и трехкомпонентные полиминеральные сульфоконпозиции, составленные при различных сочетаниях и соотношениях трех видов сульфоминералов - сульфалоомината C₄A₃S, сульфферрита C₄F₃S и сульфосиликата кальция C₅S₂S. В качестве исходных сырьевых материалов для получения сульфоминеральных композиций, сульфожелезистых цементов и сульфоконпозиционных вяжущих многофункционального назначения использованы известняк Ахангаранского месторождения, фосфогипс АО "Аммофос-Максам", отход переработки шлаков медеплавильного производства АО «Алмалыкский ГМК», гематитовая порода Чимкурганского месторождения, отсев известняка, образующийся при производстве извести (табл. 1).

Синтез сульфоминералов осуществлен в силитовой печи (C₄A₃S – при 1300°С, C₄F₃S – 1200°С, C₅S₂S - 1250°С) с использованием химически чистых реактивов: CaCO₃, CaSO₄, Al₂O₃, SiO₂, Fe₂O₃. Кинетику минералообразования и завершенность процесса при обжиге сульфалоомоферристых сырьевых композиций контролировали методом рентгенофазового анализа. Прочность образцов определялась на малых образцах-кубиках с размерами граней 1,41 см состава 1:0 и на стандартных образцах 4x4x16 см состава 1:3.

Расчет состава сульфожелезистых сырьевых композиций и определение химико-минералогического состава клинкеров на их основе производили по методике, разработанной Т.А. Атакузиным, задаваясь значениями $KH=0,667; 0,80; 0,90$ и $1,0$ и $p_s=1,0; 1,5; 2,0$. Фазовый состав клинкеров и цементного камня исследованы рентгенофазовым, ДТА, ЭПР, ИК-спектроскопическим и электронно-микроскопическими методами.

Дифрактограмма сульфожелезистого при 1150°C минерала сульфожелезистого кальция, фиксирует максимальное образование C_4F_3S с $d/n=0,862; 0,598; 0,535; 0,456; 0,407; 0,296; 0,269; 0,251; 0,220; 0,188; 0,173; 0,169; 0,148; 0,145; 0,141$ нм. Обнаружены также небольшой интенсивности рефлексы C_2F при $d/n=0,369; 0,184$ нм. При повышении температуры до 1200°C увеличивается интенсивность характерных рефлексов C_2F и C_2S , что свидетельствует о частичном разложении C_4F_3S (рис. 1, А). Следовательно, температурный диапазон устойчивого существования C_4F_3S имеет очень узкий интервал: при $1150-1180^\circ\text{C}$. Впервые установлено, что микроструктура безводного C_4F_3S представлена бесформенной массой с оплавленной поверхностью зерен, носящей слоисто-блочный характер. Некоторые участки реплик с поверхности скола минерала состоят из крупных зерен, между которыми наблюдаются параллельно - ориентированные борозды скольжения. На отдельных участках зерна C_4F_3S имеют различную ориентацию, встречаются крупные зерна в виде блоков, имеющих форму удлиненных призм с размытыми краями, имеющих слоистое расположение (рис. 1, Б).

По гидратационной активности C_4F_3S занимает промежуточное положение между C_4A_3S и C_5S_2S : степень его гидратации в 1,5 раза ниже, чем у C_4A_3S и 4-5 раз выше, чем у C_5S_2S . Об относительно низкой гидратационной способности C_4F_3S свидетельствуют также данные рентгенофазового анализа: через 28 сут и 3 мес твердения в воде на дифрактограммах затвердевшего C_4F_3S , кроме отражений гидросульфожелезистого кальция при $d/n = 0,348; 0,265; 0,256; 0,252; 0,222$ нм, отмечены довольно интенсивные линии исходного минерала, тогда как к этому сроку на дифрактограмме гидратированного C_4A_3S линии безводного минерала имеют незначительную интенсивность. С возрастом твердения повышается степень гидратации C_4F_3S , что приводит к увеличению количества кристаллизующегося железистого аналога этtringита, образование которого протекает послойно и ступенчато. При контакте с водой гладкая поверхность зерен C_4F_3S как бы размокает и в результате адсорбции воды она как бы набухает, при этом спаянность зерен нарушается и из набухшей массы к 3 сут начинают выкристаллизовываться мельчайшие чешуйчатого строения новообразования, имеющие форму сфероидов, звездочек, бантиков и т.д. На некоторых

участках они имеют определенную ориентацию и соприкасаясь друг с другом начинают образовывать ритмичную кристаллическую структуру на поверхностных слоях затвердевающего минерала. К 3 мес эти новообразования увеличиваясь в объеме и размере, срастаясь и наслаиваясь образуют слоистоблочную структуру, в порах которой наблюдается свободный рост кристаллов гидросульфожелезистого кальция, игольчатые и волокнистые кристаллы которых растут от стенок пор во внутрь, заполняя поровое пространство и уплотняя упрочняют искусственный конгломерат на основе C_4F_3S .

Для исследования влияния C_4A_3S на процессы гидратации и твердения C_4F_3S были составлены их механические смеси с различным соотношением минералов: 5-40% C_4A_3S , 95-60% C_4F_3S . Для сравнения испытывались такие же образцы из чистых C_4F_3S и C_4A_3S . Установлено, что введение 10-50% C_4A_3S ускоряет процесс твердения C_4F_3S как в начальные сроки, так и в более поздние периоды твердения. Прочность образцов, в зависимости от дозы C_4A_3S , через 1; 3; 7 и 28 сут, соответственно, на 14 - 100; 20 - 140; 77 - 255; 0 - 143% выше прочности C_4A_3S и на 77-211; 80 -260; 119 - 326; 47 - 258% выше C_4F_3S . В более отдаленные сроки (через 6 мес) показатели прочности композиций также высокие и на 54 - 188% превосходят прочность C_4F_3S , но равны или несколько ниже прочности C_4A_3S . Введение до 20% C_4F_3S в состав C_5S_2S , хотя и несколько замедляет процесс его твердения до 28 сут, однако положительно влияет на набор прочности образцов в более поздние сроки твердения: к 2 месяцам прочность композиций, содержащих 10 - 50% C_4F_3S , на 3 - 17% превышает показатели прочности чистого C_5S_2S . К 6 мес композиции, включающие 5 - 20% C_4F_3S , по показателям прочности на 3 - 9% превосходят прочность C_5S_2S , однако увеличение содержания C_4F_3S до 30 - 50% к 6 мес. снижает прочность C_5S_2S от 24 до 49%.

Трехкомпонентная сульфожелезистая композиция из $C_4A_3S + C_4F_3S + C_5S_2S$ в начальные сроки по скорости твердения занимает промежуточное положение между C_4A_3S и C_4F_3S (табл. 2). К 7 сут скорость процесса твердения и набора прочности возрастает и в зависимости от соотношения минералов в смеси, образцы характеризуются высокой прочностью, превосходящей к 28 сут прочность C_4A_3S - на 3-32%; C_5S_2S - на 32-75,5%; C_4F_3S - на 50,5-169%. Такие же высокие показатели прочности проявляют эти композиции через 6 мес. твердения по отношению к C_4F_3S и C_5S_2S , а по сравнению с C_4A_3S при низком его содержании отмечен некоторый спад прочности. Высокими показателями прочности характеризуются композиции с соотношением $C_4A_3S : C_4F_3S : C_5S_2S = 1:2:2$ и $1:2,5:1,5$ и они приняты как оптимальные.

На основе полученных данных можно предположить, что C_4F_3S при участии в процессе гидратации и формирования прочности сульфожелезистого композита на

Таблица 2
Прочностные характеристики образцов из трехкомпонентной

Соотношение сульфоминералов, масс. %			Предел прочности при сжатии, МПа через (сут):						
C ₄ A ₃ S	C ₄ F ₃ S	C ₅ S ₂ S	1 сут.	3 сут.	7 сут.	28 сут.	60 сут.	180 сут.	
100	-	-	14.0	15.0	18.0	28.0	66.0	75.0	
-	100	-	9.0	10.0	15.0	19.0	28.0	26.0	
-	-	100	12.0	12.0	16.0	22.0	25.0	56.0	
5	15	80	11.8	12.8	22.1	29.2	31.9	42.5	
5	25	70	14.2	16.6	23.8	33.2	47.9	48.6	
5	35	60	14.8	18.4	26.4	28.8	53.3	59.2	
5	45	50	11.4	15.6	27.8	32.1	58.2	69.8	
10	20	70	11.7	15.9	26.6	34.2	66.6	72.2	
20	30	50	11.0	16.1	28.2	36.8	55.9	74.6	
20	40	40	15.9	21.3	31.9	38.6	63.0	78.2	
20	50	30	15.9	21.3	26.6	34.8	68.0	78.8	

Таблица 3
Расчётный минералогический состав САЖ клинкеров на основе фосфогипса и гематитовой породы

Значения		Содержание минералов, масс. %			
КН	ns	C ₄ A ₃ S	C ₄ F ₃ S	C ₅ S ₂ S+ C ₂ S	CaSO ₄
0.667	1.0	7.36	19.55	73.0	0.9
	1.5	6.30	17.76	68.72	7.24
	2.0	5.46	14.53	63.44	16.57
0.80	1.0	7.08	19.53	70.12	3.27
	1.5	6.16	16.11	64.60	12.13
	2.0	5.39	13.14	59.80	27.67

Таблица 4
Физико-механические характеристики САЖ цементов Из клинкеров, синтезированных при 1200°C

КН	ns	Сроки схватывания, ч-мин		Предел прочности при сжатии, МПа, через:					
		начало	конец	1сут	3сут	7сут	28сут	90сут	
0.667	1.0	0-58	1-56	8.4	20.0	38.0	72.0	102.0	
	1.5	1-10	1-59	10.2	28.0	44.0	95.0	108.0	
	2.0	1-42	2-02	14.2	29.0	54.0	122.0	142.0	
0.80	1.0	1-08	1-58	8.2	16.0	30.0	58.0	84.0	
	1.5	1-42	2-05	8.8	22.0	34.0	71.0	98.0	
	2.0	1-46	2-05	9.6	26.0	40.0	92.0	116.0	
ПЦ-0.92		2-53	6-02	9.8	21.9	31.6	66.1	78.0	

основе C₄A₃S+C₄F₃S, C₄F₃S+C₅S₂S и C₄A₃S+C₄F₃S+C₅S₂S, будет играть существенную роль в более поздние сроки твердения и способствовать формированию более плотной микроструктуры, что очень важно в обеспечении его физико-механических свойств. Для выяснения этого вопроса проводилось исследование по установлению корреляционной зависимости «структура-свойство» путем выявления закономерностей протекания физико-химических процессов формирования фазового состава продуктов гидратации и последовательности структурообразования в двух- (C₄A₃S+C₄F₃S, C₄F₃S+C₅S₂S) и трех-

компонентных (C₄A₃S+C₄F₃S+C₅S₂S) сульфоминеральных системах.

Повышенная дозировка C₄F₃S в сульфоминеральной системе C₄A₃S+C₄F₃S приводит к замедлению процесса гидратации C₄A₃S. Формирование микроструктуры сульфоминерального композита при твердении сульфоалюминатно-ферритной композиции подчиняется законам, присущим формированию микроструктуры камня при гидратации C₄A₃S, и протекает послойно с выносом вещества из нижних слоев на поверхностный слой частиц сульфоминералов. При этом основными кристаллическими продуктами гидратирующей системы C₄A₃S+C₄F₃S+H₂O являются низко- и высокосульфатные гидросульфоалюминаты кальция и их железозамещенные аналоги, которые составляют кристаллический каркас скелетной структуры формирующегося сульфоминерального композита.

В системе C₄F₃S+C₅S₂S+H₂O сульфферрит кальция выступает в качестве активатора процесса твердения и набора прочности C₅S₂S: в зависимости от дозы C₄F₃S скорость гидратации сульфосиликатно-ферритной композиции в 1.1-1.5 раза выше, чем чистого C₅S₂S. В процессе твердения данная композиция при контакте с водой проявляет достаточно высокую структурообразующую способность с кристаллизацией гидросульфферритов и гидросульфосиликатов кальция. Гидратационная активность сульфоалюможелезистых композиций, включающих C₄A₃S+C₄F₃S+C₅S₂S выше, чем у чистых C₄F₃S и C₅S₂S. В первые сроки твердения связывание воды этими композициями идет медленнее, чем при гидратации C₄A₃S. К 3-м и 7-и сут процесс ускоряется, в результате чего в гидратные продукты связывается столько же воды, сколько в гидратные новообразования C₄A₃S. Начиная с 28 сут количество связанной воды в гидратированных образцах сульфферритно-силикатных минеральных композиций на 6,0-8,3% меньше, чем в гидратированном C₄A₃S. Рентгенофазовым и ИК-спектроскопическими методами установлено, что основными продуктами при гидратации композиции C₄A₃S-C₄F₃S-C₅S₂S-H₂O в ранние сроки являются гидраты C₄A₃S и C₄F₃S моносulfатной формы, портландит и двухводный гипс. К 3 сут и при более продолжительном твердении - этрингит, его железозамещенный аналог и гидросульфосиликаты кальция.

Благодаря ступенчатому характеру протекания процесса гидратации сульфо-алюмо-железистых минеральных композиций происходит постепенная кристаллизации гидратных новообразований с последующим их срастанием и растворением друг в друге в течение продолжительного времени, что приводит к постепенному уплотнению и упрочнению структуры сульфоалюможелезистого композита, и он приобретает высокую прочность, в некоторых случаях превосходящую прочность чистого C₄A₃S. Выявление закономерности гидратационного

взаимодействия $C_4A_3\bar{S}$, $C_4F_3\bar{S}$ и $C_5S_2\bar{S}$ служит научной основой для разработки технологии получения низкотемпературных сульфоалюможелезистых цементов, обладающих высокой прочностью и рядом специальных свойств, таких как атмосферостойкость, жаропрочность, коррозиестойкость, сцепляемость, способность расширяться и т.д.

Результаты исследования гидратационного взаимодействия сульфоминеральных ингредиентов, процессов структурообразования, протекающих в двух- и трехкомпонентных сульфосистемах с образованием прочного искусственного конгломерата служат достаточно убедительной научной базой для разработки энергосберегающих составов сульфоалюможелезистых (САЖ) сырьевых композиций, обеспечивающих значительное энергосбережение при производстве за счет высокой их реакционной способности, позволяющих снизить температуру обжига клинкера порядка до 1200°C с получением высококачественного клинкера, на основе которого возможно получение сульфоалюможелезистого цемента, по прочности не уступающего традиционному высокотемпературному порландцементу. С учетом этих результатов были рассчитаны составы сырьевых композиций и синтезированы клинкера, содержащие сульфоалюминат, сульфосиликат и сульфферрит с использованием местных сырьевых материалов и отходов производств, на основе которых получены цементы с достаточно высокими прочностными показателями.

Для синтеза низкотемпературных сульфо-алюможелезистых (САЖ) клинкеров сырьевую композицию на основе гематитовой породы, фосфогипса и известняка рассчитывали при $KH=0,667$ и $0,80$; $n_s=1,0$; $1,5$; $2,0$. В зависимости от значений KH и n_s сырьевой композиции, содержание железистой руды в них колеблется от $14,32$ до $23,78\%$, фосфогипса - от $16,16$ до $33,68\%$, известняка - от $50,03$ до $62,84\%$. Химический состав клинкеров на основе указанных сырьевых композиций включает до $13,14\%$ Fe_2O_3 и до $20,4\%$ SO_3 . По содержанию $C_4A_3\bar{S}$ и $C_4F_3\bar{S}$ клинкеры с $KH=0,667$ и $0,80$ незначительно отличаются друг от друга, а по содержанию $C_5S_2\bar{S}$ - отличие существенное. При $KH=0,667$ содержание $C_5S_2\bar{S}$ на $3-4\%$ больше, чем в клинкере с $KH=0,80$. С повышением n_s увеличивается содержание свободного $CaSO_4$. Причем его содержание в САЖ клинкерах с $KH = 0,80$ выше, чем с $KH=0,667$ (табл. 3).

При обжиге САЖ сырьевых композиций процесс диссоциации $CaCO_3$ и взаимодействие компонентов протекает интенсивно с полным усвоением $CaO_{св}$ и завершением процесса минералообразования при температуре $1150-1200^{\circ}\text{C}$. Дифрактограммы спеков САЖ сырьевых смесей с $KH=0,667$, $n_s=1,0$, обожженных при 700°C обнаруживают в основном интенсивные дифракционные отражения соединений исходных сырьевых компонентов. Наличие небольшой интенсивности линий при $d/n=0,240$ и $0,269$ свиде-

тельствует о том, что произошло разложение $CaCO_3$ с выделением CaO и образованием небольшого количества C_2F . При повышении температуры до $800-900^{\circ}\text{C}$ начинает образовываться CF с $d/n = 0,401$; $0,282$; $0,258$; $0,256$ нм. Полная диссоциация $CaCO_3$ с выделением свободного CaO и взаимодействие последнего с железо-, сульфат- и алюминийсодержащими минералами сульфожелезистой сырьевой шихты происходит при температуре 1100°C , что подтверждается отсутствием на дифрактограмме характерных линий кальцита, ангидрита, гематита, геленита и появлением интенсивных отражений $C_4F_3\bar{S}$ с $d/n = 0,268$; $0,254$; $0,188$ нм, $C_5S_2\bar{S}$ ($d/n=0,453$; $0,346$; $0,333$; $0,331$; $0,282$; $0,260$ нм) и $C_4A_3\bar{S}$ с $d/n=0,374$ нм. Повышение температуры до 1200°C незначительно увеличивает интенсивность линий минералов. При температуре выше 1200°C $C_4F_3\bar{S}$ и $C_5S_2\bar{S}$ частично разлагаются соответственно, на C_2F , CS и C_2S . Такая же тенденция минералообразования отмечена при обжиге САЖ сырьевых смесей с $KH=0,80$ и $n_s=1,0$.

Микроструктура САЖ клинкеров представлена, в зависимости от значений KH и n_s шихты, крупными зёрнами в виде блоков с гладкой поверхностью. Имеются отдельные зёрна овальной, призматической, тригональной форм, часто призматические кристаллы ориентированы перпендикулярно поверхности зёрен клинкера.

Установлено, что прочность САЖ цементов находится в прямой зависимости от значений KH , n_s клинкера и температуры обжига: при $KH=0,067$ цементы с $n_s=1,5$ и $2,0$, синтезированные при 1300°C , проявляют более высокие показатели прочности, чем при $n_s=1,0$. При этом они на $35-85\%$ выше, чем у традиционного порландцемента. Повышение KH до $0,80$ приводит к некоторому снижению прочности САЖ цемента, особенно при $n_s=1,0$, а при $n_s=1,5$ и $2,0$ она хотя и ниже, чем у САЖ цементов с $KH=0,067$, но начиная с 3 сут до 3 мес значительно (на $24-47\%$) выше, чем прочность рядового порландцемента (табл. 4). Повышение температуры обжига до 1250°C несколько снижает прочность САЖ цементов с $KH=0,067$ при всех значениях n_s , однако они выше, чем у высокотемпературного порландцемента. При $KH=0,80$, независимо от значений n_s , САЖ цементы, полученные при 1250°C резко обрывают прочность. Исходя из полученных результатов, оптимальными параметрами получения САЖ клинкеров и цементов на их основе можно считать $KH=0,067$, $n_s=1,5-2,0$, температуру обжига $1150-1200^{\circ}\text{C}$ САЖ цементы из трехкомпонентных сырьевых композиций, составленных из известняка, фосфогипса и железосодержащей руды, полученные соблюдением указанных технологических параметров, гарантируют марку $400-500$.

Огромные запасы фосфогипса и отвальных шлаков медеплавильного производства в Алмалыкском регионе служат достаточной сырьевой базой для

производства сульфалооможелизистых цементов. С целью определения оптимального состава клинкера и температуры устойчивого существования C_4F_3S при их обжиге сырьевые композиции рассчитывали при $KH=0,667; 0,80; 0,90; 1,0$ и $p_s=1,0; 2,0; 3,0$ с использованием ахангаранского известняка, фосфогипса АО «Аммофос» и отвальных шлаков МПЗ АО «Алмалыкский ГМК». Расчетное содержание минералов в САЖ клинкерах, в зависимости от значений KH и p_s колебалось в пределах (мас.%): $C_4A_3S - 3,8\pm 4,5$; $C_5S_2S - 47,8\pm 52,6$; $C_4F_3S - 4,5\pm 33,4$; $CS_{исв} - 0\pm 28,8$.

Результаты исследования реакционной способности новых составов САЖ сырьевых композиций показали, что обжиг при $1000^\circ C$ способствует связыванию порядка до 32%, а при $1200^\circ C$ – более 72% $CaSO_4$. В температурном диапазоне $800-1100^\circ C$ усвоение оксида кальция идет медленно. При повышении температуры процесс связывания CaO в клинкерные минералы ускоряется: в спеках обожженных при $1200^\circ C$ $CaO_{св}$ отсутствует, что обеспечивается появлением на низкотемпературной стадии жидкой фазы и уменьшением ее вязкости в присутствии большого количества железистого компонента в сырьевой шихте [8-10]. По данным дифрактограмм, фазовый состав клинкеров, синтезированных из шихт с $KH=0,667$ и $p_s=1,0$, при $1100^\circ C$ включает всю гамму силикатных, алюминатных, железистых сульфатсодержащих фаз устойчивых и неустойчивых форм: C_4A_3S ($d/n=0,410; 0,370; 0,215; 0,164$ нм), C_5S_2S ($d/n=0,462; 0,408; 0,334; 0,285; 0,207; 0,186$ нм). Наличие дифракционных отражений C_2F при $d/n=0,736; 0,531; 0,273; 0,270; 0,268; 0,157$ нм, несвязанного кальция $d/n=0,349; 0,334; 0,220; 0,175$ нм и свободного CaO $d/n=0,239; 0,240; 0,169$ нм в клинкерах, синтезированных при $1200^\circ C$ свидетельствует о разложении C_4F_3S . Известно, что распад безводного C_4A_3S на алюминаты и сульфат кальция происходит при температуре выше $1380^\circ C$. При обжиге сульфатсодержащих сырьевых композиций, включающих высокое содержание Fe_2O_3 , этот процесс ускоряется, что подтверждается данными рентгенофазового анализа: на дифрактограммах клинкера, обожженного при $1200^\circ C$ интенсивность пиков C_4A_3S ниже, чем у клинкеров, обожженных при $1100^\circ C$, а интенсивность пиков $CaO_{св}$ и CS – значительно выше. Дальнейшее повышение температуры до $1250^\circ C$ приводит к еще большему повышению степени разложения сульфминералов, в том числе и CS , что согласуется с известными данными о том, что при температуре $1250^\circ C$ происходит неконгруэнтное плавление сульфферрита кальция с выделением свободного сульфата кальция с последующим его термическим разложением на CaO и SO_2 . С ростом значения p_s , обжиг при $1200^\circ C$ способствует росту интенсивности пиков CS , а при $1250^\circ C$ – пика CaO . Такая же картина последовательности минералообразовательных процессов наблюдается также

при обжиге САЖ сырьевых композиций, составленных при других значениях KH . Разница заключается лишь в том, что при повышенных значениях KH ($0,90; 1,0$) линии свободного CaO на дифрактограммах синтезированных клинкеров имеют высокую интенсивность, что связано с высокой степенью разложения сульфминералов и диссоциацией CS . Следовательно, эффективный температурный диапазон, обеспечивающий активное взаимодействие компонентов САЖ сырьевых композиций с разным KH и p_s на основе фосфогипса и отвальных шлаков МПЗ с образованием САЖ клинкера, фактический минералогический состав которого максимально соответствует расчетному, лежит в пределах $1100-1200^\circ C$. Исходя из полученных результатов исследований оптимальной температурой синтеза САЖ клинкеров, обеспечивающей образование и стабильное существование сульфминералов в автономном состоянии, является $1150-1200^\circ C$.

Определение физико-механических свойств САЖ цементов на основе синтезированных клинкеров показало, что нормальная плотность цементного теста составила $18,5\pm 19,4\%$. Начало схватывания цементного теста наступает через $1ч 10 мин\pm 1ч 40 мин$; конец через $2ч 20 мин\pm 2ч 40 мин$. Установлена зависимость прочности САЖ цементов от значений KH , p_s и продолжительности твердения, показатели которой через 3, 7 и 28 сут составляют: от 8,6 до 14,1 МПа, от 8,8 до 17,2 МПа, от 8,9 до 20,3 МПа соответственно, причем при всех значениях KH цементы проявляют относительно низкие показатели прочности при $p_s=1,0$. Оптимально высокими показателями прочности как в начальные сроки, так и при более продолжительном твердении, характеризуются САЖ цементы с $p_s=2,0$, в составе которых присутствует от 14,27 до 15,01% CS , необходимого для образования этtringита, ферроэтtringита и гидросульфосиликатов кальция при гидратации сульфминералов: их прочность через 28 сут в 2 раза выше, чем у цементов $p_s=1,0$.

Таким образом, установлена принципиальная возможность использования высокожелезистых шлаков медеплавильного производства АО «Алмалыкский ГМК» в композиции с фосфогипсом в качестве основных компонентов сырьевых шихт для получения сульфалооможелизистых цементов, по прочности не уступающих традиционному высокотемпературному алитовому порландцементу, а по некоторым технико-эксплуатационным свойствам превосходящих его. Однако, наличие в составе отвальных шлаков медеплавильного производства некоторого количества остаточной меди и других цветных металлов требует их переработку для доизвлечения драгметаллов. В последние годы на комбинате функционирует фабрика по переработке отвальных шлаков МПЗ и в результате образуется железистый отход, пригодный к применению для получения САЖ цементов. Для синтеза САЖ клин-

керо́в расчет сырьевой композиции на основе отсева дробления известняка – отхода известкового завода АО «Алмалыкский ГМК», фосфогипса АО «Аммофос-Максам» и отхода переработки шлаков медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК» выполнили при $KH=0,667$ и $0,80$; $n_s=1,0, 1,5; 2,0$. При этом содержание отхода переработки шлаков МПЗ в сырьевых композициях составило от 9,6 до 17,6%, фосфогипса – от 25,63 до 42,16%, отсева дробления известняка – от 48,2 до 57,21% (табл. 5).

Расчетное содержание минералов САЖ клинкеров, в зависимости от значений KH и n_s находится в пределах, приведенных в табл. 6. Реакционная способность новых САЖ сырьевых композиций изучалась в температурном интервале $800-1250^{\circ}C$ с экспозицией через каждые $100^{\circ}C$. При этом установлено интенсивное прохождение реакций взаимодействия компонентов сырьевой шихты с полным усвоением свободного кальция, образованием сульфоминералов и завершением процесса клинкерообразования на низкотемпературной стадии.

Дифрактограмма продуктов обжига сульфожелезистой шихты, рассчитанной при $KH=0,667$ и $n_s=1,0$ при $1100^{\circ}C$ обнаруживает дифракционные отражения основных клинкерных минералов и промежуточных соединений. Фазовый состав клинкера включают всю гамму силикат-, железо-, алюминий и сульфатсодержащих фаз устойчивых и неустойчивых форм: $C_5S_2\dot{S}$ ($d/n=0,462; 0,409; 0,334; 0,297; 0,285; 0,186$ nm), $C_4A_3\dot{S}$ ($d/n=0,410; 0,370; 0,215; 0,164$ nm), несвязанного сульфата кальция при $d/n=0,349; 0,334; 0,309; 0,297; 0,285; 0,186$ nm, $C_4F_3\dot{S}$ ($d/n=0,268; 0,254; 0,246; 0,225; 0,184$ nm), и свободного CaO при $d/n=0,239; 0,240; 0,169$ nm. Наличие на дифрактограммах отражений CaO свидетельствует о том, что процесс образования сульфоминералов не завершен не полностью. Об этом говорит также появление на дифрактограммах межплоскостных линий C_2F при $d/n=0,736; 0,531; 0,273; 0,270; 0,268; 0,157$ nm с достаточно высокой интенсивностью и мало интенсивных линий $C_{12}A_7$ при $d/n=0,492$ nm. Сильное усиление интенсивности основных линий C_2F при $d/n=0,273; 0,270; 0,268$ nm происходит из-за того, что на них накладываются линии $C_4F_3\dot{S}$. В то же время при $d/n=0,263$ nm дают отражение также и кристаллы $C_4A_3\dot{S}$, следовательно, усиление интенсивности этой линии происходит за счет того, что накладываются друг на друга линии трех минералов: $C_4F_3\dot{S}$, $C_4A_3\dot{S}$, C_2F и в результате эта линия смещается к $d/n=0,268$ nm. То же самое можно говорить и об усилении интенсивности некоторых линий $C\dot{S}$ при $d/n=0,349; 0,334$ nm за счет наложения на них линий $C_5S_2\dot{S}$.

С повышением температуры обжига картина минералообразования на дифрактограмме претерпевает существенные изменения: уменьшается интенсивность дифракционных отражений $C\dot{S}$, CaO, C_2F , что свидетельствует о повышении степени взаимо-

Таблица 5
Соотношение ингредиентов в составе САЖ сырьевых смесей

KH	n_s	Содержание компонентов смеси, %		
		ОПШ МПЗ	Фосфогипс	Отсев известняка
0,667	1,0	17,16	25,63	57,21
	1,5	14,54	33,16	52,30
	2,0	9,9	51,1	39,0
0,80	1,0	14,81	26,92	58,27
	1,5	10,85	40,82	48,33
	2,0	9,6	42,16	48,24

Таблица 6
Минералогический состав САЖ клинкеров на основе отходов переработки шлаков МПЗ и фосфогипса

KH	n_s	Содержание минералов, %			
		$C_4A_3\dot{S}$	$C_4F_3\dot{S}$	$C_5S_2\dot{S} + C_2S$	$C\dot{S}_{100}$
0,667	1,0	8,17	20,23	78,40	-
	1,5	7,26	17,39	76,96	3,88
	2,0	5,83	11,67	74,04	19,69
0,80	1,0	4,00	18,00	76,00	-
	1,5	6,28	12,68	71,08	11,9
	2,0	6,32	11,88	72,72	13,07

действия компонентов шихты и образовании устойчивых клинкерных фаз, которые представлены преобладающим сульфоферритно-сульфосиликатным составом. На дифрактограммах сульфожелезистых клинкеров с $KH=0,80$; $n_s=1,0; 1,5; 2,0$, обожженных при $1250^{\circ}C$, отмечаются интенсивные дифракционные отражения $C_4A_3\dot{S}$ ($d/n=0,416; 0,375; 0,216; 0,162$ nm), $C_4F_3\dot{S}$ ($d/n=0,266; 0,252; 0,186$ nm), и $C_5S_2\dot{S}$ при $d/n=0,285; 0,232; 0,220$ nm. Данные дифрактограмм позволяют сделать заключение о том, что в отличие от ранее известных сульфоферритных клинкеров, синтезированный продукт обжига представлен сульфоалюминатно-сульфоферритно-сульфосиликатным составом. Эффективный температурный диапазон, обеспечивающий полное образование всех трех видов сульфоминералов и завершения процесса клинкерообразования является $1150-1200^{\circ}C$. Оптимальная температура синтеза клинкера с $KH=0,667$ и $0,80$ составляет $1150^{\circ}C$, а $KH=0,90$ и $1,0 - 1200^{\circ}C$.

Последовательность процесса минералообразования и формирование фазового состава САЖ клинкера в зависимости от значений KH и n_s , подчиняются тем закономерностям, выявленным при обжиге аналогичных сырьевых композиций, содержащих в качестве железосодержащего ингредиента отвалы шлаки МПЗ. Фазовый состав синтезированных клинкеров, определенных методом рентгенофазово-

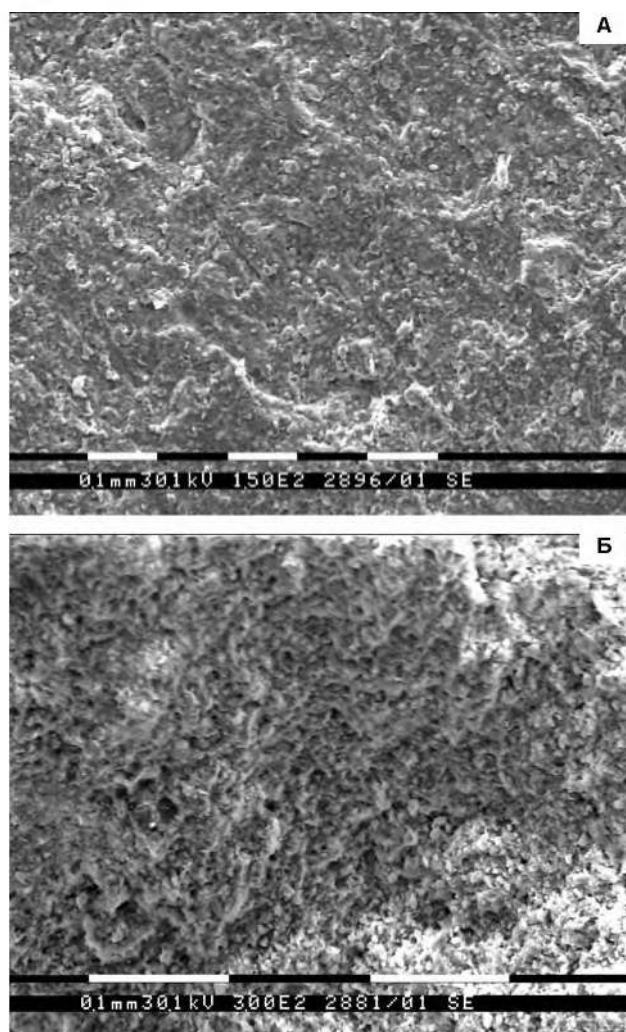


Рис. 2. Микроструктура САЖ клинкера с $KH=0,667$; $n_s=1,0$, синтезированного при $1200^{\circ}C$ (А) и $1250^{\circ}C$ (Б).

го анализа, подтверждает полное соответствие их фактического минералогического состава расчетным данным. Электронно-микроскопические исследования поверхности скола САЖ клинкера с $KH=0,80$ и $n_s=2,0$, обожженного при $1200^{\circ}C$, позволили установить его микроструктуру, рельеф которого представлен оплавленной массой из мельчайших округлых зерен сульфодеррита кальция, в которой растворены подобные зерна сульфодальмината и удлиненные с оплавленными краями хаотично расположенные зерна сульфосиликата кальция. Иногда эти зерна расположены блоками, а иногда – по кругу (рис. 2).

Прочность цементов на основе синтезированных клинкеров, определенная в соответствии с ГОСТ 310.4-85 на стандартных образцах-балочках размером $4 \times 4 \times 16$ см состава 1:3, в зависимости от значений KH и n_s , через 28 сут твердения в воде составила $48,8 - 56,2$ МПа.

Исследование рельефа поверхности скола гидратированных в различное время САЖ цементов дало

ясное представление о генезисе формирования микроструктуры сульфодерристого вяжущего композита. Имеющие первоначально спаянные друг с другом гладкую поверхность зерна вяжущего, при затворении адсорбируя воду, как бы начинают отделяться друг от друга и набухать, вследствие чего к 7 сут. поверхность скола гидратированного САЖ цемента сплошь покрывается чешуеобразными гидратными продуктами, которые к 21 сут образуют глобулы с рифлеными краями, срастающимися в крупные агрегаты а к 28 сут перерастающие в кристаллические сростки и блоки из кристаллоагрегатов. В последующие сроки их межкристаллическое пространство заполняется новыми порциями гидратных продуктов и таким образом формирующийся сульфодерристый композит уплотняется и упрочняется (рис. 3).

Последовательное формирование плотной структуры искусственного конгломерата при гидратации САЖ цемента с образованием прочного композита, к 28 сут состоящего из параллельно ориентированных блоков, создающих блочно-ритмическую слоистую структуру, способствуют повышению его прочностных показателей и улучшению эксплуатационных свойств изделий и конструкций на его основе, как высокая коррозионная стойкость, адгезионная способность, отсутствие усадочных деформаций, атмосферо- и морозостойкость.

В последние годы в Узбекистане широко развернулось строительство международных автомагистралей, тоннелей, мостов, различных промышленных объектов, требующих применение коррозионно-стойких, безусадочных, расширяющихся и напрягающих цементов, предназначенных для изготовления водонепроницаемых железобетонных изделий и конструкций, заделки швов в конструкциях из сборного железобетона, ремонтно-восстановительных работ в метростроении и т.п. Решение этой проблемы, как подчеркивают многие исследователи, возможно путём модифицирования рядового портландцемента расширяющими компонентами, к числу которых, в первую очередь, относятся сульфодальминатные и сульфодерритные клинкеры, которые на начальной стадии твердения изменяют физико-химическую структуру формирующегося искусственного конгломерата, который по скорости нарастания прочности и конечной ее величины может конкурировать с конструктивными материалами специального назначения.

Результаты исследований по разработке модифицированных сульфодерристой добавкой портландцементных композиционных вяжущих материалов показало, что введение 5-35% САЖ цемента в состав рядового портландцемента переводит его в разряд высокопрочных цементов, обладающих к 28 сут прочностью, на 25-35% превышающей прочность матричного портландцемента, что обеспечивается благоприятным сочетанием минералов порт-

Таблица 7
Изменение прочности модифицированных портландцементов в зависимости от дозы САЖ клинкера с $KH=0.80$ и $n_s=1,5$

Состав композиции, масс. %		Предел прочности в МПа							
ПЦ клинкер	САЖ клинкер	при изгибе, через:				при сжатии, через:			
		1сут	7сут	28сут	90сут	1сут	7сут	28сут	90сут
100	0	3,2	6,3	7,4	7,6	10,0	29,4	42,6	48,8
95	5	3,8	6,7	7,9	7,9	16,2	36,6	48,5	58,0
90	10	4,0	6,8	8,2	7,6	18,8	38,9	52,1	57,2
85	15	3,4	6,2	7,5	7,2	19,3	38,1	53,2	58,0
80	20	3,6	6,0	7,4	7,6	20,3	37,8	54,3	55,3
75	25	3,6	5,8	7,6	7,4	21,4	38,3	42,4	53,8
70	30	3,8	5,8	7,9	7,9	18,9	44,5	50,5	52,2
50	50	4,0	5,7	7,6	7,8	15,8	38,7	48,6	50,0

ланд- и САЖ цементов, обуславливающих интенсивное протекание процессов гидратации и структурообразования смешанного сульфоцементного композита. При этом прочность модифицированных цементных композиций зависит от значений KH и n_s САЖ цемента: стабильно высокие показатели прочности получены при добавке в портландцемент САЖ цемента с $KH=0.80$; $n_s=1.0-2.0$ (табл. 7).

Прочность этих композиций уже через 1 сут твердения в 2.2–2.6 раза превышает прочность матричного портландцемента, к 28 сут эта разница составляет 1.3-1.4 раза, что связано ускоренным связыванием $Ca(OH)_2$, выделяемого из портландцемента при его твердении в результате гидролиза и гидратации C_3S , в водонерастворимые соединения типа гидросульфоалюминаты и гидросульфоферриты кальция. Содержание CaO в жидкой фазе, где хранились образцы смешанной цементной композиции, включающей 50% сульфоалюможелезистого клинкера, в начальные сроки (до 6 ч) от 3-х до 9 раз меньше, чем в жидкой фазе, в которой хранились образцы бездобавочного портландцемента.

Начиная с 1сут до 28 сут содержание CaO , выщелачиваемого из образцов ПЦ в 1.2-1.5 раза больше, чем из образцов из смешанного цемента, что свидетельствует о его связывании в водоустойчивые гидратные соединения. В связи с тем, что в составе сульфоалюможелезистых клинкеров содержится порядка 5-6% сульфоалюмината кальция, 11-20% сульфоферрита кальция и до 11-19% избытка сульфата кальция, при введении в состава портландцемента они выступают в качестве кренгов - ускорителей твердения и инициаторов процесса кристаллизации этtringита и ферриэтtringита, которые оказывают благоприятное влияние на процесс набора прочности сульфоалюможелезистого цементного композита.

Таким образом, установлена реальная возможность получения новых видов низкотемпературных сульфожелезистых клинкеров с комплексным использованием сульфат-, железо- и карбонатсодержа-



Рис. 3. Заполнение порового пространства гидратирующей системы кристаллами этtringита и ферриэтtringита (А) с формированием структуры сульфокompозита к 28 сут твердения (Б).

щих отходов производств и композиционных вяжущих на их основе, обладающих высокой прочностью как в ранние сроки, так и в более поздние сроки твердения. Обжиг высокожелезистой сырьевой смеси для получения сульфоферритного клинкера способствует повышению производительности печных агрегатов, а также снижению расхода топлива в результате пониженной температуры обжига. Выпуск сульфоалюможелезистых клинкеров и модифицированных этими клинкерами портландцементов специального назначения осуществляется по той же технологической схеме без установки дополнительного или специального оборудования, что и традиционный портландцемент. Повышенная водонепроницаемость модифицированных сульфожелезистыми добавками портландцементов обеспечивается направленным структурообразованием, приводящим к формированию плотной и прочной структуры искусственного конгломерата, характеризующейся также высокой устойчивостью к воздействию

агрессивных сульфатных сред, что позволит рекомендовать их применять не только для получения расширяющихся и напругающих бетонов, но и за-

кладочных смесей для формирования искусственных массивов и создания противодиффузионного экрана при сооружении отвалов и хвостохранилищ.

Библиографический список

1. Осокин А.П., Кривобородов Ю.Р. Сульфожелезистые цементы и их свой-ства // Труды Моск. химико-технологич. ин-та им. Д.И. Менделеева. М., 1985. Вып. 137: Силикатные материалы для строительства и техники. С. 23–29.
2. Кривобородов, Ю.Р. Физико-химические свойства сульфатированных клинкеров // Аналитический обзор ВНИИЭСМ.- М.: 1991: Серия 1. Цементная промышленность. – 55 с
3. Самченко, С.В. Сульфатированные алюмоферриты кальция и цементы на их основе / С.В.Самченко.- М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2004. – 120 с.
4. Самченко С. В., Зорин Д. А. Влияние дисперсности расширяющегося компонента на свойства цементов // Техника и технология силикатов. — 2006. — Т. 13, № 2.
5. Самченко С. В. Роль эттрингита в формировании и генезисе структуры камня специальных цементов. — М., 2005.
6. Самченко С. В. Электронно-микроскопические исследования цементного камня, подвергнутого сульфатной агрессии // Цемент и его применение. — 2005. — № 1. — С. 10–11.
7. Iskandarova M., Negmatov S.S. Atakuziev T.A. Negmatova M.Y. The low temperature technology of sulfoalumoferriteros cement resursion on a basis of sulfate ferru ferrous waste products and row materials of Uzbekistan. 15- Internationale Baustofftagung. F.F.Findev-Institut fur Baustoffkunde. Bauhaus Universitet. Bundes repablc Deutschland. 2003. -P.1-0749-1-0755.
8. Iskandarova M., Acramov E.M. Negmatov S.S., Ruziev N.R. and etc. The small energy capacity technology of reseption low base portland cement on the basis of raw materials of Uzbekistan //16. Internationale Baustofftagung. – Weimar. Deutschland. 2006. Band. – P.1 – 0235 – 0240.
9. Неғматов С.С., Рузиев Н.Р., Фарманов А.К., Хайдаров Р., Искандарова М. Комплексная переработка отходов медеплавильного производства АГМК на низкотемпературные цементы и цементные композиции // Ж.Горное дело. Спец. выпуск. № 8. 2009. - С.80-84.
10. Искандарова М.И., Рузиев Н.Р. Технология производства и свойства цементов на основе фосфоилса и переработанных шлаков медеплавильного производства ОАО «АГМК» // Сб.научных статей «ИННОВАЦИЯ-2012».-Ташкент. 2012. – С.164-165.

УДК 546.59:549(575.1)

© Конеев Р.И., Халматов Р.А., Намазбаев Ш.Н., Утяганов М.А. 2017 г.

НАНОМИНЕРАЛОГИЯ ЗОЛОТА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД ЭНДОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОГО УЗБЕКИСТАНА

Конеев Р.И., профессор кафедры «Геохимия и минералогия» НУУз, доктор геолого-минералогических наук; Халматов Р.А., старший научный сотрудник исследователь, НУУз, кандидат геолого-минералогических наук; Намазбаев Ш.Н., начальник НТП НПЦ «ГДМиУ» ГП НГМК; Утяганов М.А., геотехнолог НТП НПЦ «ГДМиУ» ГП НГМК.

Maqolada g'arbiy O'zbekiston oltin va oltin-kumush konlarining ma'dan tarkibi va oltin nanomineralogiyasi ko'rib chiqildi. 7 dona mineral va geokimyoviy ma'dan turlari ajratildi - /Au-W/Au-Bi-Te/Au-As/Au-Ag-Te/Au-Ag-Se/Au-Sb/Au-Hg/. Har bir ma'dan turiga muayyan oltin birikmasi mos: nanooiltin - Fe(AuAsS) - maldonit - petsit - fishesserit - aurostibit - Hg-oltin va ularga tegishli takrorlanmas tellurid, selenid, intermetallidlar, sulfotuzlar va sulfidlarining mikro-nanoansambllari. Konlarda, vertikal mineral va geokimyoviy taqsimlanish va eroziyaviy kesimga bog'liq holda, rudaning 2 tadan 5 tagacha bo'lgan birlashgan turlari uchraydi. Ma'dan tarkibining, oltin birikmalari va uning mikro-nanoansambllarining o'zgarishi, ma'danning texnologik xususiyatlariga va boyitish usullariga ta'sir qiladi.

Tayanch iboralar: nanomineralogiya, mikro-nanoansabl, oltin, texnologiyalar, boyitish, qazib olish, joylashuv shakli, ma'dan turlari, konlar, G'arbiy O'zbekiston.

Gold nanomineralogy and material composition of ores of gold and gold-silver deposits in Western Uzbekistan were considered. 7 mineral and geochemical ore types - /Au-W/Au-Bi-Te/Au-As/Au-Ag-Te/Au-Ag-Se/Au-Sb/Au-Hg/ - were selected. Each type corresponds to a specific ore compound: nanogold - Fe (AuAsS) - maldonite - petzite - fishesserit - aurostibite - Hg-gold and related non-recurring micro-nanoassemblies of tellurides, selenides, intermetallides, sulphosalts and sulphides. The fields depending on the vertical mineral and geochemical zoning and erosional trunca-

tion consist from 2 to 5 types of ores. Changing of the ore composition, gold compounds and its micro- nanoassemblies affect the technological properties and methods of ore dressing.

Key words: nanomineralogy, micro- nanoassemblies, gold, location shape, technology, refining, extraction, ore types, deposits, Western Uzbekistan.

Республика Узбекистан является одной из ведущих стран мира по запасам и добыче золота, а ее Западная часть относится к крупнейшим золотоносным провинциям с такими известными месторождениями, как Мурунтау, Амантайтау, Кокпатас, Зармитан и др. Месторождения приурочены к Южно-Тяньшанскому орогеническому поясу, сформировавшемуся в результате субдукционно-коллизинных процессов и размещаются в так называемых «черных сланцах» и гранитоидном интрузиве. Они образуют Кызылкумский и Нурагинский горно-рудные районы [1, 2].

Многолетняя эксплуатация промышленных золоторудных месторождений неизбежно привела к увеличению глубины горных выработок и, соответственно, к изменению многих, в том числе и технологических свойств золотых и золото-серебряных руд. Особенно заметные изменения происходят с вещественным, минеральным составом, который в значительной мере определяет технологии обогащения и извлечения золота [3, 4]. Прежде всего, происходит переход от окисленных руд со свободным, крупным золотом к первичным сульфидным, «упорным» рудам с тонкодисперсным, «невидимым» золотом. Меняются ассоциации минералов, степень сульфидности руд,

соотношение классов крупности самородного золота, пробность и состав его соединений и т.д. Подобные изменения в первичных рудах связаны также с классической вертикальной зональностью отложения элементов, минералов и минеральных ассоциаций. Определив градиент зональности можно заранее прогнозировать изменение состава руд с глубиной.

Изучение первичных руд проводилось, с использованием методологии и методики нового направления минералогии – нано минералогии, в связи с тем, что золото в них типичный микро-нано минерал размером от 100 нм до 10 нм [5,6]. Основной тезис наноминералогии заключается в том, что все свойства минералов существенно меняются при уменьшении их размеров до наномасштаба – 10^{-6} - 10^{-9} м, в связи с увеличением удельной поверхностной энергии наночастиц и проявления размерных эффектов. Вследствие естественных, природных нанотехнологий в процессах рудообразования, все минералы проходят этап наносостояния и многие из них остаются «карликами» (нано). Реальные наноминералы, особенно рудные, чаще всего по размеру выходят за пределы наномасштаба, т.к. в их составе участвуют атомы тяжелых элементов с радиусами гораздо больше,

Химический состав соединений золота в рудах эндогенных месторождений Западного Узбекистана, %

Тип руды, объект	Минерал	Au	Ag	Hg	Bi	Sb	As	Fe	Ni	Te	Se	S	Σ
Au-As Урусай	Au-арсенопирит Fe(AuAsS)	5.58	0.50	-	-	0.32	35.49	30.66	2.00	-	-	24.90	99.45
		7.78	1.08	-	-	0.24	32.28	30.44	1.52	-	-	26.54	99.88
Мюстенбай	Fe(AuAsS)	0.49	-	-	-	-	49.01	31.40	-	-	-	18.72	99.62
		0.27	-	-	-	-	49.18	31.50	-	-	-	19.08	100.03
Au-Bi-Te Мюстенбай	Мальдонит Au ₂ Bi	62.08	0.63	-	34.29	-	-	-	-	0.34	2.09	-	99.43
		64.68	-	-	34.80	-	0.72	-	-	-	-	0.18	100.38
Трвада	Фаза Au-Bi-Te	64.25	-	-	35.32	-	0.09	-	-	-	-	0.76	100.42
		64.08	-	-	35.04	-	-	-	-	0.27	-	0.47	99.86
Трвада	Фаза Au-Bi-Te	21.82	-	-	61.90	-	0.52	0.80	-	14.70	-	-	99.09
		22.65	-	-	62.01	-	0.53	-	-	13.90	-	0.64	99.73
Au-Ag-Te Амантайтау	Калаверит AuTe ₂	44.48	0.35	-	-	-	-	-	-	55.27	-	0.40	100.5
		44.18	0.17	-	-	-	-	-	-	55.96	-	-	100.31
Гужумсай	Петцит AuAg ₃ Te ₂	23.59	42.70	-	-	-	-	0.93	-	33.14	-	-	100.83
		23.24	42.32	-	-	-	-	0.80	-	33.51	-	-	100.3
Au-Ag-Se Аджибугут	Финшессерит AuAg ₃ Se ₂	29.17	46.76	-	-	-	0.27	-	-	-	23.85	-	100.05
		28.71	46.57	-	-	-	0.41	-	-	-	23.30	-	98.99
		28.34	48.47	-	-	-	0.22	-	-	-	22.89	-	99.92
	Петровсканит AuAgS	54.29	36.42	-	-	-	-	-	-	-	-	8.92	99.92
53.40		36.73	-	-	-	-	-	-	-	-	9.48	100.46	
Au-Sb Амантайтау	Ауростивит AuSb ₂	44.02	-	-	-	52.44	0.56	0.75	1.71	-	-	0.53	100.01
		43.14	-	-	-	53.44	0.56	0.75	1.71	-	-	0.53	100.13
		42.92	-	-	-	53.62	0.43	0.55	2.21	-	-	0.32	100.05
Au-Hg Амантайтау	Hg-золото AuAgHg	90.70	5.70	2.87	-	-	-	-	-	-	-	-	99.27
		94.08	2.79	3.07	-	-	-	-	-	-	-	-	99.94

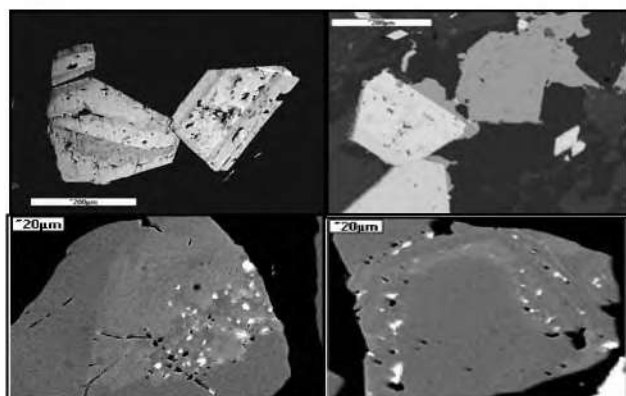


Рис. 1. Зональный арсенипирит (I-ый ряд) и As-пирит с микро-нановключениями золота и арсенипирита. (II-ой ряд) Au-As тип руд. Снимки во вторичных электронах.

чем у атомов углерода. Поэтому в рудах речь идет скорее о микро-наноансамблях минералов. Для золота установлено, что этот «благородный» металл в наноразмерах становится химически активным и образует соединения со многими элементами, вплоть до серы и кислорода. Нанозолото плавится в воде, а температура его плавления снижается на несколько сот градусов, что, видимо, влияет на результаты пробирного и других анализов. Измельчение руд при обогащении, также является своеобразным нанотехнологическим процессом, который приводит к образованию обломочных «малых» частиц с аномальными свойствами [7].

Основным инструментом для проведения наноминералогических исследований был электронно-зондовый микроанализатор Jeol Superprobe 8800R, при этом акцент делался на изучение рудных минералов, включающих или сопровождающих золото, образуя с ним тесные микро-наноансамбли. Золото извлекается из гравифлотоконцентратов, а нерудные минералы выбрасываются в хвосты, причем многие из них негативно влияют на процессы обогащения и извлечения. Так углеродистое вещество сорбирует золото при цианировании, а слюды, глинистые мине-

ралы и др. являются шламообразующими и затрудняют дробление, сгущение, флотацию и т.д. [3].

Наноминералогические исследования вещественного состава первичных руд золотых и золото-серебряных месторождений Западного Узбекистана показали, что золото в них не только самородное свободное или невидимое упорное. Формы нахождения золота меняются в зависимости от типа руд. Оно образует различные соединения и микро-наноансамбли с минералами Te, Se, Bi, Sb, Hg, Ag, Pb и др. в строгом соответствии с термодинамическими, физико-химическими условиями и минерально-геохимической зональностью. Их сочетание не может быть произвольным и формируется в соответствии с определенными законами и правилами. Эти минералы не являются редкими или «второстепенными». По распространенности и размерам они не уступают и даже превосходят золото, определяя его геохимию и минералогию. Но золото экономически важный минерал и поэтому относится к главным. Мир наноминералов шире, разнообразнее и более информативен. Если ориентироваться только на главные рудослагающие сульфиды, то все руды по их набору идентичны: пирит, арсенипирит, халькопирит, галенит, сфалерит, антимонит.

На основе полученных данных была разработана классификация золотых руд с выделением стандартного ряда минерально-геохимических типов, которые образуются на всех месторождениях независимо от состава вмещающих пород, метасоматитов, формы рудных тел и других геологических особенностей [2, 8]. Выделены следующие типы:

- Au-W, редкометалльный;
- Au-Bi-Te, висмут-теллуридный;
- Au-As, арсенипирит-пиритовый;
- Au-Ag-Te, серебро-теллуридный;
- Au-Ag-Se, сульфосольно-селенидный;
- Au-Sb, антимонит-сульфоантимонидный;
- Au-Hg, киноварный. Практически, минерально-

геохимические типы совпадают с выделяемыми технологическими типами руд [3].

Au-W, редкометалльный, шеелит-молибденитовый с редкими наночастицами золота. Является дорудным и все последующие золотопродуктивные типы накладываются на Au-W. Поэтому, например на Мурунтау считается, что 85 % золота сосредоточено в золото-вольфрамовых рудных телах.

Au-As, пирит-арсенипиритовый или арсенипирит-пиритовый (Мурунтау, Зармитан). В составе установлены также Ni-Co мине-

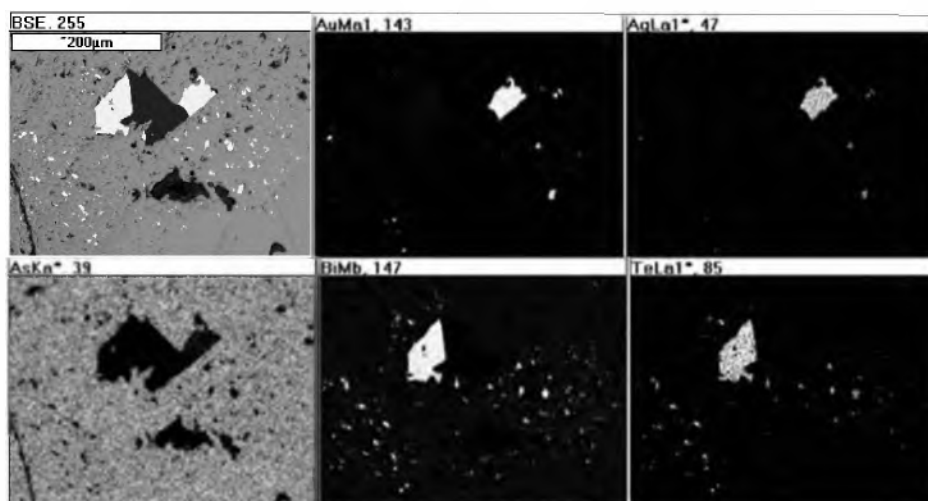


Рис. 2. Микро-наноансамбли самородного золота, мальдонита и висмутовых теллуридов в арсенипирите. Au-Bi-Te тип. Снимки распределения элементов.

ралы – кобальтин, герсдорфит, пентландит и др. Золото «невидимое» тяготеет к мышьяковистым зонам в пирите (до 0,1-0,5 %). В арсенопирите отдельные зоны могут быть обогащены золотом до 8 % (табл. 1). Предполагается развитие золото-серно-мышьяковых соединений, изоструктурных с арсенопиритом и Аспиритом. Отмечаются микро-наносамбли золота и других минералов (рис. 1). Пирит и арсенопирит являются главными сульфидными рудами и масштабы развития изоструктурного золота могут быть значительными. Такие руды обычно флотируют с последующим цианированием концентрата или огарков обжига.

Au-Bi-Te, висмут-теллуридный тип отличается развитием теллуридов и сульфотеллуридов исключительно висмута – пильзенит, хедлейит, цумонит, ингодит, сульфоцумонит, жозеит. В мезо-эпitherмальных условиях появляются Ag-Pb-Sb-сульфовисмутиды. Золото в виде микро-нановключений самородных частиц и мальдонита (Au_2Bi), образующих характерные ансамбли (рис. 2). В более низкотемпературных условиях появляются Au-Ag теллуриды: петцит ($AuAg_3Te_2$), калаверит ($AuTe_2$) (табл. 1). Теллуриды являются хрупкими и при дроблении обогащают мелкие фракции. Отличаются флотоактивностью и низкой скоростью растворения при цианировании.

Au-Ag-Se, сульфосолюно-селенидный тип. Характерны сульфосоли серебра: полибазит, пираргирит, стефанит, пирсеит и селениды серебра – науманнит, агвиларит. Золото в виде электрума ($AuAg$), кюстелита ($AuAg_3$), петровсканита ($AuAgS$) и фишессерита ($AuAg_3Se_2$) (табл. 1, рис. 3). За исключением ковких самородного серебра и акантита, остальные минералы серебра хрупкие, при дроблении становятся очень мелкими и не извлекаются отсадкой, но являются флотоактивными.

Au-Sb, антимонит-сульфоантимонидный тип. Широко распространен в таких месторождениях

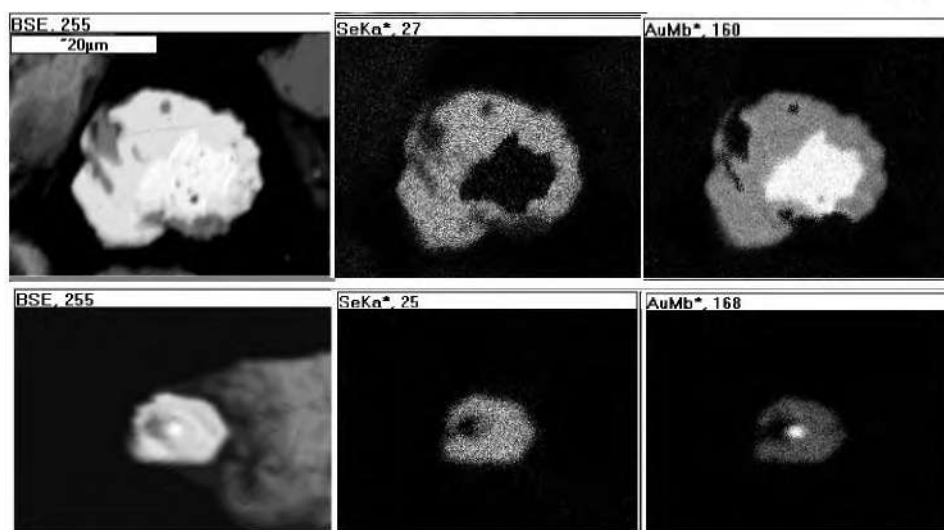


Рис. 3. Самородное золото в фишессерите. Au-Ag-Se тип. Снимки распределения элементов.

Западного Узбекистана, как Даугызтау, Амантайтау, Кокпатас, Гужумсай, Урталик, Зармитан. Антимонит является главным минералом этого типа руд, но в микро-наноминеральной форме широко распространены сульфоантимониды, преимущественно свинца: буланжерит, цинкениит, семсейит, джемсонит, бурнонит и др. Кроме самородного золота и электрума в антимоните, типоморфным минералом является $AuSb_2$ – ауростибит (рис. 4, табл. 1). Наиболее эффективным способом обработки Au-Sb руд является флотация с получением пиритного и сурьмяного концентратов.

Au-Hg, киноварный тип промышленного значения в Узбекистане не имеет, но проявлен в рудах в виде киновари, конгсбергита, ртутистого золота и др. (табл. 1). Отмечаются и отдельные рудопроявления киновари.

Выделенный ряд минерально-геохимических типов является стандартным для всех золоторудных

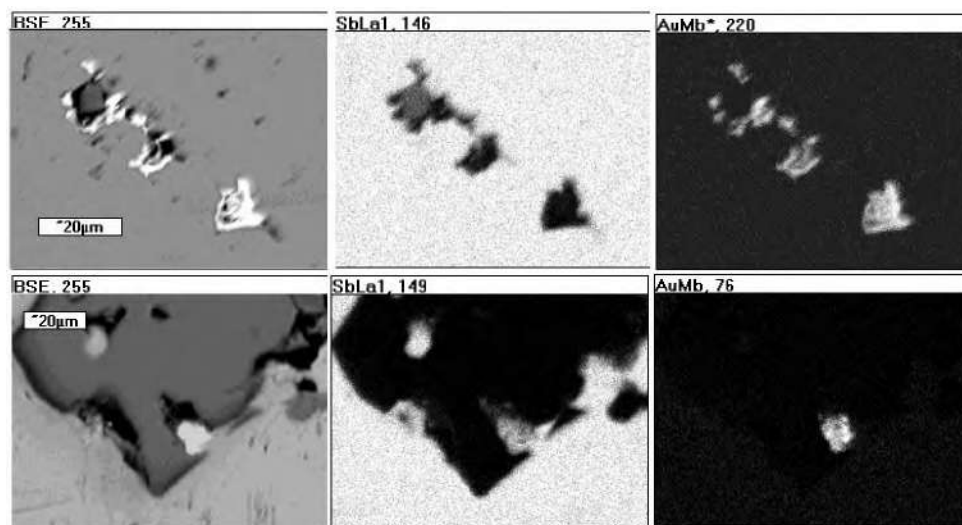


Рис. 4. Самородное золото в антимоните (I-ый ряд) и ауростибит в кристалле арсенопирита, заключенного в антимонит (II-ой ряд). Au-Sb тип. Снимки распределения элементов.

Таблица 2
Типы, вещественный состав руд золотых и золото-серебряных месторождений Западного Узбекистана

Месторождение, формация	Главные типы руд	Минералы		Соединения золота	Микро-наноминеральные ансамбли	Примечание
		нерудные	рудные			
Мурунтау Мюгөнбай Трипада Золото-кварцевая	Au-W, редкометаллический Au-As, арсенопирит- пиритовый, Au-Bi-Te, висмут- теллуридный	Кварц, альбит, микроклин, блотит, хлорит, ушастое вещество	Арсенопирит, пирит, шешлит, молибденит, ко- бальтин, герселор- фит, пирротин	Самородное (50)- 100(%) мальдонит (Au ₂ Bi), Fe(AuAsS)	Пильзенит, халцедит, инголит, думонит, жосенит, кобеллит, Густавит, матильдит и др. соединения Bi с Ag, Sb, Pb, Te, Se	Au-W, Au-As – основной объем рудных залежей. Au-Bi-Te – главный продуктивный
Амантайтау Дауыстау Кокпатас Золото-сульфидная	Au-As, пирит- арсенопиритовый, Au-Ag-Te, серебро- теллуридный Au-Sb, антимонит- сульфоантимонидный	Кварц, карбонат, хлорит, серулит, полевые шпаты, ушастое вещество	Пирит, арсенопи- рит, антимонит, тетраэдрит, гале- нит, герселорфит	Самородное, электрум (30-80%), пуростит (AuSb ₂), Fe(AuAsS), пещит (AuAg ₃ Te ₂)	Джемоснит, бурно- нит, булавжирит, цинкит, мизурит, андорит, халькопси- бит и др. соединения Sb с Pb, Fe, Ag, Cu, Se	Золото упорное. Флотация с раз- дельными парто- выми и антимонито- вым концентратами
Косманачи Высоковольтное Аджибууг Золото-серебряная	Au-As, пирит- арсенопиритовый, Au-Ag-Se, сульфосольно- селенный Au-Sb-антимонит- сульфоантимонидный	Кварц, карбонат, серулит, ортопнак, угли- стое вещество	Пирит, арсенопи- рит, галенит, халь- копирит, акантит, фрейбергит, герселорфит	Электрум, ксостепит (30-60%), летровескит (Au ₂ AgS), фиссесерит (Ag ₂ AuSb ₂)	Самородное серебро, фрейбергит, пироти- рит, полибазит, бу- лавжирит, бурнонит, науманит, агипарит, гессит и др. соедине- ниями Ag с Sb, Cu, Pb, Se, Te	Руды существенно серебряные, Au, Ag до 1.500. Селектив- ная флотация
Зармитан Урталик Гужумсай Золото-сульфидно- кварцевая	Au-W, редкометаллический Au-As, арсенопирит- пиритовый, Au-Bi-Te, висмут- теллуридный, Au-Sb, антимонит- сульфоантимонидный, Au-Ag-Se, сульфосольно- селенный	Кварц, карбонат, альбит, микро- клин, серицит, мусковит	Арсенопирит, пирит, шешлит, антимонит, халько- пирит, галенит, тетраэдрит, пель- лигит, герселорфит	Самородное, электрум (40- 100%), мальдонит (Au ₂ Bi), пуростит (AuSb ₂), пещит (AuAg ₃ Te ₂), Fe(AgAsS)	Пильзенит, халцедит, думонит, жосенит, кобеллит, густавит, булавжирит, джемоснит, бурнонит, мизурит, пиротиригит, науманит, гессит	Au-Bi-Te – глав- ный продуктивный Золотые и золото- серебряные руды

месторождений, но промышленный ресурс определяют от двух до пяти типов в зависимости от физико-химических условий рудообразования, элементов вертикальной и латеральной зональности, уровня эрозионного среза и т.д. Как правило, промышленные типы совмещаются в геологическом пространстве, с доминированием определенных из них в отдельных блоках (табл. 2). Эта особенность чрезвычайно затрудняет выбор оптимальной технологической схемы в целом для месторождения. В тоже время, телескопирование разных типов приводит к возрастанию концентрации золота до ураганых содержаний и увеличению количества минералов. Превышение их числа более 100 видов является индикатором крупных месторождений [9].

Прямыми признаками развития конкретного минерально-геохимического (технологического) типа являются соединения золота: Fe(AuAsS)-Au₂Bi-AuTe₂-AuAg₃Te₂-AuAgS-AuAg₃Se₂-AuSb₂-(AuAg)Hg, его микро-наноансамбли неповторяющихся минералов и геохимические ассоциации соответствующих элементов – As, Te, Se, Bi, Sb, Ag, Hg и др. [10].

Перечисленные наноминералогические особенности различных типов руд очевидно влияют на процессы обогащения и извлечения золота. Многие проблемы связаны с возрастающим значением в первичных сульфидных рудах наноминералов золота и различных соединений с Bi, Sb, As, Te, Se, S и др., влияние которых на технологические процессы изучено явно недостаточно.

Библиографический список

1. Richard J. Goldfarb, Ryan D. Taylor, Gregory S. Collins et al. Phanerozoic continental growth and gold metallogeny of Asia. – «Elsevier», 2013. - P. 1-55.
2. Конев Р.И., Халматов Р.А. Некоторые аспекты минералогии, геохимии и генезиса руд месторождений золота Узбекистана. – М.: «Руды и металлы», 2013, №2. - С. 32-38.
3. Зеленов В.И. Методика исследования золота и серебро-содержащих руд. - М.: Недра, 1989. - 302 с.
4. Изотко В.М. Технологическая минералогия и оценка руд. - СПб: Наука, 1997. - 582 с.
5. Наноминералогия. Ультра- и микро-дисперсное состояние минерального вещества - СПб: Наука, ред. Н.П. Юшкин и др. 2005. - 518 с.
6. Конев Р.И. Наноминералогия золота эпitherмальных месторождений Чаткало-Кураминского региона. - СПб: Дельта, 2006. - 218с.

7. Ревнищев В.И., Долиго-Добровольская Г.И., Владимиров П.С. Технологическая минералогия обломочных мелких частиц. - СПб: Наука, 1992. - 243 с.
8. Кременецкий А.А., Минцер Э.Ф. Универсальность золоторудных систем – ключевой критерий регионального прогноза промышленного оруденения. – М: «Отечественная геология», 1995, №1. - С. 19-27.
9. Томсон И.Н., Полякова О.П. Особенности локализации, строения и состава крупных и уникальных месторождений цветных и благородных металлов. - М: «Отечественная геология», 1994, №3. - С.24-30.
10. Конев Р.И., Халматов Р.А., Мун Ю.С. Наноминералогия и наногеохимия руд месторождений золота Узбекистана. – СПб.: «Записки РМО», 2010, №2. - С. 1-14.

УДК 622.235

© Заиров Ш.Ш., Шарипов З.С., Норматова М.Ж. 2017 г.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПЫЛЕГАЗОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА КАРЬЕРАХ

Заиров Ш.Ш., доцент кафедры «Горное дело» НГГИ, докт. техн. наук; Шарипов З.С., главный инженер рудника «Мурунтау» ЦРУ НГМК; Норматова М.Ж., старший преподаватель кафедры «Горное дело» НГГИ.

Portlovchi gazlarning qobiq orqali soapstok bilan va skvajinaning zaboy qismidan suv bilan o'tishida qobiqdan gazga qarab konvektiv issiqlik ajralishi va qobiq joylashgan joyida skvajina devorlarida partial bosim qismining yo'qolishi sodir bo'ladi. Issiqlikni yo'qotish hisobiga chang gazli bulut o'z energiyasining bir qismini yo'qotadi, bu uning ko'tarilish balandligini yo'qotishiga olib keladi, shu bilan birga uning karver tashqarisigi chiqib ketishini oldini oladi.

Tayanch iboralar: *chang-gaz ajralishi, portlatish ishlari, soapstok jinslari hossalari, skvajina, konvektiv issiqlik ajralish, chang-gazli bulut, ommaviy portlatish, portlatish metodi, gaz holdagi mahsulotlar, chegaraviy yo'l qo'yilgan norma.*

When passing explosive gases through the shell with water and soapstock in the charging part of the well occurs convective heat transfer from the gas to the shell and loss of partial pressure share at the borehole wall at the location of the shell. Due to the heat loss dust and gas cloud loses some of its energy, which leads to a reduction in the height of its rise and thus prevents its removal outside career space.

Key words: *dust and gas emission, blasting, rock properties soap stock, well, convective heat transfer, dust and gas cloud, massive explosions, blasting methods, gaseous products, limit.*

Интенсивность пылегазообразования при ведении буровзрывных работ на карьерах зависит от многих факторов, к основным из которых следует отнести: физико-механические свойства горных пород и их обводненность, способы бурения взрывных скважин, ассортимент применяемых взрывчатых веществ (ВВ), типы используемых забоечных материалов, методы взрывания (на подобранный откос уступа или в зажатой среде), время производства массового взрыва, метеоусловия на момент массового взрыва и др.

Мощные выбросы пыли происходят при массовых взрывах (100-250 т). Пылевое облако при массовом взрыве выбрасывается на высоту 150-300 м, в своем развитии оно может достигать высоты 16 км и распространяться по направлению ветра на значительные расстояния (10-14 км) [1].

В процессе взрывного превращения ВВ с выделением огромного количества тепла образуются ядовитые газообразные продукты. Если учесть, что при

взрыве 1 кг ВВ в среднем образуется 850-900 л газообразных продуктов, то примерно 5-10 % из них являются ядовитыми. Исследования показывают, что в результате взрывных работ на карьере Мурунтау в атмосферу выбрасывается до 913 т в год ядовитых газов: окиси углерода, окислов азота, сернистого ангидрида, сероводорода, паров ртути, углекислого газа и др.

Предельно допустимое содержание окиси углерода в рудничной атмосфере при длительном пребывании людей, не должно превышать 0,02 мг/л (0,0016 % к объему). Содержание окиси углерода в атмосфере в количестве 0,13 % по объему оказывает опасное влияние на организм человека при вдыхании ее в течение 0,5-1 ч, а содержание окиси углерода в количестве 0,42 % по объему смертельно, даже при очень непродолжительном вдыхании.

Окислы азота – газы еще более опасные, чем окись углерода. Содержание окислов азота в атмосфере

всего лишь 0,02 % смертельно для человека даже при кратковременном вдыхании. Предельно допустимая концентрация окислов азота – 0,005 mg/l или 0,0001 % по объему.

Содержание в атмосфере 0,03 % сернистого ангидрида и 0,05 % сероводорода опасно для жизни. Предельно допустимая концентрация сернистого ангидрида в атмосфере – 0,0007 %, а сероводорода – 0,00066 % по объему. Предельно допустимая концентрация паров ртути в атмосфере – 0,00001 mg/l.

В настоящее время постоянно проводится мониторинг атмосферного воздуха на загрязнение на границе санитарно-защитной зоны после проведения каждого массового взрыва в карьерах Навоийского горно-металлургического комбината. Кроме того, также проводятся исследования по определению удельных выбросов пыли и вредных газов после взрывов, расчету параметров пылегазового загрязнения атмосферы и разработке методов снижения концентрации пылегазовых выбросов.

Ранее проводились исследования, результаты которых изложены в работах [1-3], но сейчас они не могут в полной мере быть объективными, т.к. карьеры значительно углубились, в результате чего изменился состав горных пород, геологические и гидрогеологические характеристики месторождений. Кроме того, появились новые типы эмульсионных ВВ, которые используются с различными удельными расходами и разработаны новые системы инициирования зарядов, что совокупно изменяет параметры пылегазового облака.

Объем газов, образующихся при взрыве 1 kg ВВ, рекомендуется определять по формуле [2]:

$$V_0 = \frac{22,42(n_1 + n_2 + \dots + n_k)}{m_1 M_1 + m_2 M_2 + \dots + m_n M_n}, \text{ м}^3/\text{kg}. \quad (1)$$

где n – число молей газообразных продуктов взрыва; m – число молей составных частей, ВВ; M – относительная молекулярная масса составных частей ВВ.

При постоянном давлении и любой температуре газов:

$$V_1 = V_0 \left(1 + \frac{T_1}{273} \right), \text{ м}^3/\text{kg}. \quad (2)$$

где T_1 – температура газов взрыва, °C.

Давление газов взрыва в скважине определяют по выражению:

$$p = \frac{p_0 V_0 T}{273V}, \text{ МПа}. \quad (3)$$

где p_0 и V^0 – при нулевой температуре, соответственно, атмосферное давление, равное 0,1 МПа, и объем газов ВВ (м^3) при этом давлении; T – температура взрыва, считая от абсолютного нуля, К; V – объем скважины, м^3 ; $T = T_0 + 273$ К (T_0 – температура газов взрыва по Цельсию).

При плотности заряжения ВВ, равной 0,5-1,0 $\text{t}/\text{м}^3$, большую роль играет коэфф. α , учитывающий собственный объем молекул. В связи с этим, формула (3) примет следующий вид:

$$p = \frac{p_0 V_0 T}{273(V - \alpha)}, \text{ МПа}. \quad (4)$$

Если объем зарядной камеры заменить плотностью заряжения ВВ ($\Delta = M/V$), тогда при $M=1$ (единичная масса), получим уравнение для расчета давления газов взрыва:

$$p = \frac{p_0 V_0 T}{273 \left(\frac{1}{\Delta} - \alpha \right)} = \frac{p_0 V_0 T \Delta}{273(V - \alpha \Delta)}, \text{ МПа}. \quad (5)$$

В результате проведенных исследований разработан способ повышения эффективности пылеподавления и увеличения коэффициента полезного действия энергии ВВ при массовых взрывах на карьерах, включающем заполнение каждой скважины зарядом ВВ и размещение в ней герметичной оболочки, заполненной соапстоком (отходом масложирового комбината) и водой в соотношении 50:50. Герметичную оболочку с соапстоком и водой размещают в забоечной части скважины. Соапсток с водой передает в качестве рабочего тела свою долю парциального давления на стенки скважины в месте расположения оболочки. Тем самым усиливается запирающий эффект на пути вылета продуктов детонации ВВ из скважины и, следовательно, большая доля энергии взрыва расходуется на полезную работу разрушения породного массива. В результате коагуляции из пылевого облака в разработанном способе происходит выпадение укрупненных частиц пыли, связанных между собой поверхностными силами смачивающего соапстока с водой. Освобожденное от пыли облако не загрязняет окружающую территорию. Одновременно с осаждением пыли достигается дополнительный эффект нейтрализации ядовитых газов, образующихся при взрыве. Ядовитые газы типа оксидов азота (NO_x) и окиси углерода (CO) вступают в химическую реакцию с соапстоком и водой с образованием жидкой фазы кислоты, которая также осаждается в месте взрыва. Тем самым предотвращается попадание ядовитых газов в окружающую атмосферу и исключаются кислотные дожди.

Температура газов после прохождения через оболочку с соапстоком и водой определяется по формуле [4]:

$$T_1 = T_{1\phi} - (T_{1\phi} - T_0) \exp\left(-\frac{3\alpha \cdot t}{r_0 \rho_0 C_0}\right), \text{ К}, \quad (6)$$

где $T_{1\phi}$ – температура газовой фазы после взрыва, К; T_0 – температура твердой фазы, К; α – коэффициент теплоотдачи, $\text{W}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; t – время контакта газа с забойкой, с; r_0 – радиус оболочки с соапстоком и водой, м; ρ_0 – плотность раствора соапстока с водой в оболочке, $\text{kg}/\text{м}^3$; C_0 – теплоемкость соапстока с водой в оболочке, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{К})$.

Тепловые потери, затраченные на нагрев забоечной части скважины, определяются по формуле:

$$Q_{\text{т.п.}} = m_0 C_0 (T_1 - T_0), \text{ J}, \quad (7)$$

где m_0 – масса оболочки с соапстоком и водой, kg.

Массу пыли, выделяемую из блока при взрыве одной скважины, можно рассчитать по формуле:

$$m_n = \rho_{z.n} V_{bn} \left(1 - \frac{1}{k_p^2}\right) \frac{d_n}{d_{cp}}, \text{ kg.} \quad (8)$$

где $\rho_{z.n}$ – плотность горных пород, kg/m³, V_{bn} – объем взрываемого блока, m³, k_p – коэффициент разрыхления горных пород, d_n – средний размер пылинок, m; d_{cp} – средний размер кусков горных пород во взрывном блоке, m.

Таким образом, установлено, что при прохождении взрывных газов через оболочку с соапстоком и водой в забоечной части скважины происходит конвективная теплоотдача от газа оболочке и потеря доли парциального давления на стенки скважины в месте расположения оболочки. За счет потери тепла пылегазовое облако теряет часть своей энергии, что ведет к снижению высоты его подъема и, тем самым, предотвращается вынос его за пределы карьерного пространства.

Библиографический список

1. Сытёнков В.Н. Управление пылегазовым режимом глубоких карьеров. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2003. – 288 с.
2. Шеметов П.А., Норов Ю.Д. Буровзрывные работы. Учебное пособие. Навои, 2005. – 207 с.
3. Мальгин О.Н., Рубцов С.К., Шеметов П.А., Шлыков А.Г. Совершенствование технологических процессов буровзрывных работ на открытых горных работах. – Монография. – Ташкент: «Фан», 2003. – 199 с.
4. Тыщук В.Ю. Аналитическое определение параметров и исследование способа и средства пылегазоподавления при массовых взрывах в карьерах // Вісник КДПУ. – Випуск 1/2007. Частина 1. – С. 98-101.

УДК 622.271:622.277.6(047.31)

© Шарипов З.С., Мислибаев И.Т. Райимов С.С. 2017 г.

МЕТОДИКА ИНЖЕНЕРНОГО РАСЧЁТА ЭФФЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ЗОНЕ ОСЛАБЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ МАССИВА ПРИ МАССОВЫХ ВЗРЫВАХ

Шарипов З.С., главный инженер рудника «Мурунтау» ЦРУ НГМК; Мислибаев И.Т., доц. кафедры «Горное дело» НГГИ, докт. техн. наук; Райимов С.С., зам. главного инженера по горным работам рудника «Мурунтау» ЦРУ НГМК.

Maqolada turlı balandlıkdagi pog'onaning va skvajinalı zaryadlar zabykalari tuzilishini hisobga oluvchi, koeffitsientning solishtırma sarfsiga bog'liq bo'lgan kon massivi zonasi mustahkamligi zaiflashishishi o'Ichamining o'zgarish darajasi qonuniyatları keltirilgan.

Tayanch iboralar: muhandislik xisob-kitob metodikasi, burg'ulab portlatishning samaradorlik parametrlari, tog' massasining qattıqlıgi kamayish maydoni, ommaviy portlatish, portlovchi moddaning solishtırma sarfi, zaboyka konstruksiyasi, skvajinalı zaryad, portlovchi modda, pog'ona balandlıgi, massivning fizik-maxanik va kon-texnologik parametrlari.

The article provides power-law patterns of size change of the zones of the strength weakening of the rock massif, depending on the specific charge ratio, taking into account the stemming structure of downhole explosive charges in different cutting depth.

Key words: methods of engineering calculation, effective parameters of drilling and blasting operations, zone of the strength weakening of the rock massif, mass explosion, specific consumption of explosives, stemming structure, downhole charge, explosives, cutting depth, physical and mechanical and mining and processing parameters of massif.

Широкий диапазон изменения физико-механических и горно-технологических свойств разрабатываемых месторождений требует индивидуального подхода к выбору эффективных параметров БВР в зоне ослабления прочности в глубине горного массива при массовых взрывах на карьерах. В первую очередь это касается подготовки горных пород к выемке взрывным способом [1, 2].

Первая серия опытно-промышленных испытаний по определению размеров зон ослабления прочности в глубине горного массива в зависимости от технологических параметров БВР проведена на неглубоких карьерах Знадинского месторождения ГАЖДК «Ўзбекистон темир йўллари» в различных по трещиноватости горных породах.

Основные характеристики горных пород по степени взрываемости на неглубоких карьерах
Зиадинского месторождения

Таблица 1

Категория	Степень взрываемости	Величина расчетного расхода ВВ, kg/m ³ , фракций +500	Горная порода и их характеристики			
			Породы	Категория трещиноватости	Коэффициент крепости, f	Объемный вес породы, t/m ³
II	Средневзрываемые	0,35-0,6	Известняк	II – III	5-7	2,5-2,6
III	Трудновзрываемые	0,6-0,9	Граносиениты	III- IV	8-10	2,7
IV	Весьма трудно-взрываемые	0,9-1,1	Гранит	IV	10-12	2,8-3,0

К технологическим параметрам БВР относятся: диаметр скважины, плотность заряжения промышленных ВВ, коэффициент, учитывающий конструкцию забойки, коэффициент, учитывающий степень взрываемости массива горных пород.

К промышленным испытаниям подвергались известняк, граносиенит и гранит, относящиеся соответственно, к II, III и IV категориям по степени взрываемости – средневзрываемым, трудновзрываемым и весьма трудновзрываемым породам (табл. 1).

На взрываемом блоке размещались скважинные заряды ВВ по типовому проекту данного рудника. Взрывные скважины бурились буровыми станками шарошечного бурения марок СБШ-200 и СБШ-250 диаметром 215 и 250 мм. При этом высота уступа составляла 10-20 м. Для взрывания горных пород использовались промышленные ВВ, выпускаемые на заводах Республики Узбекистан, основные детонационные и энергетические характеристики которых приведены в работах [3-5]. Плотность заряжения промышленных ВВ в скважинных зарядах составляла 0,8-1,6 t/m³.

В качестве забойки скважинных зарядов ВВ использовались следующие типы: активная, компенсационная и пассивная. При этом учитывался коэффициент конструкции забойки скважинного заряда ВВ, равный 0,6-0,9 – отношение размеров зон ослабления прочности горных пород при применении пассивной и активной забоек.

Экспериментальные исследования проводились в породах I, II, III категории трещиноватости на основе ведения их коэффициента (k_f=1-1,2), зависящего от объемного веса взрывааемых горных пород.

Также экспериментальные исследования проводились на горных породах II, III, IV категорий по их взрываемости, основные физико-механические, горно-технологические свойства и классификации пород месторождений по трещиноватости и взрываемости которых приведены в табл. 1.

Размеры зон ослабления прочности горного массива устанавливались после каждой серии взрывов скважинных зарядов ВВ по переработке подошвы уступа, определяемых маркшейдерскими замерами по методикам [6, 7].

Обработка результатов экспериментальных исследований по определению размеров зоны ослабления

прочности горного массива при массовых взрывах производились по методикам [8-10]. При этом необходимое число экспериментов устанавливалось статистическим путем по величине коэффициента вариации K_{вар}, допускаемой ошибки K_{ооп} и задаваемой надежности P. Число экспериментов определялось по формуле:

$$n = t^2 \frac{K_{вар}^2}{K_{ооп}^2}, \quad (1)$$

где t – нормированное отклонение, зависящее от задаваемой надежности P.

Для научно-исследовательских работ рекомендуется значения P=0,9, K_{ооп}=5-10 %. Величина K_{вар} устанавливается путем статистической обработки экспериментальных данных по формуле:

$$K_{вар} = \frac{\sigma}{M} 100\%, \quad (2)$$

где σ – среднее квадратичное отклонение; M – математическое ожидание результатов измерения,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - M)^2}{n - 1}}, \quad M = \frac{\sum X_i}{n}, \quad (3)$$

X_i – отдельные результаты измерения; n – число экспериментов.

При значении коэффициента вариации K_{вар}, лежащих в пределах K_{ооп}=5-10 %, получены значения n=3-4 – число экспериментов для каждой точки наблюдения.

Исследование изменения размеров зон ослабления прочности горного массива при малой высоте уступа в зависимости от технологических параметров БВР. Опытно-промышленными испытаниями исследовано изменение размеров зон ослабления прочности горного массива при малой высоте уступа в зависимости от технологических параметров БВР (диаметр скважины, плотность заряжения ВВ, коэффициент, учитывающий конструкцию забойки, коэффициент, учитывающий степени взрываемости) в различных по трещиноватости массивах горных пород в условиях карьера Зиадинского месторождения ГАЖДК «Узбекистон темир йўллари».

Исследованиями установлены размеры зон ослабления прочности горного массива в зависимости от плотности заряжения промышленных ВВ при различных категориях по степени

взрываемости горных пород. Полученные зависимости характеризуются степенной зависимостью с показателем равным 1/2, результаты которых приведены на рис. 1.

Полученные зависимости показывают, что с увеличением плотности заряжения промышленных ВВ от 800 до 1500 kg/m^3 размеры зон ослабления прочности горного массива увеличиваются, при:

– II категории по взрываемости горных пород – от 6,1 до 8,6 м;

– III категории по взрываемости горных пород – от 5,9 до 8,3 м;

– IV категории по взрываемости горных пород – от 5,6 до 8,0 м.

Дальнейшее увеличение плотности заряжения ВВ (более 1,5 kg/m^3) сопровождается увеличением размеров зон ослабления прочности горного массива. Исследованиями также установлено, что при увеличении категории горных пород по их взрываемости размеры зон ослабления прочности горного массива уменьшается.

Установлены степенные зависимости с показателем 1/2 размеров зон ослабления прочности горного массива в зависимости от диаметра взрывных скважин при различных категориях горных пород по их взрываемости, результаты которых приведены на рис. 2.

Полученные зависимости показывают, что с увеличением диаметра взрывных скважин от 0,215 до 0,250 м размеры зон ослабления прочности горного массива увеличиваются, при:

– II категории взрываемости пород – от 7,2 до 8,3 м;

– III категории взрываемости пород – от 6,9 до 8,0 м;

– IV категории взрываемости пород – от 6,7 до 7,8 м.

Дальнейшее увеличение диаметра взрывных скважин (более 0,250 м) сопровождается увеличением размеров зон ослабления прочности горного массива.

Установлены линейные зависимости изменения размеров зон ослабления прочности горного массива в зависимости от коэффициента, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда ВВ при различных категориях горных пород по их взрываемости, результаты которых приведены на рис. 3.

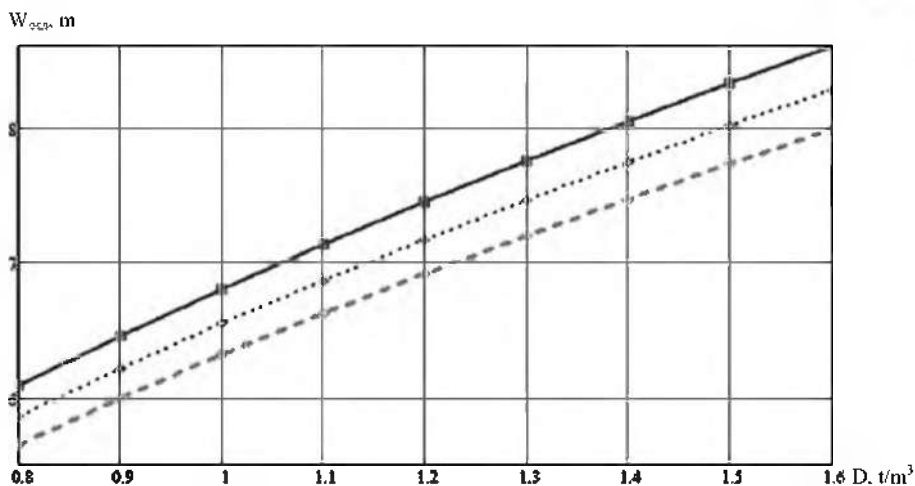


Рис. 1. Изменение размеров зон ослабления прочности горного массива ($W_{осл}$) в зависимости от плотности заряжения ВВ (Δ) при различных категориях пород по их взрываемости: δ – II категория ($\gamma=2500 \text{ kg/m}^3$); \square – III категория ($\gamma=2700 \text{ kg/m}^3$); \circ – IV категория ($\gamma=2900 \text{ kg/m}^3$).

Полученные зависимости показывают, что с увеличением коэффициента, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда промышленных ВВ, от 0,6 до 0,9 размеры зон ослабления прочности горного массива увеличиваются, при:

– II категории по взрываемости породы – от 5,7 до 8,5 м;

– III категории по взрываемости породы – от 5,5 до 8,2 м;

– IV категории по взрываемости породы – от 5,3 до 7,9 м.

Дальнейшее увеличение коэффициента, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда ВВ (более 0,9), сопровождается увеличением размеров зон ослабления прочности горного массива.

Установлены линейные зависимости размеров зон ослабления прочности горного массива в зависимости от коэффициента трещиноватости горных пород при различных категориях взрываемости, результаты которых приведены на рис. 4.

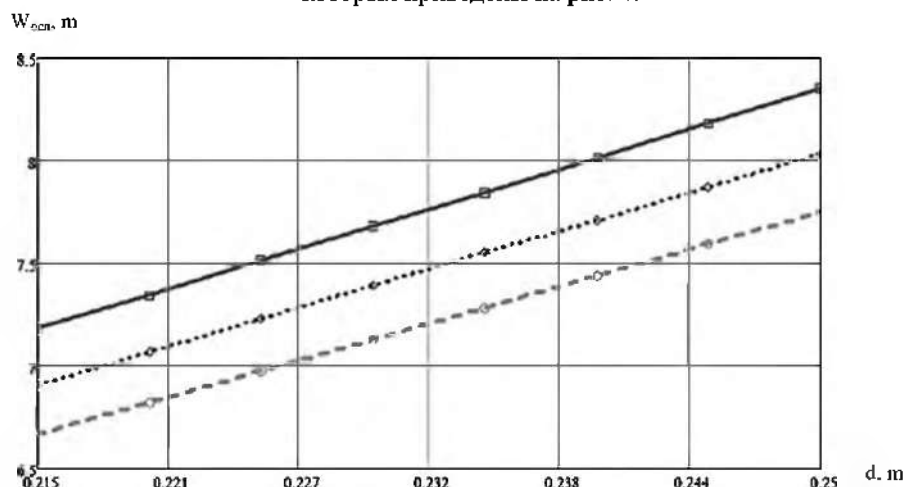


Рис. 2. Изменение размеров зон ослабления прочности горного массива ($W_{осл}$) в зависимости от диаметра взрывных скважин (d) при различных категориях горных пород по взрываемости: δ – II категория ($\gamma=2500 \text{ kg/m}^3$); \square – III категория ($\gamma=2700 \text{ kg/m}^3$); \circ – IV категория ($\gamma=2900 \text{ kg/m}^3$).

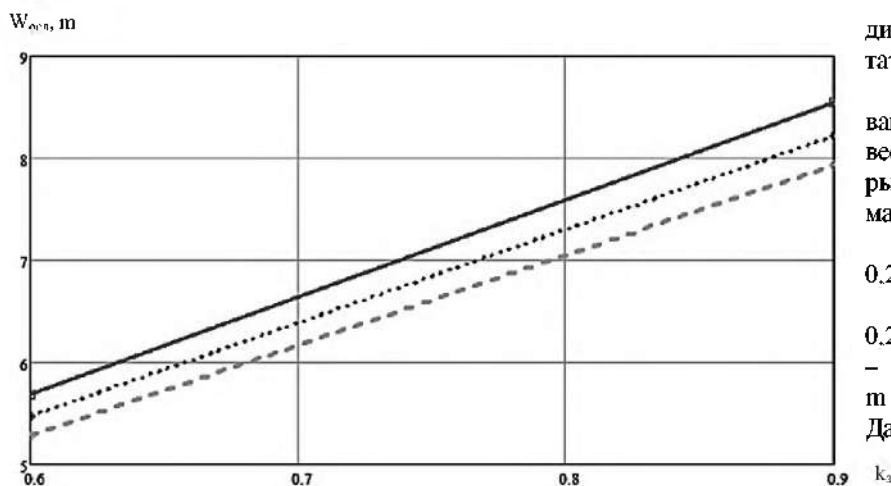


Рис. 3. Изменение зон ослабления прочности горного массива ($W_{осл}$) в зависимости от коэффициента, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда ВВ (k_3) при различных категориях горных пород по взрываемости: δ – II категория ($\gamma=2500$ kg/m^3); a – III категория ($\gamma=2700$ kg/m^3); o – IV категория ($\gamma=2900$ kg/m^3).

Полученные зависимости показывают, что с увеличением коэффициента трещиноватости горных пород от 1,0 до 1,2 размеры зон ослабления прочности горного массива увеличиваются, при:

- II категории по взрываемости породы – от 7,2 до 8,7 м;
- III категории по взрываемости породы – от 6,9 до 8,3 м;
- IV категории по взрываемости породы – от 6,7 до 8,1 м.

Дальнейшее увеличение коэффициента трещиноватости горных пород (более 1,2) сопровождается увеличением размеров зон ослабления прочности горного массива.

Установлены гиперболические зависимости изменения размеров зон ослабления прочности горного массива от объемного веса породы при различном

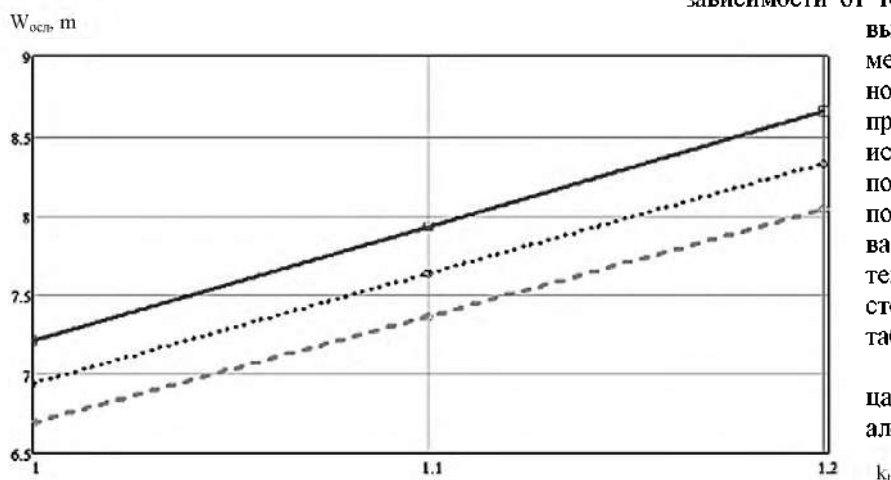


Рис. 4. Изменение зон ослабления прочности горного массива ($W_{осл}$) в зависимости от коэффициента трещиноватости горных пород (k_1) при различных категориях горных пород по взрываемости: δ – II категория ($\gamma=2500$ kg/m^3); a – III категория ($\gamma=2700$ kg/m^3); o – IV категория ($\gamma=2900$ kg/m^3).

диаметре взрывных скважин, результаты которых приведены на рис. 5.

Полученные зависимости показывают, что с увеличением объемного веса породы от 2,5 до 2,8 t/m^3 размеры зон ослабления прочности горного массива уменьшаются, при:

- диаметре взрывных скважин 0,215 м – от 7,2 до 6,8 м;
- диаметре взрывных скважин 0,235 м – от 7,8 до 7,4 м;
- диаметре взрывных скважин 0,250 м – от 8,3 до 7,9 м.

Дальнейшее увеличение объемного веса взрываеваемой горной породы (более 2,8 t/m^3) сопровождается уменьшением размеров зон ослабления прочности горного массива.

В результате статистической обработки проведенных исследований по определению размеров зон ослабления прочности горного массива в зависимости от технологических параметров ББР в различных по трещиноватости массивах горных пород, приведенных на рис. 1-5, разработана формула их расчета:

$$W_{осл} = 2000 k_1 k_3 d \sqrt{\frac{\Delta}{\gamma}} \quad (4)$$

где k_1 – коэффициент трещиноватости горных пород; d – диаметр взрывных скважин, м; Δ – плотность заряжения, kg/m^3 ; γ – объемный вес породы, kg/m^3 ; k_3 – коэффициент, учитывающий конструкцию забойки скважинного заряда ВВ.

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет 0,90±0,015.

Исследование изменения размеров зон ослабления прочности горного массива на высоких уступах в зависимости от технологических параметров ББР и высоты уступа. Для определения размеров зон ослабления прочности горного массива на высоких уступах проводились опытно-промышленные исследования на карьере Мурунтау в породах с категорией крепости $f=8-12$ по шкале проф. М.М. Протодяконова. Физико-механические и горно-технологические свойства пород месторождения Мурунтау приведены в табл. 2.

Испытания проводились в сланцах кварц-слюдистых до кварцитов, алевролитах углеродистых с плотностью 2,65-2,70 t/m^3 , коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протодяконова $f=10-12$. Взрываеваемые горные породы относятся к среднетрещинова-

тым, категория пород по степени взрываемости относятся к III классу – трудновзрываемым.

На карьере Мурунтау встречаются кварциты, роговики, алевролиты окварцованные, переслаивание алевролитов, углисто-слоистые и слоисто-кварцевые сланцы с плотностью 2,65-2,75 т/м³, коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протоdjяконова f>12. Взрываемые горные породы относятся к малотрещиноватым, категория пород по степени взрываемости относятся к IV классу – весьма трудновзрываемым.

Опытно-промышленными испытаниями определены размеры зон ослабления прочности горного массива на высоких уступах в глубоких карьерах в зависимости от технологических параметров БВР (количества ВВ, размещенной в 1 м скважины, диаметра скважины, плотности заряжания, расхода промышленных ВВ, коэффициента, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда ВВ, глубины скважины), высоты уступа и коэффициента трещиноватости массива горных пород.

Установлены степенные зависимости с показателем 1/2 изменения размеров зон ослабления прочности массива горных пород в зависимости от расхода промышленных ВВ при различной высоте уступа, результаты которых приведены на рис. 6.

Полученные зависимости показывают, что с увеличением расхода ВВ от 0,9 до 1,2 кг/м³ размеры зон

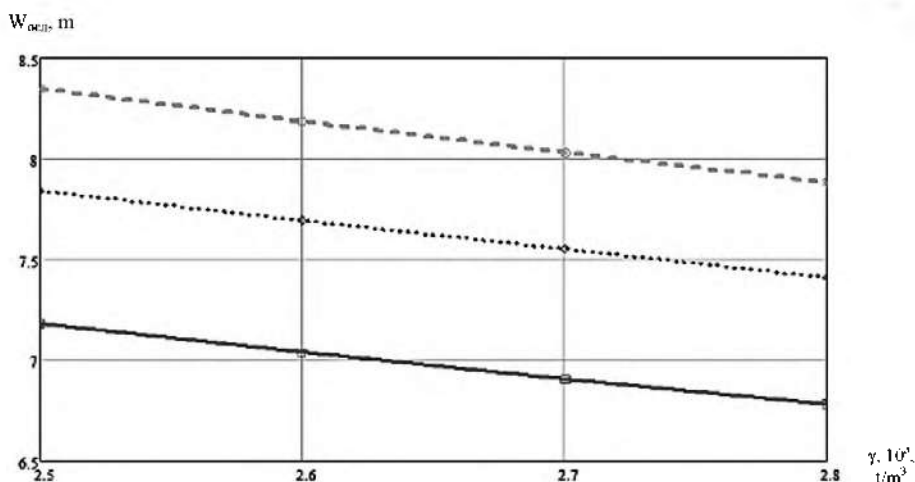


Рис. 5. Изменение размеров зон ослабления прочности горного массива ($W_{осл}$) в зависимости от объемного веса породы (γ) при различном диаметре взрывных скважин (d): $\delta - d=0,215$ м, $а - d=0,235$ м, $о - d=0,250$ м.

ослабления прочности горного массива увеличиваются при:

- высоте уступа 15 м – от 7,3 до 8,5 м;
- высоте уступа 18 м – от 8,0 до 9,3 м;
- высоте уступа 20 м – от 8,5 до 9,8 м.

Исследованиями установлено, что дальнейшее увеличение расхода ВВ (более 1,2 кг/м³) сопровождается увеличением размеров зон ослабления прочности горного массива. Установлено, что при увеличении высоты уступа зона ослабления прочности горного массива увеличивается.

Установлены линейные зависимости изменения размеров зон ослабления прочности горного массива в зависимости от коэффициента, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда ВВ при различном коэффициенте трещиноватости массива горных пород, результаты которых приведены на рис. 7.

Физико-механические и горно-технологические свойства горных пород месторождения Мурунтау

Таблица 2

Лито-логические разности пород	Плотность породы, т/м ³	Прочность, МПа			Коэф. крепости, f	Скорость волны, км/с		Коэф. Пуассона, μ	Модуль Юнга, Е10 ⁴ , МПа	Трещиноватость, блочность	Категория пород по взрываемости	Средний размер отдельностей в массиве, мм
		сжатие	растяж.	сдвиг		продольных	поперечных					
Сланцы углесто-слоистые, сланцы кварц-слоистые с прослойками углестых сланцев	2,60-2,70	70-90	5,5-7,2	11,3-12,4	6-8	2,8-4,7	1,7-2,8	0,22	2,3	Весьма сильно-трещиноватые (мелкоблочные)	Легко-взрываемые I	155
Сланцы кварц-слоистые метасоматические измененные, алевролиты	2,65-2,70	90-110	6,8-7,8	12,3-13,2	8-10	3,7-5,4	2,2-3,1	0,24	3,2	Сильно-трещиноватые (среднеблочные)	Средне-взрываемые II	300
Сланцы кварц-слоистые до кварцитов, алевролиты углеродистые	2,65-2,70	110-130	7,5-9,2	13,0-16,2	10-12	4,7-5,8	2,65-3,20	0,27	4,6	Средне-трещиноватые (крупноблочные)	Трудно-взрываемые III	500
Кварциты, роговики, алевролиты окварцованные, переслаивание алевролитов, углесто-слоистые и слоисто-кварцевых сланцев	2,65-2,75	>130	8,4-10,6	15,2-17,00	>12	5,1-5,9	3,1-3,45	0,29	4,65	Мало-трещиноватые (весьма крупно-блочные)	Весьма трудно-взрываемые IV	825

$W_{осл}$, м

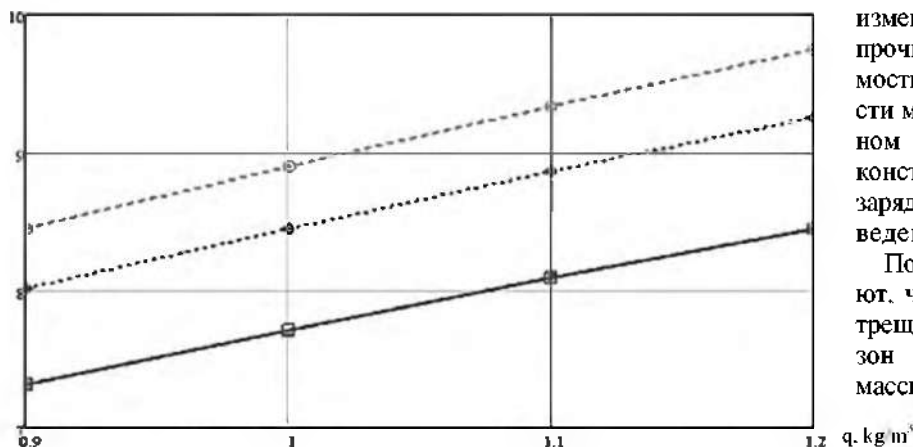


Рис. 6. Изменение размеров зон ослабления прочности горного массива ($W_{осл}$) в зависимости от расхода ВВ (q) при различной высоте уступа (H_y): δ – $H_y=15$ м, a – $H_y=18$ м, o – $H_y=20$ м.

Полученные зависимости показывают, что с увеличением коэффициента, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда ВВ, от 0.8 до 1.0 размеры зон ослабления прочности горного массива увеличиваются при:

- коэффициенте трещиноватости горных пород 1 – от 8.5 до 10.6 м;
- коэффициенте трещиноватости горных пород 1.1 – от 9.3 до 11.6 м;
- коэффициенте трещиноватости горных пород 1.2 – от 10.1 до 12.7 м.

Исследованиями установлено, что дальнейшее увеличение коэффициента, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда ВВ (более 1.0), сопровождается увеличением размеров зон ослабления прочности горного массива.

$W_{осл}$, м

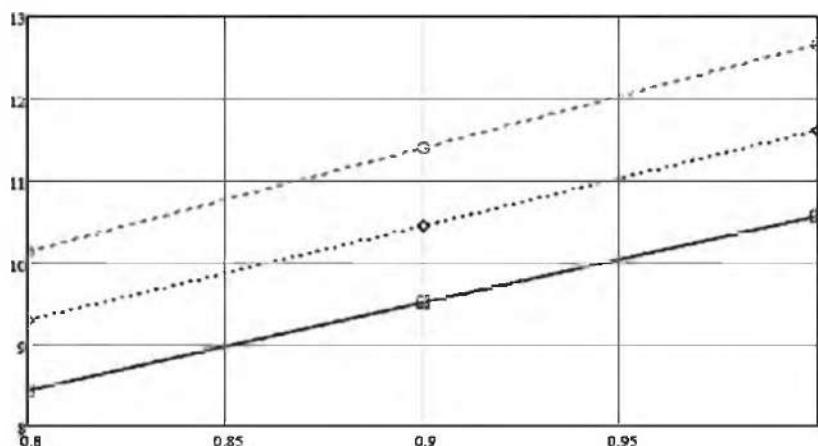


Рис. 7. Изменение размеров зон ослабления прочности горного массива ($W_{осл}$) в зависимости от коэффициента, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда ВВ (k_3) при различном коэффициенте трещиноватости горных пород (k_r): δ – $k_r=1$, a – $k_r=1.1$, o – $k_r=1.2$.

Установлены линейные зависимости изменения размеров зон ослабления прочности горного массива в зависимости от коэффициента трещиноватости массива горных пород при различном коэффициенте, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда ВВ, результаты которых приведены на рис. 8.

Полученные зависимости показывают, что с увеличением коэффициента трещиноватости от 1.0 до 1.2 размеры зон ослабления прочности горного массива увеличиваются при:

- коэффициенте, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда ВВ, равном 0.8 – от 8.5 до 10.1 м;
- коэффициенте, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда ВВ, равном 0.9 – от 9.5 до 11.4 м;
- коэффициенте, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда ВВ, равном 1.0 – от 10.6 до 12.7 м.

Исследованиями также установлено, что дальнейшее увеличение коэффициента трещиноватости массива горных пород (более 1.2) сопровождается увеличением размеров зон ослабления прочности массива.

Установлены степенные зависимости с показателем $3/2$ изменения размеров зон ослабления прочности горного массива в зависимости от глубины взрывных скважин при различном коэффициенте трещиноватости горных пород, результаты которых приведены на рис. 9.

Полученные зависимости показывают, что с увеличением глубины взрывных скважин от 22 до 25 м размеры зон ослабления прочности массива увеличиваются при:

- коэффициенте трещиноватости горных пород 1 – от 8.8 до 10.6 м;
- коэффициенте трещиноватости горных пород 1.1 – от 9.7 до 11.7 м;
- коэффициенте трещиноватости горных пород 1.2 – от 10.5 до 12.8 м.

Дальнейшее увеличение глубины скважины (более 25 м) сопровождается увеличением размеров зон ослабления прочности горного массива.

Установлены степенные зависимости с показателем $1/2$ изменения размеров зон ослабления прочности массива в зависимости от высоты уступа при различном коэффициенте трещиноватости горных пород, результаты которых приведены на рис. 10.

Полученные зависимости показывают, что с увеличением вы-

соты уступа от 15 до 20 м размеры зон ослабления прочности массива увеличиваются при:

– коэффициенте трещиноватости горных пород 1 – от 8,1 до 9,4 м;

– коэффициенте трещиноватости горных пород 1.1 – от 8,9 до 10,3 м;

– коэффициенте трещиноватости горных пород 1.2 – от 9,8 до 11,3 м.

Дальнейшее увеличение высоты уступа (более 20 м) сопровождается увеличением размеров зон ослабления прочности горного массива.

В результате проведенных исследований разработана формула расчета размеров зон ослабления прочности горного массива в зависимости от технологических параметров БВР и высоты уступа при различных коэффициентах трещиноватости массива горных пород: м.

$$W_{осл} = \frac{k_r k_s m q h l^2}{30 \sqrt{0,56 \rho^2 + 4 m \rho q H l}} \quad (5)$$

где ρ – количество БВ, размещенное в 1 м скважины, кг, $\rho = 7,85 d^2 \Delta$, кг; d – диаметр скважины, дм; Δ – плотность заряжения, кг/дм³; q – удельный расход БВ, кг/дм³; H – высота уступа, м; l – глубина скважины, м; k_r – коэффициент трещиноватости горных пород; k_s – коэффициент, учитывающий конструкцию забойки скважинного заряда БВ.

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет $0,92 \pm 0,015$.

Размеры зон ослабления прочности массива в различных категориях по степени взрываемости горных пород зависят от плотности заряжения БВ и диаметра взрывных скважин. Установлены линейные зависимости изменения размеров зон ослабления прочности горного массива в зависимости от коэффициента, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда БВ и трещиноватость массива при различных категориях горных пород по их взрываемости.

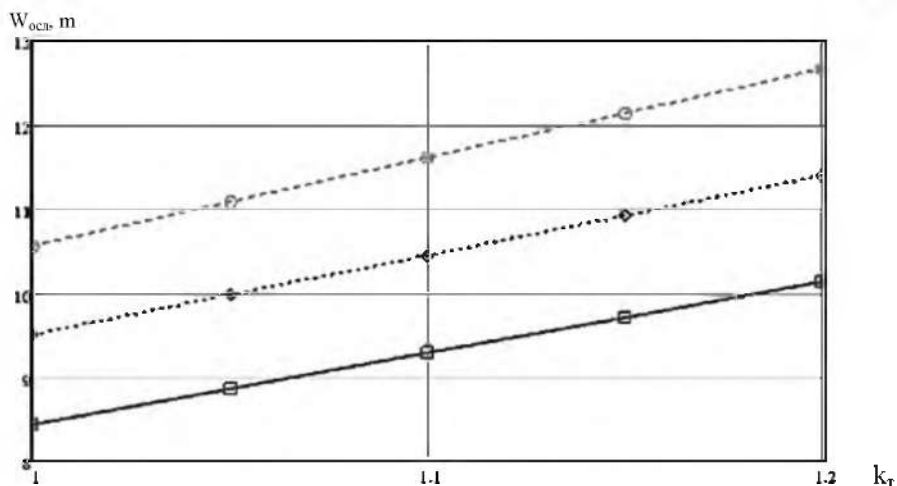


Рис. 8. Изменение размеров зон ослабления прочности массива ($W_{осл}$) в зависимости от коэффициента трещиноватости горных пород (k_r) при различном коэффициенте, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда БВ (k_s): $\delta - k_s=0,8$, $\Delta - k_s=0,9$, $o - k_s=1,0$.

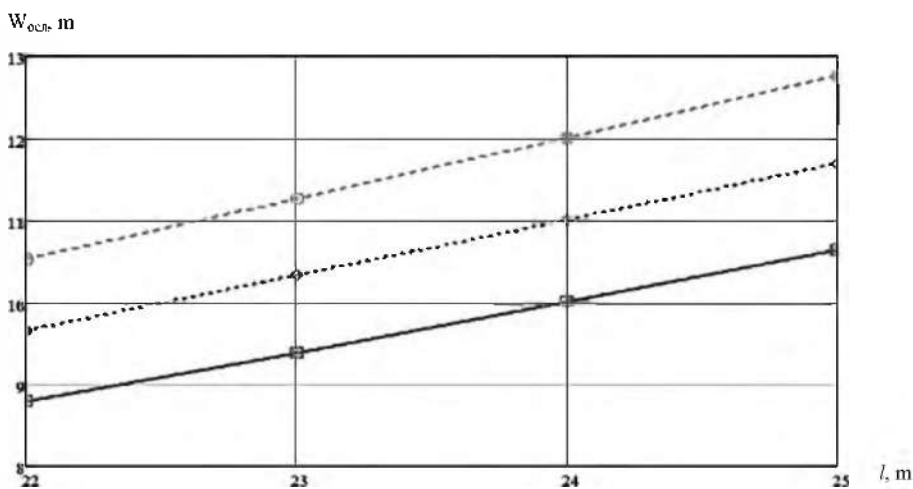


Рис. 9. Изменение размеров зон ослабления ($W_{осл}$) массива прочности в зависимости от глубины взрывных скважин (l) при различном коэффициенте трещиноватости горных пород (k_r). $\delta - k_r=1$, $\Delta - k_r=1,1$, $o - k_r=1,2$.

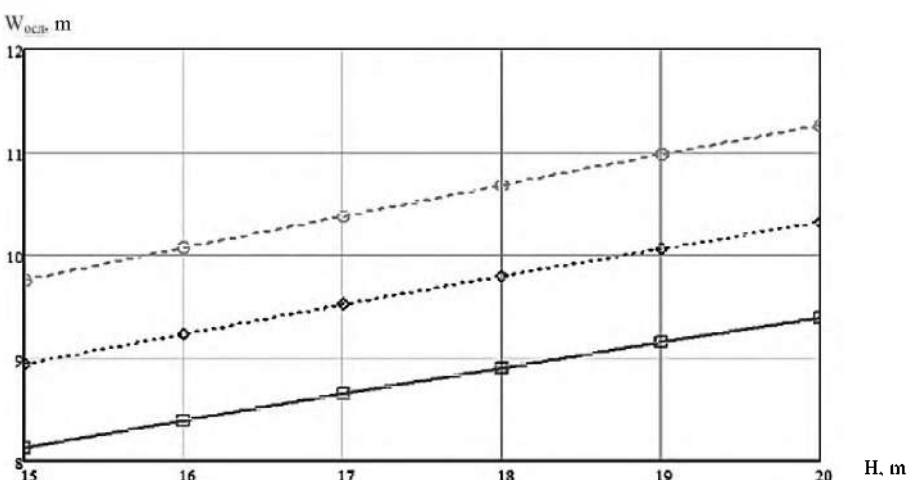


Рис. 10. Изменение размеров зон ослабления прочности горного массива ($W_{осл}$) в зависимости от высота уступа при различном коэффициенте трещиноватости горных пород (k_r). $\delta - k_r=1$, $\Delta - k_r=1,1$, $o - k_r=1,2$.

Определены изменения размеров зон ослабления прочности массива в зависимости от технологических параметров буровзрывных работ, высоты уступа и по различной трещиноватости горного массива. Установлены степенные закономерности изменения размеров зон ослабления прочности горного массива в зависимости от удельного расхода ВВ при различной высоте уступа. Также установлены линейные изменения размеров зон ослабления прочности гор-

ного массива в зависимости от коэффициента, учитывающего конструкцию забойки скважинного заряда ВВ, при различном коэффициенте трещиноватости массива горных пород. Размеры зон ослабления прочности горного массива в зависимости от глубины взрывных скважин и высоты уступа при различном коэффициенте трещиноватости горных пород имеют степенную закономерность с показателями, равными $3/2$ и $1/2$ соответственно.

Библиографический список

1. Норов Ю.Д. Исследование разупрочнения горного массива при воздействии волн напряжений. – В кн.: Молодые ученые научно-техническому прогрессу в угольной промышленности. – Донецк, 1984. – С. 4.
2. Норов Ю.Д. Исследование зон ослабления горного массива при взрыве скважинных зарядов ВВ // Науч. сообщ. ин-та горного дела им. А.А. Сковчинского. – М., 1985. – Вып. 235. Научные основы управления состоянием горного массива. – С. 96-104.
3. Сытенков В.Н., Бирик И.П., Коломников С.С. Результаты опытно-промышленных работ по уточнению параметров БВР на руднике Мурунтау // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2007. – №3. – С. 39-46.
4. Бирик И.П., Ершов В.П. Сравнительный анализ применения неэлектрических и электронных систем инициирования взрывов скважинных зарядов на карьерах // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2006. – №2. – С. 20-25.
5. Назаров З.С., Тураев А.С., Тухташев А.Б., Жиянов А.Б. Определение скорости детонации скважинных зарядов взрывчатых веществ // Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития: Тез. докл. Респ. науч.-техн. конф. «ISTIQLOL» (с международным участием). – Навоий, 2006. – С. 44-46.
6. Тураев А.С., Норов Ю.Д., Тухташев Б.Т. Экспресс-метод определения границ зоны ослабления горного массива // Горный журнал. – Москва, 2000. – №5. – С. 68.
7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – С.139-141.
8. Математическая статистика / Под ред. А.М. Дина. – М.: Высшая школа, 1975. – 398 с.
9. Методическое руководство по применению программ обработки данных на ЭЦВМ. – М.: ИГД им. А.А. Сковчинского, 1985. – 85 с.

УДК 622.235 (043.3)

© Лунин С.В., Нутфуллаев Г.С., Райимов С.С., Турсунов Э.Т. 2017 г.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА РАЗРУШЕНИЯ МАССИВА РАЗНОПРОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВАМИ РАССРЕДОТОЧЕННЫХ И УКРОЧЕННЫХ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ С КУМУЛЯТИВНЫМ ЭФФЕКТОМ

Лунин С.В., начальник рудника «Мурунтау» ЦРУ НГМК; Нутфуллаев Г.С., ассистент кафедры «Горное дело» НГПИ, канд. техн. наук; Райимов С.С., зам. главного инженера по горным работам рудника «Мурунтау» НГМК; Турсунов Э.Т., начальник ПТО рудника «Мурунтау» ЦРУ НГМК.

Kumulyativ samarador, kisqartirilgan va bo`lib joylashtirilgan skvajinali zaryadlar bilan turli mustahkamlikdagi tog` jinslari massivining portlatib buzilishi uslubi ishlab chiqilgan va sanoatda joriy qilingan. Bu uslub qattiq qatlamlar aro yo`naltirilgan portlatish energiyasi hisobiga pog`ona balandligi buyicha bir tekisda yanchib borish, portlovchi skvajinalar setkasini 23 % ga kengaytirish, portlovchi moddalarning solishtirma sarfini 20 % ga va skvajinali zaryadlarni burg`ulashni 15 % ga kamaytirish imkonini beradi.

Tayanch iboralar: kon massivining buzilishi, xar-hil qattqlikdagi massiv, ommaviy portlatish, bir joyga maydalangan va kaltalashtirilgan skvajinali zaryad, portlovchi modda, kumulyativ samaradorlik, maydalash, pog`ona balandligi, portlash energiyasi, portlovchi skvajinalar setkasi, portlovchi moddaning solishtirma sarfi, burg`ulashning sarf-xarajati, portlovchi skvajina, ochiq kon ishi, kon sanoati, bir xil maydalash.

Developed and industrially implemented method of explosive destruction of the massif of rocks of different strength by dispersed and shortened downhole charges with cumulative effect. This method makes it possible to produce a uni-

form rock crushing throughout the cutting depth due to the directional energy use of the blast in hard seams, increase blast pattern by 23%, reduce the specific consumption of explosives by 20% and the cost of blast holes drilling by 15%.

Key words: destruction method of rock massif, different strength massif, massive explosion, focused and shorter downhole charge, explosive, cumulative effect, rock crushing, cutting depth, explosion energy, blast pattern, specific consumption of explosives, drilling cost, blast hole, open pit mining, mining industry, even crushing.

Разработан способ разрушения массива разнопрочных горных пород взрывами рассредоточенных и укороченных скважинных зарядов с кумулятивным эффектом, который относится к горной промышленности, в частности к дроблению разнопрочных горных пород взрывом скважинных зарядов ВВ на открытых горных работах.

Способ достигается тем, что основные скважинные заряды ВВ рассредоточивают, а в дополнительных укороченных скважинах, пробуренных между основными скважинами, размещают кумулятивную металлическую облицовку с зарядом ВВ, позволяющего произвести равномерное дробление горных пород за счет направленного использования энергии взрыва по крепким пропласткам, схема которого приведена на рис. 1.

Способ реализуется следующим образом. На подлежащем к взрыву блоке принимают базовую сетку

для бурения основных скважин, которую определяют на основе результатов опытных взрывов. Бурение основных скважин – 1 производят по разнопрочному массиву горных пород на полную высоту взрываемого уступа. В процессе бурения по изменениям скорости и режимов бурения, цвета и состояния, выдаваемых на поверхность продуктов разрушения, геолого-маркшейдерской службой определяются наличие, контура в плане, отметки кровли и почвы крепких включений – 2. Внутри контура в плане крепких включений бурят дополнительные укороченные скважины – 3, которые располагают в центре четырехугольников, образованных соседними основными скважинами – 1.

Глубина укороченных скважин определяется по формуле:

$$l_{yx} = \frac{\sum_{i=1}^n l_{on_i}}{n} - (5 \dots 8) d_{cкс}, \text{ м.} \quad (1)$$

где l_{on_i} – отметка подошвы твердого включения по глубине основных скважин, между которыми расположена соответствующая дополнительная скважина, м; n – число основных скважин, между которыми расположе-

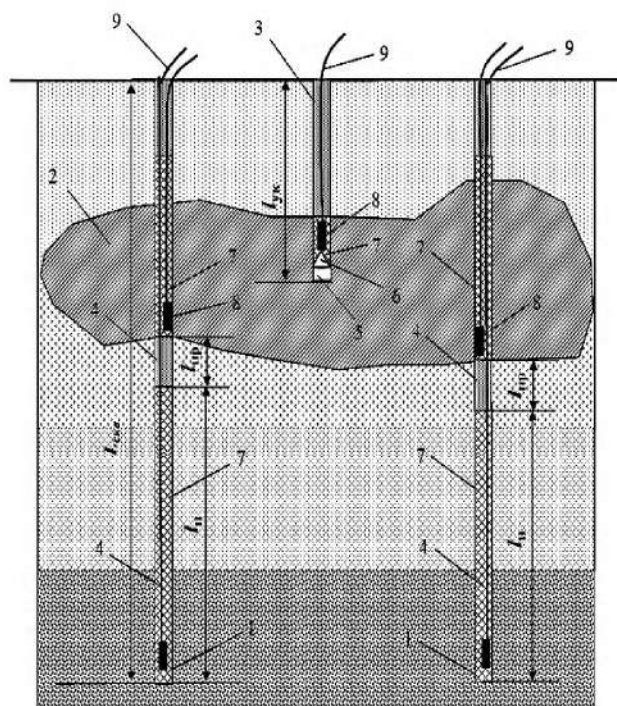


Рис. 1. Способ разрушения массива разнопрочных горных пород взрывами рассредоточенных и укороченных скважинных зарядов с кумулятивным эффектом: 1 – основные скважины; 2 – твердое включение в массиве разнопрочных горных пород; 3 – укороченная скважина; 4 – инертный промежуток из бурового шлама; 5 – пенопластовый цилиндр (фокусное расстояние); 6 – конус из металлической пластинки; 7 – взрывчатое вещество; 8 – промежуточный детонатор; 9 – источник инициирования с ударно-волновой трубкой неэлектрической системы инициирования.

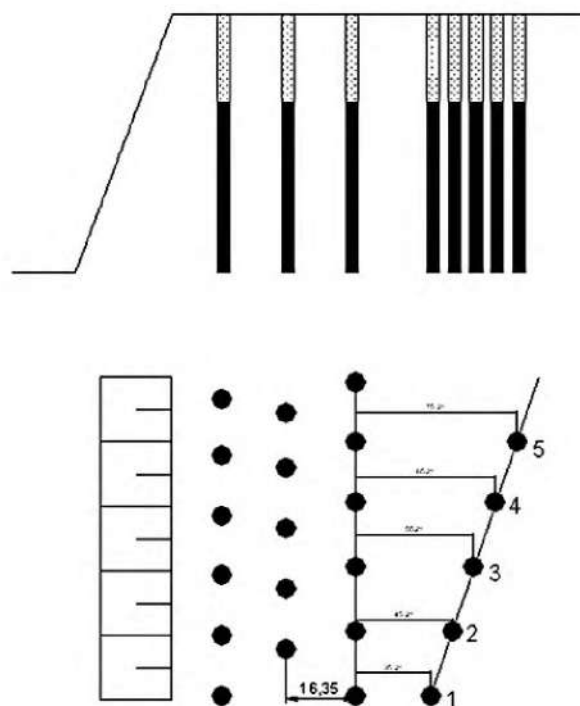


Рис. 2. Схема расположения скважинных зарядов ВВ для установления расстояния между рядами основных скважин: 1-5 – скважины, расположенные на различных расстояниях от ряда.

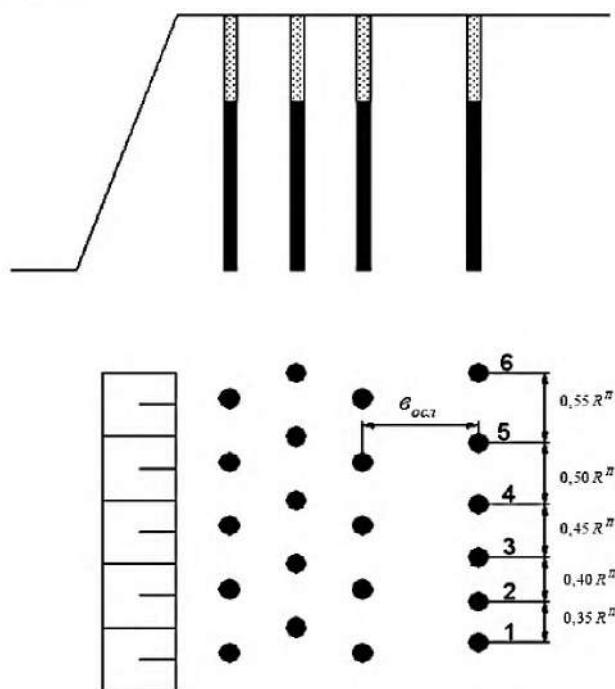


Рис. 3. Схема расположения скважинных зарядов ВВ для установления расстояния между скважинами в ряду: 1-6 – скважины, расположенные в одном ряду на различных расстояниях друг от друга.

на соответствующая дополнительная скважина; $d_{скв}$ – диаметр заряда ВВ в дополнительных скважинах, м.

При зарядании основные скважинные заряды рассредотачивают инертным промежутком – 4, который размещают в менее прочных породах до уровня почвы

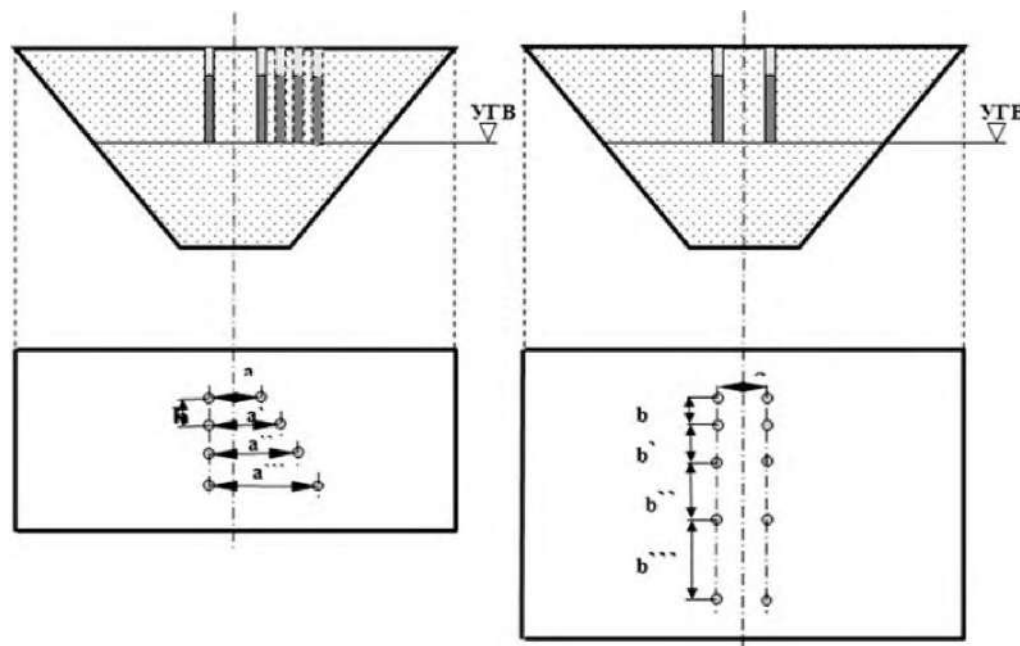


Рис. 4. Схема определения эффективных параметров между рядами и между скважинами в ряду при дроблении массива разнопрочных горных пород в сложных гидрогеологических условиях: УГВ – уровень грунтовых вод; a, a', a'', a''' – расстояние между рядами скважинных зарядов ВВ; b, b', b'', b''' – расстояние между скважинными зарядами ВВ в ряду.

крепкого включения, а его высоту определяют по формуле:

$$l_{np} = (0,25 \div 0,3) l_n \quad (2)$$

где l_n – высота нижней части заряда (м).

При зарядании укороченных скважин, на дно закладывают заряды с кумулятивной выемкой, которые конструируют следующим образом. В скважину опускают пенопластовый цилиндр – 5 высотой $(6 \div 8)d$ (где d – диаметр кумулятивного заряда, мм) который служит для создания фокусного расстояния. Далее опускают конус – 6, изготовленный из металлической пластинки с диаметром равным диаметру скважины и имеющий угол вершины 45° . Затем закладывают заряд ВВ – 7, масса которого ВВ рассчитывают по формуле:

$$Q = (3 \div 4) \cdot q \cdot h_{кв}^3, \text{ kg} \quad (3)$$

где q – удельный расход ВВ, kg/m^3 , принят $0,5 \div 0,6 \text{ kg/m}^3$; $h_{кв}$ – мощность крепких включений, м.

Взрывание рассредоточенных основных скважинных зарядов ВВ производят одновременно с опережающим короткозамедленным инициированием верхнего заряда, взрывание заряда ВВ в укороченных скважинных производят с короткозамедленным взрыванием с опережением от рассредоточенных основных скважинных зарядов на 5-10 мс.

Размещение и взрывание зарядов ВВ в основных и укороченных скважинах в пределах крепкого включения снижает направленность действия взрыва в сторону вмещающих пород имеющих меньшую сопротивляемость взрыванию, тем самым энергия взрыва этих зарядов концентрируется на дробление крепкого включения. Это позволяет обеспечить эффективное разрушение зон нерегулируемого дробления в крепком включении, где обычно и происходит образование негабарита, при этом, снизить удельный расход ВВ и увеличить сетку бурения скважин, тем самым сократив затраты на их дробление.

Для применения схемы одновременного инициирования верхнего и нижнего зарядов рассредоточенного инертным промежутком, требуются специальные средства инициирования, не вызывающие детонации заряда в скважине и инициирующие только промежуточный детонатор (применяется, например, незлектрическая система инициирования). Интервал замедления, между такими зарядами должен обеспечивать опережающее разрушение

крепкого включения, позволяя тем самым подготовить свободную поверхность (взорванный слой уступа) для направленного действия взрыва нижнего заряда ВВ. Разрушая менее прочный массив нижним рассредоточенным зарядом ВВ, за счёт вылета продуктов детонации и взрывного смещения горной массы, происходит доразрушение крепкого включения и тем самым увеличивается коэффициент полезного действия взрыва. Таким образом, исключается образование газовых полостей и излишнее взрывное нагружение менее прочного массива, что повышает эффективность использования энергии взрыва.

При инициировании зарядов ВВ в укороченных скважинах интервал замедления между ними и расположенными вблизи верхними рассредоточенными зарядами ВВ, должен обеспечить образование в крепком включении начальных трещин, которые образовавшись от взрыва зарядов ВВ дополнительных скважин, будут развиваться, и раскрываться от действия взрыва основных зарядов.

Таким образом, разработан способ взрывного разрушения массива разнопрочных горных пород рассредоточенными и укороченными скважинными зарядами с кумулятивным эффектом, позволяющий произвести равномерное дробление горных пород по высоте уступа за счет направленного использования энергии взрыва по крепким пропласткам, увеличить сетку взрывных скважин, снизить удельный расход ВВ и затраты на бурение взрывных скважин.

Определение эффективных параметров ведения БВР в разнопрочных горных породах и разработка методики их инженерного расчета в промышленных условиях. Для определения эффективных параметров БВР при дроблении массива разнопрочных горных пород взрывами рассредоточенных и укороченных скважинных зарядов с кумулятивным эффектом на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов проведены опытно-промышленные взрывы.

Для установления расстояния между рядами основных скважин пробурены 5 скважин, расположенных в одном ряду на различных расстояниях, схема которых приведена на рис. 2. Эффективное расстояние между рядами скважин устанавливалось по проработке подошвы уступа, определяемой по маркшейдерскому замеру после каждого взрыва.

Для установления расстояния между скважинами в ряду были пробурены 6 скважин на различных расстояниях между скважинами, схема которого приведена на рис. 3.

Эффективное расстояние между скважинами в ряду устанавливалось по проработке подошвы уступа, определяемой по маркшейдерскому замеру после каждого взрыва.

По результатам опытно-промышленных взрывов установлена рациональная сетка скважин, которая составляла 9x9 м.

Глубину укороченных скважин определяли по формуле (1), которая составила 1,5 м.



Рис. 5. Разрез разнопрочного вскрышного уступа карьера Ташкура.

При зарядании основных скважин заряды рассредотачивали инертным промежутком, который размещали в менее прочных породах до уровня почвы крепкого включения. Высоту инертного промежутка определяли из выражения (2), которая составила 1 м.

Массу заряда ВВ в укороченной скважине рассчитывали по формуле (3), которая составила 49 kg.

Взрывание рассредоточенных основных скважинных зарядов ВВ производили одновременно с опережающим короткозамедленным инициированием верхнего заряда, взрывание заряда ВВ в укороченных скважинных производили с короткозамедленным взрыванием с опережением от рассредоточенных основных скважинных зарядов на 5-10 ms.

Для определения эффективных параметров в способе дробления массива разнопрочных горных пород шелевыми зарядами ВВ с использованием кумулятивного эффекта проведены опытно-промышленные испытания в свободной индустриально-экономической зоне «Навои» (Международный аэропорт г. Навои Республики Узбекистан).

На первом этапе бурились скважины диаметром 105-110 мм до уровня расположения грунтовых вод в массиве разнопрочных горных пород, схема которого приведена на рис. 4.



Рис. 6. Экспериментальный участок для проведения опытно-промышленного испытания разработанного способа дробления.

Расстояние между рядами скважин принималось 1,0; 1,5; 2,0 и 2,5 м при постоянном расстоянии между скважинами в ряду, равном 1,0 м.

Расстояние между скважинами в ряду также принималось 1,0; 1,5; 2,0 и 2,5 м при постоянном расстоянии между рядами скважин, равном 2,0 м. После каждой серии взрывов производили маркшейдерские замеры по определению проработки нижней части выемки.

В результате проведенных опытно-промышленных взрывов установлена эффективная сетка скважинных зарядов ВВ для дробления массива разнопрочных горных пород в сложных гидрогеологических условиях, равном 2,0x1,0 м.

После взрыва скважинных зарядов нарезали шель шириной 0,5-0,8 м и глубиной, равной глубине профильного сечения выемки. Проводимая шель обеспечивала отток грунтовых вод из профильного сечения за пределы выемки. В шель закладывали два ряда рассредоточенных линейных зарядов из ВВ типа Гранулит-М,

установленных между крепкими включениями, с использованием заранее подготовленных полиэтиленовых рукавов. Для равномерной передачи детонации по длине линейных зарядов использовали детонирующий шнур марки ДШЭ-12 в две нити. Массу линейных зарядов определяли в зависимости от объема получаемой выемки при удельном расходе 0,6-0,7 кг/м³.

Промышленное испытание разработанного способа разрушения массива разнопрочных горных пород взрывами рассредоточенных и укороченных скважинных зарядов ВВ с кумулятивным эффектом. В соответствии с «Программой и методикой проведения опытно-промышленных работ по определению эффективности разработанного способа разрушения массива разнопрочных горных пород зарядами ВВ с кумулятивным эффектом» на карьере Ташкура Джерой-Сарларинского месторождения фосфоритов проведены опытно-промышленные испытания нового способа.

Программа проведения опытно-промышленных взрывов предусматривала исследование и сравнительную оценку качества взорванной горной массы, способа и эффективных параметров БВР. В каждой серии взрыва, опытный блок делили на контрольный и экспериментальный участки. Параметры буровзрывных работ на контрольном участке соответствовали параметрам, принятым на карьере, значения которых проведены в табл. 1.

В ходе бурения взрывных скважин, по воздействию бурового инструмента на забой и выходу бурового шлама производилось определение и детализация геологической структуры разреза разнопрочного вскрышного уступа (рис. 5).

Главной отличительной особенностью данного разнопрочного массива

Таблица 1
Параметры буровзрывных работ на контрольном и экспериментальном участках

Исследованный участок	Показатели	Ед. изм.	Абсолютные значения параметров буровзрывных работ	
Контрольный участок Южный, блок №38, гор. I пласт а (дата взрыва 02.01.2015 г.)	Высота уступа	м	7,0	8,0
	Глубина скважин	м	7,0	8,0
	Диаметр скважин	mm	260	260
	Количество скважин в блоке,	шт.	180	165
	Сетка скважин	м	7x7	7x7
	Длина заряда	м	5,2	5,9
	Вес ВВ в скважине	kg	254	290
	Общий вес заряда ВВ	kg	45720	47850
	Объем взорванной горной массы	м ³	61740	64680
	Удельный расход ВВ	kg/м ³	0,74	0,74
Удельный расход бурения скважин	м/м ³	0,020	0,020	
Экспериментальный участок Северный, блок №38, гор. I пласта, (дата взрыва 05.02.2015 г.)	Высота уступа	м	7,0	8,0
	Глубина основных скважин	м	7,0	8,0
	Диаметр основных скважин	mm	260	260
	Количество основных скважин	шт.	141	125
	Сетка основных скважин	м	9x9	9x9
	Длина верхней части основного заряда	м	1,6	2,0
	Длина нижней части основного заряда	м	2,7	3,0
	Вес ВВ в основной скважине	kg	254	247
	Общий вес ВВ в основных скважинах	kg	29709	30875
	Глубина укороченных скважин	м	2,0	2,0
	Диаметр укороченных скважин	mm	260	260
	Количество укороченных скважин	шт.	47	41
	Длина укороченного заряда ВВ	м	1,0	1,0
	Вес ВВ в укороченной скважине	kg	49	49
	Общий вес ВВ в укороченных скважинах	kg	2703	2009
	Общий вес ВВ в основных и укороченных скважинах	kg	32412	32884
	Общий объем взорванной горной массы	м ³	65283	63765
Удельный расход ВВ	kg	0,59	0,60	
Удельный расход бурения скважин	м/м ³	0,0166	0,017	

является то, что верхняя часть уступа является очень крепкой и с глубиной крепость пород уменьшается.

Опытно-промышленные взрывы массива разнопрочных горных пород проводились по двум способам дробления – базовым и разработанным. Взрывы производились на буровом блоке № 38 с бурением скважин буровым станком СБШ-250МН № 98 (рис. 6).

В серии взрывов на экспериментальном участке (участок Северный, блок № 38, гор. I пласта) высотой уступа 8 были пробурены 125 основных скважин диаметром 260 мм, сеткой 9x9 м. Заряд ВВ в основных скважинах были рассредоточены на две части, длина верхней и нижней частей составляла, соответственно, 2,5 и 3,4 м. Масса заряда ВВ в каждой скважине составляла 290 кг. Общая масса заряда ВВ в блоке составила 36250 кг.

В местах пересечения диагоналей, соединяющих основные скважины, в крепких включениях бурили дополнительные укороченные скважины глубиной 2 м в количестве 41 скважины диаметром 260 мм с недобуром до подошвы их залегания.

При зарядании укороченных скважин, на дно закладывали заряды ВВ с кумулятивной выемкой, которые конструировали следующим образом.

В скважины опускали пенопластовый цилиндр, высота которого в каждой скважине составляла от 140 до 350 мм с целью определения рационального фокусного расстояния. Далее опускали металлический конус диаметром 250 мм с углом вершины 45° и закладывали заряд ВВ. Длина укороченного скважинного заряда ВВ составляла 1 м при массе 49 кг. Общая масса укороченных скважинных зарядов в блоке составляла 2009 кг. Общий вес ВВ в основных и укороченных скважинах составил 38 259 кг.

Взрывание рассредоточенных основных скважинных зарядов ВВ производили одновременно с опережающим короткозамедленным инициированием

верхнего заряда. Взрывание заряда ВВ в укороченных скважинах производили с короткозамедленным взрыванием с опережением от рассредоточенных основных скважинных зарядов на 10 мс. Общий объем взорванной горной массы составил 63765 м³ при расходе ВВ 38 259 кг.

В результате проведенных опытно-промышленных испытаний, фактический удельный расход ВВ уменьшился на 19 % и составил 0,6 кг/м³ (на контрольном участке составлял 0,74 кг/м³). Удельные затраты на бурение взрывных скважин снижены на 15 % и составили 0,017 м/м³ (на контрольном участке составлял 0,02 м/м³). Параметры буровзрывных работ двух опытных участков приведены в табл. 1.

Основными факторами, определяющими результаты взрыва, были гранулометрический состав взорванной горной массы и выход негабарита. Результаты промышленных взрывов при использовании базового и разработанного способов дробления массива разнопрочных горных пород приведены на рис. 7.

После каждого взрыва в процессе отгрузки, также был проанализирован гранулометрический состав взорванной горной массы. Сравнительные данные распределения гранулометрического состава при базовом и разработанном способах дробления разнопрочных горных пород приведены в табл. 2 и на рис. 8.

Анализ гранулометрического состава показал, что в разработанном способе по сравнению с базовым средний размер куска уменьшился на 45 %, а количество негабаритных кусков – на 87 %. Проведенные опытно-промышленные испытания показали, что по разработанному способу достигается равномерное дробление разнопрочных горных пород.

Таким образом, в результате экспериментальных исследований установлено, что сетку взрывных скважин на экспериментальном участке можно увеличить

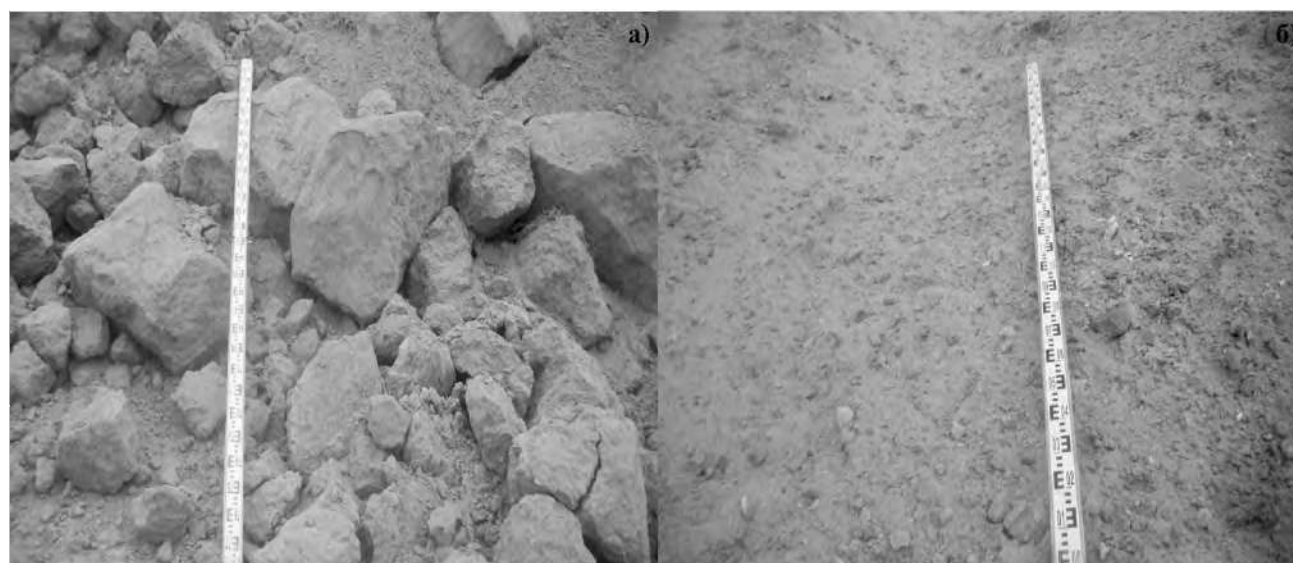


Рис. 7. Результаты промышленных взрывов при использовании базового (а) и разработанного (б) способов дробления массива разнопрочных горных пород.

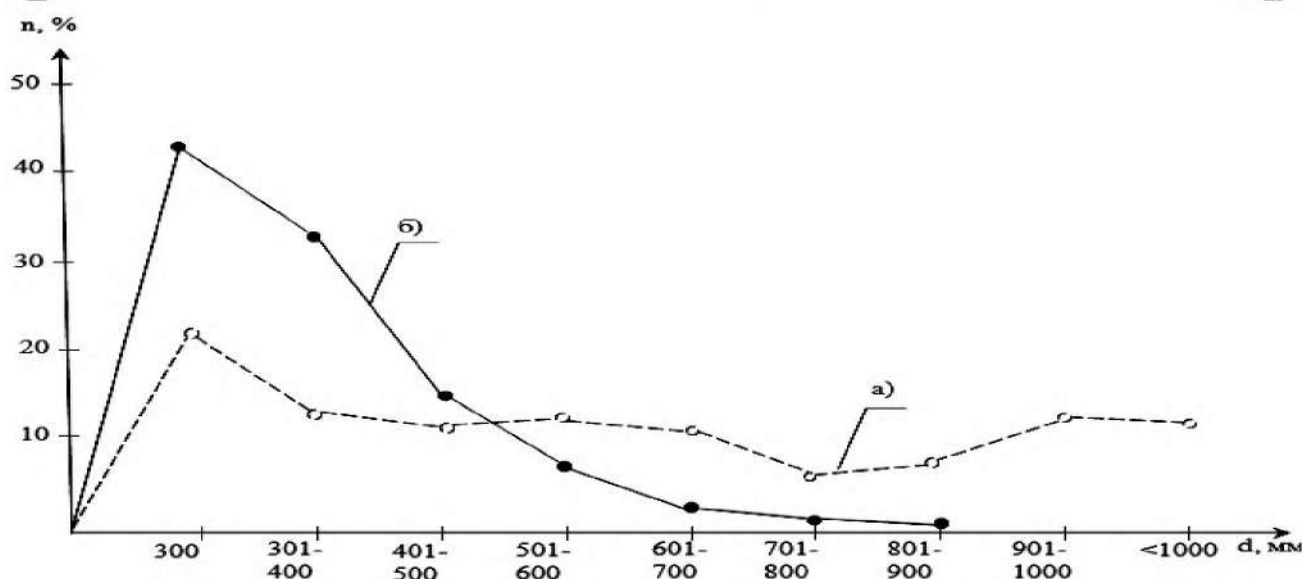


Рис. 8. Распределение фракций гранулометрического состава при базовом (а) и разработанном (б) способах дробления массива разнопрочных горных пород.

до 30 % (9x9 м) по сравнению с контрольным (7x7 м), позволяя снизить удельный расход ВВ с 0,74 до 0,60 кг/м³ (на 21 %), а затраты на бурение от 0,020 до 0,017 м³/м³ (15 %).

Определение экономической эффективности разработанного способа разрушения массива разнопрочных горных пород. Расчет экономической эффективности разработанного способа разрушения массива разнопрочных горных пород взрывами рассредоточенных и укороченных скважинных зарядов ВВ с кумулятивным эффектом выполнен в соответствии с «Методикой определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» [1].

Годовой экономический эффект от применения предлагаемого способа разрушения массива разнопрочных горных пород взрывами рассредоточенных

и укороченных скважинных зарядов ВВ с кумулятивным эффектом определялся по формуле:

$$\Theta = [(C_1 - C_2) - E(K_1 - K_2)] \cdot V_T, \text{ руб/год. (6)}$$
 где C_1, C_2 — общие эксплуатационные затраты до и после внедрения способа, руб/м³; E — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K_1, K_2 — удельные капитальные затраты до и после внедрения способа, руб/м; V_T — годовой объем взрываемой горной массы, м³.

Эксплуатационные затраты на бурение и взрывание массива разнопрочных горных пород, соответственно, определяются по формулам:

$$C_{B(1,2)} = C_B \cdot L_{(1,2)}, \text{ руб/м. (7)}$$

$$C_{B(1,2)} = C_B q_{(1,2)} + Z_B + M_B, \text{ руб/м}^3, \text{ (8)}$$

а капитальные затраты на бурение по формуле:

$$K_B = \frac{C_{CT}}{P_{CT}} L_{(1,2)}, \text{ руб/м. (9)}$$

где C_B — себестоимость бурения 1 м скважины, руб/п.м.; L_1, L_2 — объем бурения на 1 м³ взрываемой горной массы до и после внедрения разработанного способа, м; C_B — цена ВВ, руб/кг; q_1, q_2 — удельный расход ВВ до и после внедрения способа, кг/м³; Z_B — зарплата взрывника в стоимости взрывания, руб; M_B — стоимость материалов при взрывании 1 м³ горной массы, руб/м³; C_{CT} — балансовая стоимость бурового станка, руб; P_{CT} — годовая производительность бурового станка, п.м./год.

Эксплуатационные затраты на бурение.

В работе приняты фактические эксплуатационные затраты на бурение взрывных скважин по данным Центрального рудоуправления НГМК, где были проведены экспериментальные работы.

При расчете эксплуатационных затрат на взрывание учитывались заработные платы взрывников, ВВ и средства взрывания.

Таблица 2
Сравнительные данные распределения гранулометрического состава при базовом и разработанном способах дробления массива разнопрочных горных пород

Линейный размер фракций, d, мм	Содержание фракций в зависимости от способа дробления, n, %	
	базовый	разработанный
0-300	21.1	41.1
301-400	11.1	31.2
401-500	10.3	17.0
501-600	11.9	7.2
601-700	11.4	1.9
701-800	6.2	0.9
801-900	7.1	0.5
901-1000	10.7	—
более 1000	10.2	—

С учетом нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений и удельных капитальных затрат до и после внедрения способа экономической эффект составил:

$$\text{Э} = (22,67 - 18,10) - 0,15 \cdot (2,03 - 1,22) = 4,45 \text{ руб./м}^3$$

Технико-экономические показатели внедрения способа и эффективные параметры буровзрывных работ при дроблении массива разнопрочных горных пород приведены в табл. 3.

В результате внедрения разработанных способов и эффективных параметров БВР при дроблении массива разнопрочных горных пород на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов фактический экономический эффект составил ~ 3,9 млн руб. на 1,252 млн м³ взорванной горной массы (в ценах по состоянию на 31.12.2014 г.).

Разработан и промышленно внедрен способ взрывного разрушения массива разнопрочных горных пород рассредоточенными и укороченными скважинными зарядами с кумулятивным эффектом, позволяющий произвести равномерное дробление горных пород по высоте уступа за счет направленного использования энергии взрыва по крепким пропласткам, увеличить сетку взрывных скважин на 23 %, снизить удельный расход ВВ на 20 % и затраты на бурения взрывных скважин на 15 %.

Разработан и промышленно внедрен способ дробления зарядами ВВ слоевой выемкой с предварительным разрушением массива разнопрочных горных пород взрывами скважинных и щелевых зарядов, обеспечивающий повышение эффективности взрывания разнопрочного массива в сложных гидрогеологических условиях, снижение себестоимости буровзрывных работ за счет замены дорогостоящих водоустойчивых ВВ более дешевыми смесевыми.

Определены эффективные параметры буровзрывных работ при дроблении массива разно-

Таблица 3
Технико-экономические показатели разработанного способа дробления крепких включений в разнопрочных горных породах укороченными скважинными зарядами ВВ с кумулятивным эффектом

Показатели	Ед. изм.	Способы взрывания массива разнопрочных горных пород	
		базовый	новый
Высота уступа	м	8,0	8,0
Глубина основных скважин	м	8,0	8,0
Мощность крепкого пропластка	м	3,0	3,0
Глубина укороченных скважин	м	-	2,0
Диаметр скважин	mm	260	260
Сетка взрывных скважин	м	7,0x7,0	9,0x9,0
Число основных взрывных скважин в блоке	шт.	165	125
Число укороченных взрывных скважин	шт.	-	41
Вес ВВ в основной скважине	kg	290	247
Вес ВВ в укороченной скважине	kg	-	49
Масса ВВ в основных скважинах	kg	47850	30875
Масса ВВ в укороченных скважинах	kg	-	2009
Общий вес ВВ основных и укороченных скважинах	kg		32884
Длина заряда в основной скважине	м	5,9	5,0
Длина верхней части заряда в основных скважинах	м	-	2,0
Длина нижней части заряда в основных скважинах	м	-	3,0
Длина заряда в укороченных скважинах	м	-	1,0
Объем взорванной горной массы	м ³	64680	63765
Удельный расход ВВ	kg/m ³	0,74	0,60
Удельный расход бурения	м ³ /м ³	0,020	0,017
Стоимость бурового станка №95	тыс. руб.	164,05	164,05
Стоимость бурения скважины	руб./м	561,66	561,66
Эксплуатационная производительность бурового станка СБШ-250 МН	м/год	67930	67930
Цена используемого ВВ, в ценах 2014 г.	тыс. руб.		
- Игданит (13,73)	руб./kg	656,98	451,50
- Nobelit - 216 (70 mm) (64,2)	руб./kg	21,186	37,36
- ИСКРА- 25 ms, (166,31)	руб./шт.	3,99	4,16
- ИСКРА- 500 ms, (181,02)	руб./шт.	29,86	30,04
- ИСКРА- 42 ms, (174,83)	руб./шт.	12,23	12,40
- ИСКРА Старт-0 ms, (686,42)	руб./шт.	0,686	0,686
- ДШЭ-12 (19,18)	руб./м	0,384	0,384
- Эл. детонатор ЭД-8Ж (43,09)	руб./шт.	0,043	0,043
- конусная облицовка (238,09)	руб./шт.	-	9,762
Зарплата взрывника	руб./смен.	0,89	0,89
Затраты на взрывание	руб./м ³	11,21	8,57
Затраты на бурение	руб./м ³	11,46	9,53
Экономический эффект 1 м ³ взрываеваемой горной массы составил	руб.	-	4,45
Фактический экономический эффект на 1252 тыс. м ³ взорванной горной массы (в ценах по состоянию 31.12.2014 г.), млн руб.	млн руб.	-	5,57

прочных горных пород, позволяющие установить длину рассредоточенных частей основных скважинных зарядов ВВ, эффективную глубину укороченных скважин и массу заряда в них в зависимости от удельного расхода ВВ и мощности крепкого пропластка, на основе которых разработана методика их инженерного расчета.

В результате внедрения разработанных способов и эффективных параметров БВР при дроблении массива разнопрочных горных пород на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов фактический экономический эффект составил 5,57 млн руб. на 1,252 млн м³ взорванной горной массы (в ценах по состоянию 31.12.2014 г.).

Библиографический список

1. Бессонов Н.В. Пособие для расчёта экономического эффекта от использования изобретений и рационализаторских предложений. – М.: ВНИИПИ, 1983. – 96 с.

УДК 622.271:622.235.5(043.3)

© Лунин С.В., Умаров Ф.Я., Норкулов А.О. 2017 г.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ЗАКОНТУРНОГО ГОРНОГО МАССИВА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭНЕРГИИ МАССОВОГО ВЗРЫВА

Лунин С.В., начальник рудника «Мурунтау» ЦРУ НГМК; Умаров Ф.Я., декан горно-геологического факультета ТашГТУ; докт. техн. наук; Норкулов А.О., начальник геомеханического бюро рудника «Мурунтау» ЦРУ НГМК.

Ushbu maqolada seysmorazvedka kompleks metodi yordamina aniqlanadigan, bort atrofidagi massivni skvajinali zaryadlarning portlovchi moddalarini ommaviy portlatishda energiya ta'sirini baxolashkeltirilgan. Kompleks apparatlardan foydalanildi: seysmoqabulqilgich CMB-130, seysmostansiya ACM-12-OB va ossilograf H-700. Ommaviy portlatinsda kontur orti massivini emirilishini kamaytirishda konturli portlatish yo'li tavsiya etiladi.

Tayanch iboralar: *deformatsiya, konturortidagi kon massivi, ommaviy portlatish, skvajina zaryadi, portlovchi modda, bort atrofidagi massiv, kompleks metod, seysmorazvedka, kompleks apparatura, seysmoqabulqilgich, seysmostansiya, ossilograf, konturli portlatish, emulsion nportlovchi modda, radial oraliq, modeli muhit, kern, geologik qidiruv skvajinalari, egri burchakli fotoplanimetriya metodi, kon jinslarining qattqlik tuzulish va tarkibiy xossalari, karьер borti.*

The estimates of the impact of mass explosion energy of downhole explosives charges in the state of near edge massif determined by a complex method using seismic exploration works are reproduced in this article. It uses a set of equipment: geophones CMB-130, seismic station ACM-12-OB and oscilloscope 700. In order to reduce the aquifer destruction of rock massif during mass explosions is recommended method of controlled blasting.

Key words: *deformation, aquifer rock massif, massive explosion, borehole charge, explosives, near edge massif, complex method, seismic exploration works, integrated instrumentation, geophone, seismic station, oscilloscope, controlled blasting, emulsion explosives, radial clearance, model environment, bore core, exploration wells, method of oblique photometry, rocks structural and strength properties, open pit side.*

На первом этапе, данной методикой исследования предусматривалось изучение и измерение деформаций законтурного массива поверхностей уступов и бортов карьеров под действием энергии массового взрыва.

Структурные и прочностные свойства пород различных литологических разностей изучались методом косоугольной фотопланиметрии обнаженных поверхностей и развалов взорванной горной массы, а также анализом кернов геологоразведочных скважин

по стандартным гостированным методикам инженерно-геологических изысканий с использованием специальных стендов, приборов, оборудования при последующей компьютерной обработке результатов которые приведены в работе авторов [1].

Был использован следующий комплект аппаратуры:

- сейсмоприемники СМВ-130;
- сеймостанция АСМ-12-ОВ;
- запись сигналов производилась осциллографом Н-700.

Возбуждение упругих волн в среде производилось ударами кувалды массой 6 kg через металлическую прокладку. Момент прихода волны к сейсмоприемнику определялся по первому вступлению на сейсмограмме.

Исследования и интерпретация полученных материалов производилась по методике, приведенной в работах [2, 3]. Расположение сейсмических профилей и каротажных скважин на рабочей площадке приведено на рис. 1.

На втором этапе исследовались закономерности изменения законурного нарушения горного массива поверхностей уступов и бортов карьеров. Бурение оконтуривающих скважин производилось станками СБШ-250МН и СБУ-125. Для обеспечения точной пространственной ориентации скважин буровые станки оснащались ориентаторами [4] сконструированными на базе авиационных гироскопов.

В связи с обводненностью горного массива в качестве промышленных эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ) использовались водоустойчивые ВВ [5] выпускаемые на заводах Республики Узбекистан. Иницирование скважинных зарядов осуществлялось промежуточными детонаторами из патронированных ЭВВ марки Nobelit 216Z, основные физико-химические и энергетические показатели приведены в работе [5]. Монтаж взрывной сети производился детонирующим шнуром марки ДШЭ-12.

Взрывание оконтуривающих скважинных зарядов и скважинные заряды дробления в приконтурной зоне массива производилось раздельно. Оконтуривающие скважинные заряды ВВ взрывались мгновенно. Взрывание основных скважинных зарядов в приконтурной зоне производилось поперечными рядами и по диагональной схеме. Замедление обеспечивалось применением пиротехнических замедлителей КЗДШ-69, с интервалом замедления 10, 35 и 50 ms.

Заряжение скважин осуществлялось в следующем порядке. В скважину опускался рукав диаметром 60-80 mm, к одному из концов которого предварительно привязывался груз. Второй конец

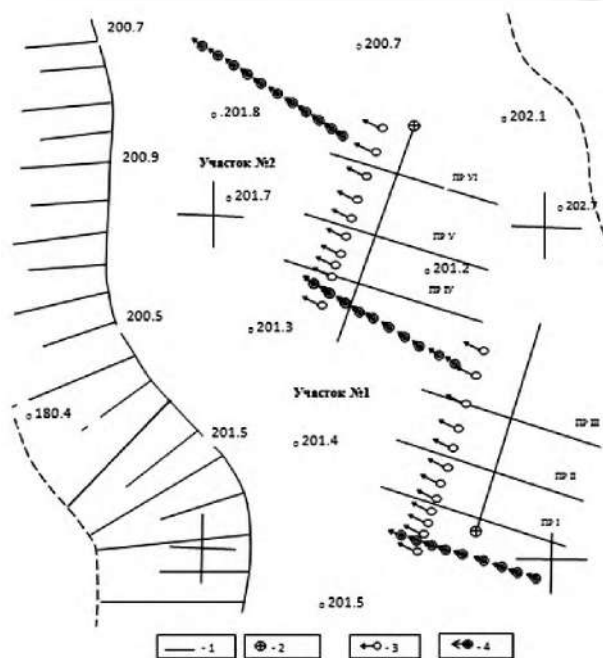


Рис. 1. План экспериментальных участков № 1 и № 2; ПР I, ПР II, ПР III, ПР IV-профили, по которым установлены репера и сейсмоприемники ВБП и ВИБ-У на поверхности и в скважинах. 1-профиля сейсмозащитки МПВ; 2-каротажные скважины; 3,4-оконтуривающие скважины для образования основных и вспомогательных экранирующих щелей.

рукава крепился к поперечине на уровне устья скважин. После этого через скважину производилось заполнение рукава ЭВВ. Промежуточный детонатор, состоящий из водоустойчивого патронированного ЭВВ марки Nobelit 216Z, устанавливался сбоку от скважины и прижимался к заряду под действием собственного веса.

На третьем этапе определялись эффективные параметры буровзрывных работ контурного взрывания в промышленных условиях. Основной комплекс исследований проводился на участках № 1 и 2. При планировании исследований выбран неблагоприятный по условию обеспечения длительной устойчивости уступов вариант ориентации поверхности проектного контура уступа относительно естественных

Таблица 1

Параметры контурного взрывания скважинных зарядов ВВ на экспериментальных участках № 1 и № 2

Участок №	Профиль	Высота уступа, м	Глубина скважины, м	Перебур, м	Угол наклона скважин, м	Диаметр скважин, м	Расстояние между скважинами в ряду, м	Длина заряда, м	Длина забойки, м	Линейная масса заряда, kg/m
1	I	21	26	2	60	0,243	2	24	2	4,5
	II	21	26	2	60	0,243	3	24	2	4,5
	III	21	26	2	60	0,243	4	24	2	4,5
2	IV	21	26	2	60	0,243	2	22	4	2,6
	V	21	26	2	60	0,243	3	22	4	2,6
	VI	21	26	2	60	0,243	4	22	4	2,6
	1,2*	21	26	2	60	0,243	2,6	22	4	4,5

Примечание: три (вспомогательные) экранирующие щели.

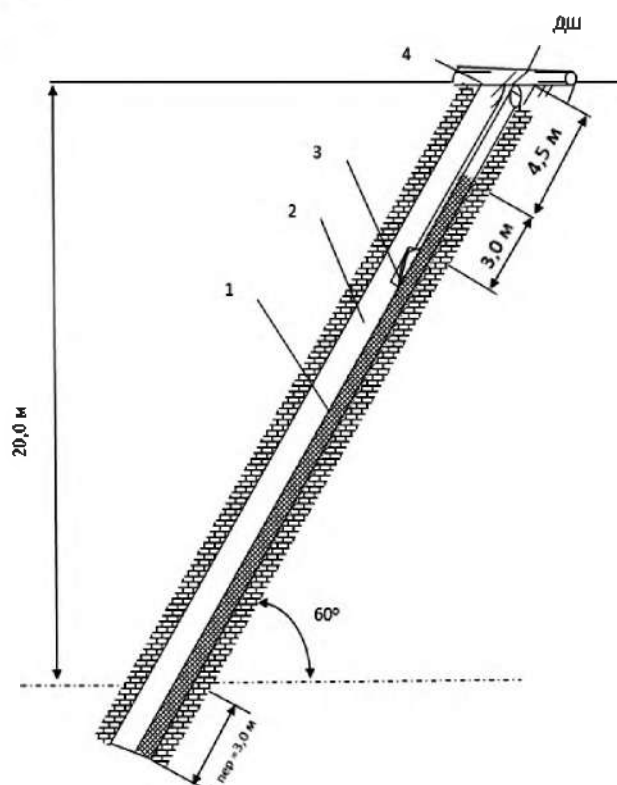


Рис. 2. Конструкция заряда ВВ в оконтуривающих скважинах: 1- заряд ВВ в матерчатом рукаве; 2-воздушный зазор; 3-промежуточный детонатор; 4-деревянная перекладина.

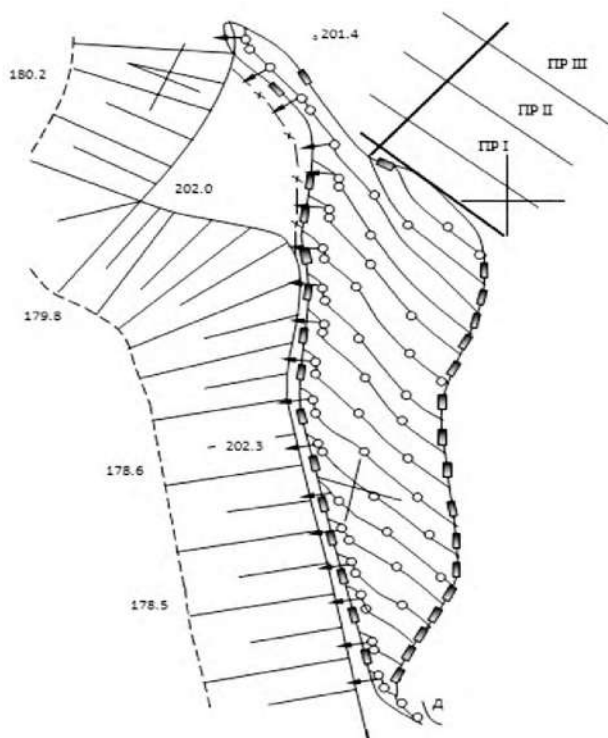


Рис. 3. План расположения скважинных зарядов ВВ и схема монтажа взрывной сети при дроблении пород в полном торце участка № 1 в масштабе М 1:500.

трещин в массиве. В плане, устья оконтуривающих скважин располагались по простиранию сланцеватости. Скважины бурились под углом $\alpha_y=60^\circ$ к горизонту. Таким образом, уступ оказался подсеченным сланцеватостью и имел открытые трещины (система П), ориентированные по нормали к поверхности его откоса.

Оба участка разделены на три части (рис. 1) с расстоянием между оконтуривающими скважинами соответственно 2,0; 3,0 и 4,0 м. Эффективные параметры буровзрывных работ контурного взрывания приведены в табл. 1.

Для получения экранирующей щели скважины бурились под углом 60° к горизонту «внахлест». Расстояние между контурными скважинами принималось равным 3,0 м, при этом линия наименьшего расстояния (ЛНС) между оконтуривающими скважинными зарядами составляла 2,6 м. Остальные параметры зарядов для создания поперечных экранов приведены в табл. 1.

Дробление породы в приконтурной зоне на участке № 1 производилось скважинными зарядами с применением ЭВВ в наклонных ($\alpha_c=75^\circ$) скважинах. Расстояние от ближайшего скважинного заряда до экранирующей щели составляло 6,8 м в верхней части и 2,5 м - в нижней.

Удельный расход ВВ в приконтурной зоне принимался из условия качественного дробления горных пород на основе опыта работы данного предприятия.

Дробление горных пород в приконтурной зоне на участке № 2 производилось в два этапа. На первом этапе производилось рыхление породы верхнего слоя мощностью 8 м при заниженном удельном расходе ВВ. Одновременно производилось взрывание скважинных зарядов для выравнивания приконтурной зоны на участке № 1. Линия наименьшего сопротивления (ЛНС) от скважинных зарядов до экранирующей щели составляла 4,5 м.

Завышение этого расстояния позволило предотвратить схлопывание экранирующей щели на уровне подошвы подступа, прилегающей к щели слой оказался разрушенным лишь по естественным трещинам. После удаления взорванной горной массы и зачистки подошвы экскаваторами получено горизонтальное сечение экранирующей щели по всей длине участка № 2.

Окончательная зачистка поверхности уступа и щели от заполнителя на глубину до 1,0-1,5 м производилась в ручную с использованием продувки сжатым воздухом. После документирования экранирующей щели производилось обрушение и взрыв нижнего подступа высотой 12 м.

Для получения вертикального сечения экранирующей щели на участке № 1 производилось дробление пород в южном торце участка. Взрывание производилось по принятой на карьере технологии. Расстояние от ближайшего ряда до поперечной экранирующей щели составляло 6,0 м. Схема расположения скважинных зарядов на блоке и взрывной сети показаны на рис.3.

На четвертом этапе проводили опытно-промышленные исследования по оценке деформаций законтурного массива под действием энергии взрыва контурных скважинных зарядов ВВ.

Наблюдения за деформациями массива производились по глубинным реперам, для сопоставления и оценки возможности использования данных по деформациям поверхностного слоя параллельно производились наблюдения по забивным реперам на поверхности.

Конструктивная схема глубинных реперов приведены на (рис. 4), где в скважину диаметром 250 мм опускается репер из рельса Р-65. К нижней части к рельсу приваривались направляющие, позволяющие произвести центровку рельса в скважине и служащие одновременно «якорем» репера. После центровки нижняя часть репера длиной 2,0 м бетонировалась бетоном марки 300. На верхних торцах реперов, зубилом наносились метки в виде креста. В дальнейшем, по ним производились замеры.

Глубина заложения реперов выбиралась с учетом их жесткости из условия отсутствия остаточных деформаций изгиба за счет приложения динамических нагрузок при взрыве. Расчет произведен следующим образом:

Фактическая длина свободной части реперов составляла $5,6 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$, что полностью исключало деформации реперов.

Определение смещений каждого репера от взрыва производилось в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Определение вертикальных смещений производилось путем трехкратного нивелирования, производимого в соответствии с требованиями к геометрическому нивелированию IV класса [6] с одной стоянки от опорного репера.

Определение смещений рабочих реперов по горизонтали производилось в следующем порядке. Измерялось расстояние от опорного репера до наиболее удаленного от зарядов ВВ рабочего репера № 3. Затем от рабочего репера № 3 измерялись расстояния до рабочих реперов № 2 и 1. В каждой серии измерений производился трехкратный промер со смещением нуля рулетки. При измерениях использовались две рулетки: РВ-30 и РВ-50. Разность в длинах рулеток на длине 30 м по данным компарирования равна 0,70 мм. Учитывая малое значение поправки за компарирование, в результаты измерений она не вводилась. Температура воздуха во всех сериях замеров изменялась не более чем на 5°C . Поэтому поправка на температуру в результаты измерений также не вводилась. При производстве замеров натяжение рулетки составляло $P = 150 \pm 30 \text{ H}$.

По каждому наблюдательному профилю устанавливался базисный (опорный) репер, удаленный от ближайшего заряда ВВ на расстоянии 22-37 м и закрепленный на глубине $> 5 \text{ m}$.

В связи с ограниченностью зоны остаточных деформации по каждому профилю устанавливалось по три рабочих репера на глубине и по четыре рабочих репера на поверхности.

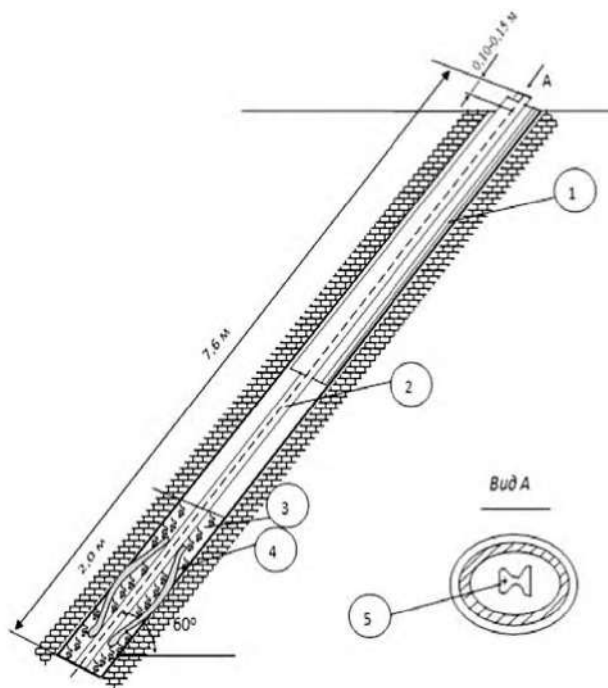


Рис. 4. Конструкция глубинных реперов: 1-особая труба ($\varnothing 219 \text{ mm}$); 2-рельс Р-65; 3- бетон М300; 4-цементирующие дуги; 5-метка.

Обработка результатов экспериментальных исследований деформаций законтурного массива горных пород под действием энергии массового взрыва определялось по методикам [1,7-10].

При этом, необходимое число экспериментов устанавливалось статистическим путем по величине коэффициента вариации - $K_{\text{вар}}$, допустимой ошибки - $K_{\text{доп}}$ и задаваемой надежности - P . Число экспериментов определяется по формуле:

$$n = t^2 \frac{K_{\text{вар}}^2}{K_{\text{доп}}^2}, \quad (1)$$

где, t – нормированное отклонение, зависящее от задаваемой надежности P . Для научно - исследовательских работ, рекомендуются значения $P=0,9$, $K_{\text{доп}}=5-10 \%$.

Величина $K_{\text{вар}}$ устанавливается путем статической обработки экспериментальных данных по формуле:

$$K_{\text{вар}} = \frac{\sigma}{M} 100\%, \quad (2)$$

где, σ – среднее квадратическое отклонение; M – математическое ожидание результатов измерения.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - M)^2}{n-1}}, \quad M = \sum \frac{X_i}{n}, \quad (3)$$

где, X_i - отдельные результаты измерения; n – число экспериментов.

При значении коэффициента вариации $K_{\text{вар}}$, лежащих в пределах $K_{\text{доп}}=5-10 \%$ получены значения $n=3-4$, число экспериментов для каждой точки наблюдения.

Показано влияние энергии массового взрыва скважинных зарядов ВВ на состояние прибортового массива

определяемая комплексным методом с применением сейсморазведки. Использован комплект аппаратуры: сейсмоприемники СМВ-130, сейсмостанция АСМ-12-

ОВ и осциллографом Н-700. Для снижения законтурного разрушения горного массива при массовых взрывах рекомендован способ контурного взрывания.

Библиографический список

1. Миронов П.С. Взрывы и сейсмобезопасность сооружений. М.: Недра, 1975, 168с.
2. Можаяев Л.В. Исследование устойчивости откосов уступов в скальных и полускальных породах на железорудных карьерах: Автореф. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, Свердловск, СТИ, 1971, 26с.
3. Методические указания по оценке состояния горных массивов с помощью упругих волн. М.: АН СССР, ИФЗ, 1976, 59с.
4. Капашников А.Т., Кочевлов В.Д. О применении гидрополюкомпоса ГПК-48 для ориентирования станков при наклонном бурении на карьерах.- Горный журнал, 1977, №7, 75с.
5. Норов Ю.Д., Шеметов П.А. Новые технологии и безопасность при ведении взрывных работ - под общей ред. д.т.н. У.Ф. Насирова - Бухара, 2011. - 202 с.
6. Коробченко Ю.В. Анализ точности маркшейдерских работ. М.: МЧМ 1975, 103с.
7. Вовк А.А., Черный Г.И., Михайлюк Г.И. Влияние свойств ВВ на результате взрывов в грунтах. -В кн.: Взрывное дело, №74/31. М., Недра 1974, с. 100-105.
8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М., Наука, 1969, с. 139-141.
9. Математическая статистика. Под ред. Длин А.Н. М., Высшая школа, 1975, -398 с.
10. Методическое руководство по применению программ обработки данных на ЭВЦМ. М., ИГД им. А.А

УДК 622.221.223

© Мислибаев И.Т., Турсунов Э.Т., Гиязов О.М., Азамкулов С.М. 2017 г.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ВЫПУСКА РУДЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Мислибаев И.Т., доцент кафедры «Горное дело» НГГИ, докт. техн. наук; Турсунов Э.Т., начальник ПТО рудника «Мурунтау» ЦРУ НГМК; Гиязов О.М., ассистент кафедры «Горное дело» НГГИ; Азамкулов С.М., магистрант кафедры «Горное дело» НГГИ.

Maqolada barcha qavat baladligiga o'tkazishda ikki yarusda joylashgan burg'ulab yetkazish qazilma joyi varianti ko'rib chiqilgan. Bu maqbul yo'qotish va aralashib ketish darajasida gorizont tekislikda qazilma joylari orasidagi masofani oshirishga imkon beradi. Bir yarusli variantdan farqli o'laroq markaziy o'qlar orasidagi masofa oshib borishi bilan qazib olish sezilarli ravishda o'sadi.

Tayanch iboralar: rudani tushurish jarayoni, ajratib olish ko'rsatgichi, yer osti usulida qazish, foydali qazilmalar koni, yer osti koni lahmi, gorizont tekislik, rudaning qo'shib ketishi va yo'qotilishi, o'qlar orasidagi masofa, qazish bo'shlig'i, devorlarning qiyaligi, qazib olingan ruda, ruda massasi, tag, yotuvchi tomon, chiqarish jarayoni, samarali parametrlar, aralashib ketish va yo'qotishni kamaytirish, tayorlangan-kesuvchi va capital kon lahimi.

The variant with two-storied arrangement of drill haulage working with the release of the full height of the floor is reviewed in the article. This enables to increase the distance between the workings in the horizontal plane, while maintaining an acceptable level of losses and dilution. In contrast to the single-storied variant, the extractions with an increase in axle spacing grow up significantly.

Key words: ore release process, extraction rate, underground mining, mineral deposits, underground digging, horizontal plane of loss and dilution of ore, axle spacing, cleaning space, angle of the walls inclination, departure ore, ore mass, bottom, lying side, release mode, effective parameters, reduction of the level of losses and dilution of preparatory and rifled and permanent workings.

Выпуск отбитой руды может происходить в открытом очистном пространстве под прикрытием потолочины или непосредственно под налегающими обрушенными породами. Чтобы руда под действием собственного веса перемещалась к выпускным

выработкам, угол наклона стенок очистного блока (лежащего бока) должен быть не менее 50—55° при открытом очистном пространстве и не менее 65—75° при выпуске под налегающими обрушенными породами. Если угол падения рудных залежей

меньше указанных значений, то устраивают выпускные выработки не только в днище, но и в лежачем боку (на разных уровнях по высоте), или допускают большие потери руды, или подрабатывают пустые породы лежачего бока, вызывая засорение руды.

Выпуск руды при подземной разработке рудных месторождений характеризуется режимом и дозой. Под режимом выпуска понимается очередность обхода выпускных выработок и объемов выпуска по каждой из них. Под дозой выпуска понимается количество рудной массы, которое выпускается из одной выработки непрерывно или с перерывами до того, как перейти к следующей. При этом, следующая доза из данной выработки выпускается после выпуска руды из смежных с ней буровыпускных выработок [1, 2].

Управление процессом выпуска руды, по мнению многих ученых [2-10], имеет большое влияние на качество добываемой руды. Авторы рекомендуют выбирать режим выпуска с учетом конструктивных параметров обрабатываемой выемочной единицы и применяемого варианта системы разработки. В настоящее время разработаны следующие варианты режимов выпуска: поочередный режим; неравномерно-последовательный; равномерно-последовательный; хаотичный; перекрестный и др.

При торцевом выпуске наиболее эффективным, является равномерно-последовательный режим выпуска, однако при неравномерном оруденении показатели извлечения могут ухудшаться. При равномерно-последовательном режиме выпуска рекомендуемая минимальная доза должна быть не менее 25-30 т, а максимальная не ограничивается. Большинство исследователей рекомендуют выпускать небольшую дозу с целью равномерного опускания плоскости контакта руды и налегающих пород, при этом плоскость контакта должна быть параллельной плоскости горизонта выпуска.

Качественная и количественная характеристика добываемой руды зависит от выбора и обоснования рациональных параметров системы разработки.

При выборе параметров системы разработки с торцевым выпуском рудной массы необходимо учитывать следующие факторы:

- в случае высокого горного давления или неустойчивого рудного массива, при котором в целях сохранности буродоставочных выработок и безопасности ведения горных работ требуется увеличение расстояния между ними в вертикальной и горизонтальной плоскостях, показатели извлечения руды резко снижаются;
- расстояние между смежными выработками должно обеспечивать взаимодействие формируемых фигур выпуска посредством их пересечения, с учетом высоты отбываемого слоя;

Таблица 1

Влияние granulометрического состава на сыпучие свойства рудной массы

Средний размер куска, м	m, m^3	$D_{эл}, m$
0.15	1.17	7.16
0.18	1.03	7.63
0.2	0.94	7.98
0.22	0.87	8.3
0.25	0.78	8.8
0.35	0.61	9.91
0.4	0.54	10.54

- снижение уровня потерь и разубоживания, а также объем подготовительно-нарезных и капитальных выработок путем увеличения высоты этажа;

- толщина слоя при торцевом выпуске в первом приближении принимается равной половине малой полуоси фигуры выпуска, для обеспечения приемлемых показателей извлечения при выпуске [9].

Для определения рациональной толщины выпускаемого слоя $W_{\text{лос}}$ была проведена серия экспериментов на компьютерной модели. Как отмечалось ранее, средний размер куска рудной массы существенно влияет на ее сыпучие свойства и, как следствие, на параметры формируемой фигуры выпуска [10-12].

В качестве критерия, определяющего степень сыпучести руды, был выбран коэффициент пропорциональности m, m^3 . Его определяли в процессе компьютерного моделирования эмпирическим путем по аналогии с физическим моделированием, для каждого из средних размеров куска в исследуемом диапазоне 0,15-0,25 м.

Для сравнения с результатами физического моделирования к полученному диапазону добавили куски большего диаметра 0,35 м и 0,4 м. Высота выпускаемого слоя не изменялась и составляла 60 м. Затем, путем аналитических вычислений определяли максимальный диаметр формируемой фигуры выпуска. Результаты моделирования представлены в табл. 1.

Зависимость коэффициента пропорциональности (эксцентриситета) и диаметра формируемой фигуры выпуска от granulометрического состава показана на рис. 1.

Таким образом, чем мельче фракционный состав руды, получаемой в результате отбойки, тем больше вытянутость эллипсоида в вертикальном направлении, при одной и той же высоте отбываемого слоя. С укрупнением среднего размера куска увеличивается максимальный диаметр фигуры выпуска, в исследуемом фракционном составе рудной массы он изменяется от 7,2 до 8,8 м. При торцевом выпуске толщина отбываемого слоя может составлять от половины малой полуоси до максимального диаметра фигуры выпуска и составит 3,6-4,4 м, а ее максимум - приблизительно 8 м.

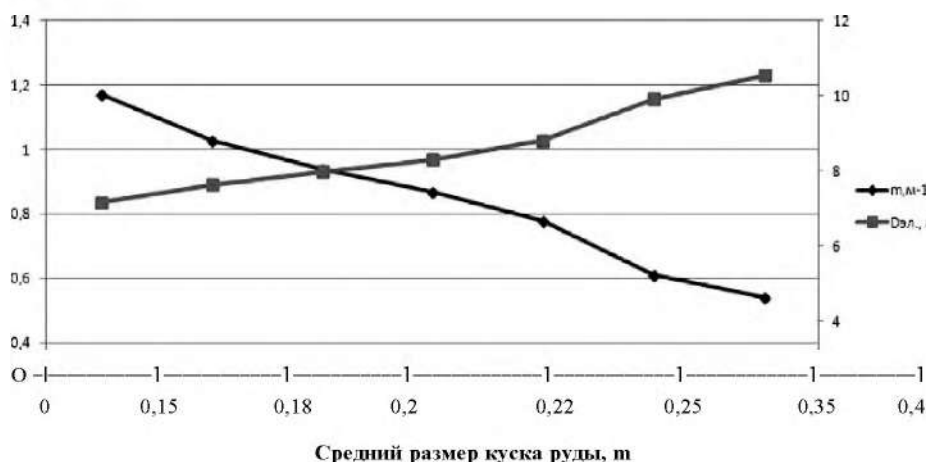


Рис. 1. Зависимость коэффициента пропорциональности и диаметра фигуры выпуска от размеров среднего куска рудной массы.

Также определена зависимость показателей извлечения при изменении толщины отбиваемого слоя. Для получения более точных данных диапазон толщин был увеличен и составил 3-8 м. Опыты проводили со средним значением размера куска в исследуемом диапазоне - 0,2 м и высотой этажа 60 м. Выпуск слоя руды с наличием торцевой породной стенки осуществляли из одиночной выработки.

Установлено, что минимальный уровень потерь руды с одинаковым уровнем ее разубоживания может быть достигнут при толщине отбиваемых слоев 6-7 м.

Таким образом, не во всех случаях толщину отбиваемого слоя следует находить как половину меньшей оси формируемой фигуры выпуска. Диапазон изменения толщины отбиваемого слоя по отношению к максимальному диаметру фигуры выпуска составляет 0,75 - 0,88, что в пересчете на высоту этажа составляет 0,095 - 0,12.

Используя выявленный диапазон коэффициента, характеризующего отношение толщины отбиваемого слоя к максимальному диаметру фигуры выпуска, можно найти рациональную толщину для любой высоты отбиваемого слоя, зная при этом средний размер куска в отбитой рудной массе.

Для обеспечения высоких показателей извлечения руды и максимальной эффективности торцевого выпуска необходимо регулировать расстояние между буродоставочными выработками [5]. Известно, что при сближении пунктов выпуска зона взаимовлияния формируемых фигур увеличивается, за счет чего достигается снижение уровня потерь и разубоживания руды. Кроме того, при обосновании расстояния важно принимать во внимание получаемый в результате отбойки гранулометрический состав рудной массы, от которого, в свою очередь, зависят параметры формируемой фигуры выпуска [12].

С целью обеспечения сохранности буродоставочных выработок необходимо учитывать геомеханическую ситуацию, складывающуюся на выпускном го-

ризонте, и глубину ведения очистных работ, а также в соответствии с требованиями безопасности определять форму, размеры и нагрузку на целики между ними. В практике разработки месторождений ширина целика обычно принимается не менее 5 м, чаще всего 7-8 м, на глубоких горизонтах и в зонах повышенного горного давления ширина целика находится в пределах 9,5-14 и более метров.

Классический вариант этажного торцевого выпуска руды с высотой этажа 80 м и

средним куском 0,2 м не позволяет формируемым фигурам выпуска иметь контакт друг с другом при межосевом расстоянии между смежными выработками 14 и более. Из этого следует, что рудный гребень, образовавшийся между этими буродоставочными выработками, может достигать высоты отбиваемого слоя, что ведет к большим потерям руды. Таким образом, для достижения наибольшей полноты извлечения полезного ископаемого в классическом варианте этажного торцевого выпуска необходимо сближать смежные выработки до расстояния равного 0,8-0,9 диаметра формируемой при заданной высоте отбиваемого слоя фигуре выпуска. Однако включение в отработку выработки нижнего яруса компенсирует отсутствие зоны контакта фигур выпуска верхнего яруса.

Таким образом, двухъярусное расположение выпускных выработок позволяет увеличивать расстояние между ними, что немаловажно для обеспечения рациональных показателей извлечения и достижения низкой себестоимости добычи, а также безопасности горных работ [13]. Затем исследовали показатели извлечения при различном расстоянии между буродоставочными выработками для одноярусного и двухъярусного варианта этажного торцевого выпуска. В пределах выемочной единицы (в данном случае секции) в один и два яруса располагали выпускные выработки, в зависимости от расстояния между ними регулировались ее параметры с таким расчетом, чтобы расстояние от оси выработки до границы выемочной единицы составляло половину межосевого расстояния между смежными выработками. Исследуемый диапазон расстояний 12-20 м, толщину выпускаемого слоя варьировали в диапазоне 7 - 7,5 м, максимальная высота слоя отбитой руды составляла 80 м, средний размер куска изменялся в диапазоне 0,2-0,25 м как наиболее распространенный для кусковых типов руд на большинстве месторождений. Руда при моделировании, помимо верхнего контакта, имела торцевой контакт с вмещающими породами. Выпуск при двухъярусном

Таблица 2

Вариант этажного торцевого выпуска рудной массы с одним горизонтом выпуска										Вариант двухъярусного этажного торцевого выпуска рудной массы									
Средний размер куска 0,2 м																			
Расстояние между ВДВ по осям, м	12	13	14	15	16	17	18	19	20	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
П, %	19,78	21,66	24,71	27,24	30,94	33,8	37,53	40,19	43,5	17,44	18,15	18,26	19,39	19,62	20,04	20,38	20,54	21,15	
Р, %	25,34	25,35	25,36	25,36	25,36	25,35	25,38	25,34	25,36	26,07	25,75	25,86	25,3	25,47	25,31	25,5	25,76	25,83	
Кд., дол. ед.	1,07	1,05	1,01	0,97	0,93	0,89	0,84	0,80	0,76	1,12	1,10	1,10	1,08	1,08	1,07	1,07	1,07	1,06	
Средний размер куска 0,225 м																			
Расстояние между ВДВ по осям, м	12	13	14	15	16	17	18	19	20	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
П, %	14,72	16,62	18,9	21,68	24,88	28,19	31,56	34,7	37,88	13,52	13,57	13,79	14,92	14,54	15,02	15,61	15,92	16,41	
Р, %	25,31	24,96	24,93	24,91	24,89	24,88	24,88	24,87	24,87	25,59	25,69	25,59	25,13	25,43	25,29	25,13	25,26	25,01	
Кд., дол. ед.	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,91	0,87	0,83	1,16	1,16	1,16	1,14	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11	
Средний размер куска 0,25 м																			
Расстояние между ВДВ по осям, м	12	13	14	15	16	17	18	19	20	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
П, %	12,99	14,91	17,24	19,88	22,9	26,13	29,52	32,74	35,75	12,49	13,01	13,46	13,73	14,06	14,46	14,82	15,28	15,52	
Р, %	25,00	25,04	25,05	25,00	25,00	25,01	25,00	25,00	25,00	25,2	25,1	25,04	25,18	24,73	24,91	24,86	24,68	24,85	

П, %

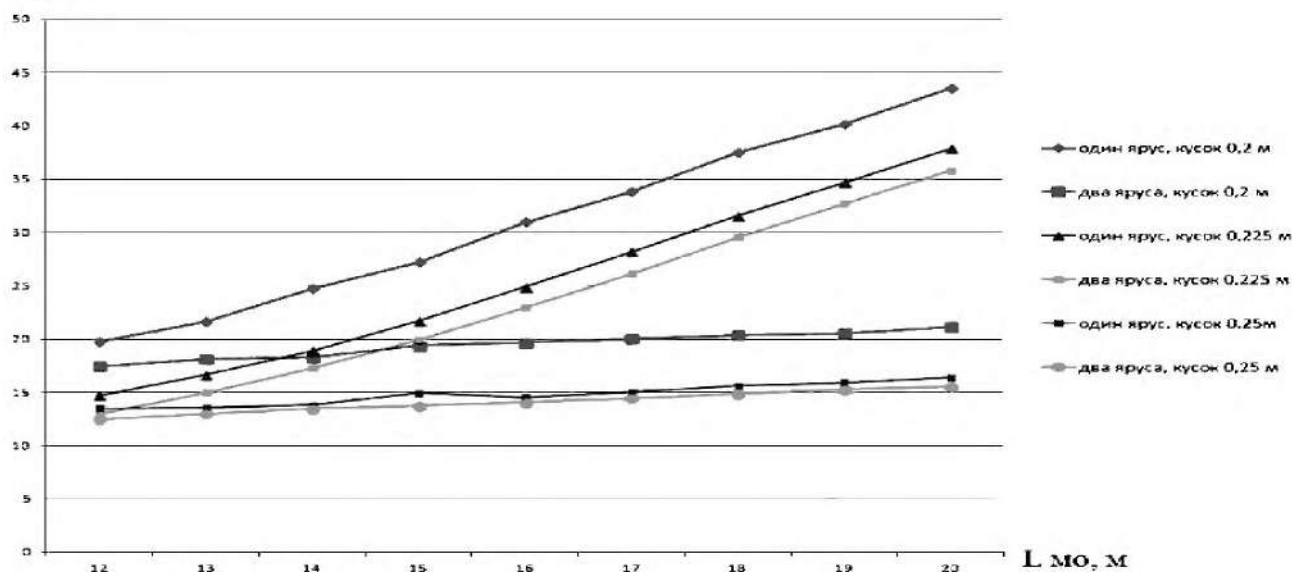


Рис. 2. Зависимость уровня потерь от конструкции горизонта выпуска и фракционного состава рудной массы.

исполнении осуществляли равномерно-последовательно, на первом этапе в выпуске рудной массы участвовали только выработки находящиеся на верхнем ярусе, по достижении предельного разубоживания (25 %) установленного вручную, включались в отработку выработки нижнего яруса (второй этап), где предельное разубоживание также составляло 25 % [13].

Полученные результаты приведены в таблице 2. На основании данных таблицы построены зависимости уровня потерь руды от расстояния между выра-

ботками с учетом среднего размера куска рудной массы (рис. 2).

Таким образом, показан вариант с двухъярусным расположением буродоставочных выработок при выпуске на всю высоту этажа, который позволяет увеличить расстояние между выработками в горизонтальной плоскости, при сохранении приемлемого уровня потерь и разубоживания, в отличие от одноярусного варианта, где показатели извлечения с увеличением межярусного расстояния существенно возрастают.

Библиографический список

1. Ищенко В.Л., Павлов А.А., Мустафин В.И. Рациональный режим выпуска руды // Геотехнологии при разработке рудных месторождений // ГИАБ. Отдельные статьи (специальный выпуск).-2013.-№04.-28с.- М.: изд. «Горная книга».
2. Пелелев Р.Г. Выпуск под обрушенными породами: Уч. пособие.- М.: МГГУ, 2012.- С. 56.
3. Барон Л.Н., Фугзан М.Д. Исследование выпуска руды при системе этажного принудительного обрушения с выемкой полями. – М.-Л.: 1989. – 106 с.
4. Дроздов В.С. Определение показателей извлечения руды и целесообразность увеличения высоты блоков для систем с массовым обрушением при мелкокусковых налегающих породах // Дисс. канд. техн. наук.- М.: МГИ, 1972.
5. Жигалов М.Л., Галкин В.А., Кузьмин Е.В. Стохастическое моделирование выпуска руды //Сб: Научные труды МГИ. - М.: МГИ, 1993.
6. Зенько Д.К. Обоснование параметров технологии торцевого выпуска при регулировании гранулометрического состава руды // Дисс. канд. техн. наук. – М.: МГГУ, 2002.
7. Именитов В.Р. Системы подземной разработки рудных месторождений. - М.: МГГУ, 2000. – 297 с.
8. Именитов В.Р., Ковалев И.А., Уралов В.С. Моделирование обрушения и выпуска руды. – М.: МГИ, 1991. – 151 с.
9. Куликов В.В. Выпуск руды. - М.: Недра, 1980. – 303 с.
10. Павлов А.А., Мустафин В.И., Романов В. А., Сухов Д. И. Влияние гранулометрического состава рудной массы на параметры торцевого выпуска при изменяющейся высоте подэтажа // Геотехнологии при разработке рудных месторождений // ГИАБ. Отдельные статьи (специальный выпуск).-2013.-№04.-28с.- М.: изд. «Горная книга».
11. Мартынов В.К., Симфоров Г.Е., Безух Р.Е., Дрочилов Л.Г. Зависимость показателей извлечения от гранулометрического состава руды и разубоживающих пород // Сб. «Разработка рудных месторождений».- Киев.-№12.-1971.-С. 40-43.
12. Савич И.Н., Зенько Д.К. Влияние гранулометрического состава и его изменений на параметры выпуска руды // Сборник «Роль науки и образования для устойчивого развития на пороге третьего тысячелетия». - М.: Издательство МГГУ, 2000, Том 1.- С. 137-139.
13. Савич И.Н., Мустафин В.И. Перспективы применения и обоснование проектных решений при этажном и подэтажном торцевом выпуске руды // ГИАБ.-2015.-ОБ-1.-С.419-429.- М.: изд. «Горная книга».

УДК 622.235 (043.3)

© Нутфуллаев Г.С., Райимов С.С., Турсунов Э.Т. 2017 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВА СКВАЖИННОГО ЗАРЯДА ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ С КУМУЛЯТИВНЫМ ЭФФЕКТОМ В МАССИВЕ РАЗНОПРОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Нутфуллаев Г.С., ассистент кафедры «Горное дело», канд. техн. наук НГГИ; Райимов С.С., зам. главного инженера по горным работам рудника «Мурунтау» ЦРУ НГМК; Турсунов Э.Т., начальник ПТО рудника «Мурунтау» ЦРУ НГМК.

Turli mustahkamlikdagi tog' jinslari massivida portlovchi moddalarning skvajinali zaryadlarini kumulyativ effekt orqali portlatish ta'sirining fizikaviy modellashtirish metodikasi ishlab chiqilgan. Aniqlangan o'zgarish qonuniyatlari: kumulyativ yopilishda konus qoplamasi balandligidan yopilish tezligi, fokus masofasidan qattiq oraliq qatlamlargacha bo'lgan kumulyativ voronkaning yopilish burchagi, kumulyativ qoplama tepasi va mustahkam qatlamlar aro buzilish chuqurligidan fokus masofaga bog'lik bo'lgan kumulyativ oqim tezligi.

Tayanch iboralar: fizik modellashtirish metodikasi, portlashning ta'siri, skvajinadagi zaryad, portlovchi modda, kumulyativ samaradorlik, kon massiv, har-xil qattqlikdagi jinslar, kumulyativ o'yiqning yopilishi, konusli qoplama balandligi, yopilish burchagi, fokus masofa, buzilish chuqurligi, qovushqoqlik qonuniyati, berk tizim tenglamasi, tog' jinslarini maydalashda unumdorlikni oshirish, burg'ulash portlatish ishlari parametrlari, noqulay gidrogeologik sharoit.

A method of physical modeling of explosion effects of the downhole explosive charges with the cumulative effect in massif of rocks of different strength was developed. Determined the laws of change: the collapse rate of charge hollow from the conical lining height, collapse angle of cumulative funnel from the focal distance to the good streaks, cumulative jet speed on the angle of the top of the cumulative lining and the destruction depth of good streaks, depending on the focal distance.

Key words: method of physical modeling, explosion effects, downhole charge, explosives, cumulative effect, rocks of different strength massif, collapse rate of charge hollow, conical lining height, collapse angle, focal distance, destruction depth, theory of elasticity, closed system of equations, crushing intensification of the rock massif, parameters of drilling and blasting operations, complex hydrogeological conditions.

Постановка смешанной задачи теории упругости определяется полной замкнутой системой уравнения [1-11].

На основе теоретических положений, изложенных в работах [1-3, 6-8, 12-14] эффективные параметры буровзрывных работ основных и дополнительных укороченных скважинных зарядов с кумулятивным эффектом в соответствии с теорией подобия определяются из выражения: (1)

$$F_1\left(\frac{a}{d}, \frac{b}{d}, \frac{c}{d}, \frac{l}{d}, \frac{l_{ук}}{d}, \frac{W}{d}, \frac{L}{d}, \frac{H}{d}, \sigma_{сжс}, \sigma_{раст}, C, \alpha, \varphi, \tau, q, \rho, \xi\right) = 0$$

где $a, b, c, l, l_{ук}, d, W$ – соответственно, расстояние между скважинными зарядами в ряду, расстояние между рядами, расстояние от основной скважины до укороченной, глубина скважины, глубина укороченной скважины, диаметр скважины и линия наименьшего сопротивления (ЛНС); $L, H, \sigma_{сжс}, \sigma_{раст}$ – мощность и глубина залегания крепких включений, прочность на сжатие и растяжение разнопрочного массива; $C, \tau, \alpha, \varphi, \xi, \rho$ – соответственно, величины сцепления и сопротивления сдвига, внутреннего трения, угол естественного откоса, массовая влажность и плотность взрываемого массива; q – удельный расход скважинных зарядов.

В модельных экспериментах параметры $\sigma_{сжс}, \sigma_{раст}, C, \tau, \alpha, \varphi, \xi, \rho, q$ не изменялись, поэтому в расчетах они не участвовали.

В основу был положен принцип геометрического подобия, который при идентичности условия взрывания скважинного заряда ВВ обеспечивает подобие результатов взрывов в натуре и на модели. Соответственно, для измерения волн напряжений укороченных скважинных зарядов ВВ с кумулятивным эффектом и изучения качества дробления вводились следующие критерии подобия:

– условие равенства приведенного расстояния между скважинными зарядами в ряду, в натуре и на модели:

$$\overline{a}^n = \frac{a^n}{d^n} = \overline{a}^m = \frac{a^m}{d^m}; \quad (2)$$

– условие равенства приведенного расстояния между рядами скважинных зарядов ВВ в натуре и на модели:

$$\overline{b}^n = \frac{b^n}{d^n} = \overline{b}^m = \frac{b^m}{d^m}; \quad (3)$$

– условие равенства приведенного расстояния от основной до укороченной скважины в натуре и на модели:

$$\overline{c}^n = \frac{c^n}{d^n} = \overline{c}^m = \frac{c^m}{d^m}; \quad (4)$$

– условие равенства приведенной глубины скважинного заряда в натуре и на модели:

$$\overline{l}^n = \frac{l^n}{d^n} = \overline{l}^m = \frac{l^m}{d^m}; \quad (5)$$

– условие равенства приведенной глубины укороченной скважины в натуре и на модели:

$$\overline{l_{ук}}^n = \frac{l_{ук}^n}{d^n} = \overline{l_{ук}}^m = \frac{l_{ук}^m}{d^m}; \quad (6)$$

– условие равенства приведенной ЛНС в натуре и на модели:

$$\overline{W}^n = \frac{W^n}{d^n} = \overline{W}^m = \frac{W^m}{d^m}; \quad (7)$$

– условие равенства приведенной мощности крепких включений в натуре и на модели:

$$\overline{L}^n = \frac{L^n}{d^n} = \overline{L}^m = \frac{L^m}{d^m}; \quad (8)$$

– условие равенства приведенной глубины залегания крепких включений в натуре и на модели:

$$\overline{H}^n = \frac{H^n}{d^n} = \overline{H}^m = \frac{H^m}{d^m}; \quad (9)$$

где $\overline{a}^n, \overline{a}^m, \overline{b}^n, \overline{b}^m, \overline{c}^n, \overline{c}^m, \overline{l}^n, \overline{l}^m, \overline{l_{ук}}^n, \overline{l_{ук}}^m, \overline{W}^n, \overline{W}^m,$

$\overline{L}^n, \overline{L}^m, \overline{H}^n, \overline{H}^m$ – соответственно, приведенные расстояния между скважинными зарядами в ряду, расстояния между рядами скважинных зарядов, расстояние от основной скважины до укороченной, глубины скважинного заряда, глубины укороченной скважины, ЛНС, мощность и глубина залегания крепких включений в натуре и в модели;

$a^n, a^m, b^n, b^m, c^n, c^m, l^n, l^m, l_{ук}^n, l_{ук}^m, W^n, W^m, L^n, L^m, H^n, H^m$ – соответственно, расстояния между скважинными зарядами в ряду, расстояния между рядами скважинных зарядов, расстояние от основной до укороченной скважины, глубины скважинного заряда, глубины укороченной скважины, ЛНС, мощности и глубины залегания крепких включений в натуре и в модели;

d^n, d^m – соответственно, диаметр скважины в натуре и в модели.

Полученная система критериев подобия (2)–(9) позволяет моделировать различные задачи механики упруго-деформируемых тел.

В случае, когда источник возмущения и импульс, распространяющиеся в среде полностью смоделированы, переход от расстояния между скважинными зарядами в натуре и в модели осуществляется по уравнению:

$$a^n = \frac{d^n}{d^m} a^m. \quad (10)$$

Переходя от модели к натуре, расстояние между рядами скважинных зарядов, расстояние от основной до укороченной скважины, глубину скважинного заряда, глубину укороченной скважины, ЛНС определяют по уравнениям:

$$a^m = \frac{d^m}{d^n} a^n, \quad (11)$$

$$c^m = \frac{d^m}{d^n} c^n, \quad (12)$$



Рис. 1. Массив разнопрочных горных пород, подготовленный для производства экспериментальных работ.

$$l^n = \frac{d^n}{d^m} l^m, \quad (13)$$

$$l_{ук}^n = \frac{d^n}{d^m} l_{ук}^m, \quad (14)$$

$$W^n = \frac{d^n}{d^m} W^m. \quad (15)$$

Соответственно, переходя от модели к натуре мощность и глубину залегания крепких включений определяют по уравнениям:

$$H^n = \frac{d^n}{d^m} H^m, \quad (16)$$

$$L^n = \frac{d^n}{d^m} L^m. \quad (17)$$

Методика физического моделирования. Экспериментальные исследования действия взрыва скважинных зарядов ВВ с кумулятивным эффектом в массиве разнопрочных горных пород методом физического моделирования проводились на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов. Разрез исследуемого массива приведен на рис. 1.

В качестве эксперимента были выбраны участки, на которых можно было выдержать параметры буровзрывных работ, с целью установления рациональ-



Рис. 2. Экспериментальный участок Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов.



Рис. 3. Бурение экспериментальных шпуров перфоратором ПР-19.

ных параметров заряда ВВ с кумулятивной выемкой и визуального определения качества взрыва (рис. 2).

Экспериментальные исследования проводились следующим образом. Масштаб моделирования был принят 1:7. Бурение шпуров диаметром 36 mm производилось перфоратором марки ПР-19 (рис. 3).

Заряжание шпуров производилось патронированным ВВ марки Nobelit-216Z диаметром 32 mm с удельным расходом 0,4-0,45 kg/m³. Забойка шпуровых зарядов производилась супесью. Взрывание шпуровых зарядов осуществлялось с применением электродетонаторов мгновенного действия ЭД-8Э с использованием взрывной машинки КПМ-1А.

Выполненные ранее теоретические и экспериментальные исследования [15-18] показали, что форма донной части заряда оказывает существенное влияние на состояние поверхности и уровень подошвы разнопрочного горного массива после взрыва. Различные формы донной части предлагается выполнять с помощью конусной облицовки, изготовленной из металлического материала. При определенных геометрических параметрах конуса 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 конус. Это позволит снизить величину бурения скважинных зарядов, выйти на проектную отметку подошвы уступа и обеспечить необходимый гранулометрический состав взорванной массы.

Параметры БВР, используемые при проведении промышленных экспериментов на карьере Ташкура Джерой - Сардаринского месторождения фосфоритов: сеть бурения- 1,3 x 1,3 m, глубина - 1,2 m, диаметр шпуров - 36 mm; тип ВВ - Nobelit-216Z; удельный расход ВВ - 0,4-0,45 kg/m³. Промышленные исследования проводились методом сравнения результатов взрывов зарядов сплошной конструкции и зарядов с кумулятивной выемкой в донной части укороченных шпуров, взрывааемых на одном блоке. Критерием оценки эффективности исследуемых конструк-



Рис. 4. Механизм опускания цилиндра из пенопласта на дно шпура.

ций являлись интенсивность дробления горной массы и качество проработки подошвы уступа. Качество дробления оценивали по гранулометрическому составу и диаметру среднего куска разрушенной породы (с помощью фотопланиметрического метода), проработку подошвы уступа определяли маркшейдерской съемкой уступа после взрыва.

Технология заряжания шпуров на опытном участке была следующей: вначале на дно шпуров опускали цилиндр из пенопласта (рис. 4), диаметром, равным диаметру шпура, высотой $(6-8)d$, где d – диаметр кумулятивного заряда (mm), который служит для создания фокусного расстояния. Далее на веревке опускали кумулятивную воронку с углом вершины 45° (рис. 5), после чего с помощью зеркала и отраженного света контролировалось его положение, затем в шпур засыпали ВВ, опускали электродетонатор и заряжали остальное количество ВВ, а сверху засыпали забойку.

Массу ВВ определяли по формуле:

$$Q=(0,6\div 1,0)\cdot q\cdot h_{\text{кв}}^3, \text{ kg}, \quad (18)$$

где q – удельный расход ВВ, kg/m^3 , принят $0,5\div 0,6 \text{ kg}/\text{m}^3$; $h_{\text{кв}}$ – мощность крепких пропластков, m.

Обработка результатов экспериментальных исследований действия заряда ВВ проводилась по методикам, изложенным в работах [19-21].

При этом необходимое число экспериментов устанавливалось статистическим путем по величине коэффициента вариации – $K_{\text{вар}}$, допускаемой ошибки – $K_{\text{доп}}$ и задаваемой надежности – P . Число экспериментов определялось по формуле:

$$n = t^2 \frac{K_{\text{вар}}^2}{K_{\text{доп}}^2}, \quad (19)$$

где t – нормированное отклонение, зависящее от задаваемой надежности P .



Рис. 5. Кумулятивная воронка из металлической облицовки.

Для научно-исследовательских работ рекомендуются значения $P=0,9$, $K_{\text{доп}}=5-10\%$. Величина $K_{\text{вар}}$ устанавливается путем статистической обработки экспериментальных данных по формуле:

$$K_{\text{вар}} = \frac{\sigma}{M} 100\%; \quad (20)$$

где M – математическое ожидание результатов измерения:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - M)^2}{n-1}}; \quad M = \frac{\sum X_i}{n}, \quad (21)$$

X_i – отдельные результаты измерения; n – число экспериментов.

При значении коэффициента вариации $K_{\text{вар}}$, лежащего в пределах $5-10\%$, получены значения $n=3-4$ – число экспериментов для каждой точки наблюдения.

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 кумулятивный заряд, приводит к занижению подошвы уступа на $80-85 \text{ см}$ (по сравнению с контрольным участком, на котором использовали обычные сплошные заряды).

Результаты проведенных экспериментов также показали, что расположение в донной части кумулятивной воронки оказывает влияние на интенсивность взрывного разрушения горных пород: диаметр среднего куска при использовании данных зарядов снижается на $8,2\%$, выход средних фракций ($10-40 \text{ mm}$) увеличивается на 20% , а выход крупных фракций (свыше 40 mm) снижается на 20% (табл. 1).

Как показал анализ видеосъемки процесса вылета забойки из шпура наличие кумулятивной выемки в ней приводит к тому, что забойка вылетает в среднем позже на 30% чем при взрыве зарядов без кумулятивной выемки. Это приводит к тому, что действие

Таблица 1

Влияние расположения конусной облицовки в донной части заряда на интенсивность взрывного разрушения горных пород в условиях карьера Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов

Участок	Процентное содержание фракций, мм						Диаметр среднего куска, мм
	0-10	10-20	20-40	40-60	60-80	>80	
Контрольный	8,1	26,9	29,2	22,2	12,1	1,5	34,13
Опытный	8,0	30,8	31,4	19,2	10,1	0,5	31,56

газообразных продуктов детонации на среду увеличивается и улучшается дробление. Обработка фотоплаграмм подтверждает это предположение. Расположение в донной части скважины кумулятивной выемки оказывает влияние на интенсивность взрывного разрушения горных пород:

- диаметр среднего куска при использовании данных зарядов снижается в среднем на 12 %;
- выход средних фракций увеличивается в 1,2–1,4 раза, а выход крупных фракций снижается в 1,3–1,7 раза, выход мелких фракций при использовании данной конструкции заряда практически не изменяется.

Изменение скорости схлопывания кумулятивной выемки в зависимости от высоты конусной облицовки. В результате полигонных испытаний установлена параболическая зависимость изменения скорости схлопывания кумулятивной выемки в зависимости от высоты конусной облицовки, результаты которых приведены на рис. 6.

При высоте конусной облицовки 2 см скорость схлопывания максимальна, т.к. взрывная волна с наибольшим давлением воздействует на кумулятивную воронку, поэтому кумулятивная облицовка будет схлопываться быстрее. При увеличении высоты конусной облицовки скорость схлопывания уменьшается, график скорости схлопывания кумулятивной облицовки убывает.

В результате статистической обработки полигонных испытаний по определению скорости схлопывания кумулятивной выемки в зависимости от высоты конусной облицовки получена эмпирическая формула расчета:

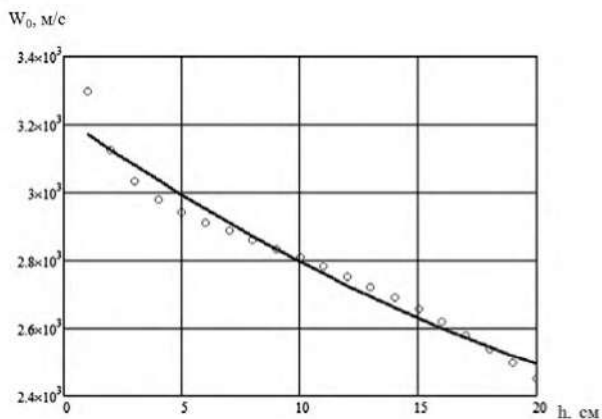


Рис. 6. Изменение скорости схлопывания кумулятивной выемки в зависимости от высоты конусной облицовки.

$$W_0 = 0,594h^2 - 48,119h + 3218, \quad (22)$$

где h – высота конусной облицовки, мм.

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет $0,98 \pm 0,02$.

Изменение угла схлопывания кумулятивной воронки в зависимости от фокусного расстояния до крепкого пропластка. В результате полигонных испытаний установлена логарифмическая зависимость изменения угла схлопывания кумулятивной воронки в зависимости от фокусного расстояния до крепкого пропластка, результаты которых приведены на рис. 7.

В рассмотренном случае угол схлопывания кумулятивной воронки при фокусном расстоянии до крепкого пропластка от 2 до 20 см колеблется в пределах от 33 до 40° . В интервале от 2 до 4 см идёт резкое возрастание угла схлопывания из-за большого давления взрывной волны на кумулятивную воронку. Затем при фокусном расстоянии от 4 до 10 см величина угла схлопывания уменьшается, т.к. скорость схлопывания уменьшается из-за уменьшения давления взрывной волны действующего на кумулятивную воронку. При фокусном расстоянии от 10 до 20 см угол схлопывания возрастает вследствие того, что давление на кумулятивную воронку возрастает за счёт влияния помимо основной волны (движущуюся по радиальному направлению) ещё и волны отражённой от стенок корпуса, т.к., расстояние от кумулятивной воронки до корпуса уменьшается и при 20 см минимальна.

В результате статистической обработки полигонных испытаний по определению угла схлопывания кумулятивной воронки в зависимости от фокусного расстояния до крепкого пропластка получена эмпирическая формула расчета:

$$\alpha = 0,463 \ln(L - 1) + 37,534, \quad (23)$$

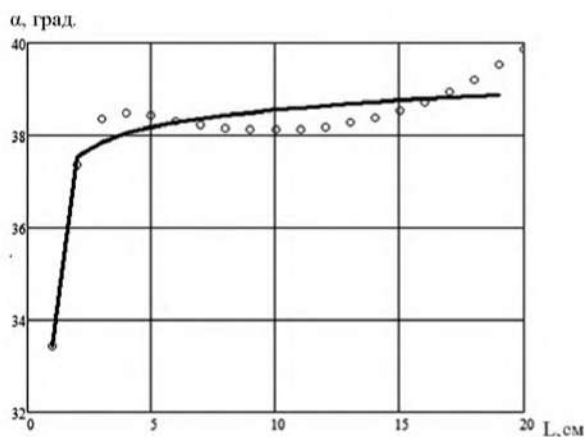


Рис. 7. Изменение угла схлопывания кумулятивной воронки в зависимости от фокусного расстояния до крепкого пропластка.

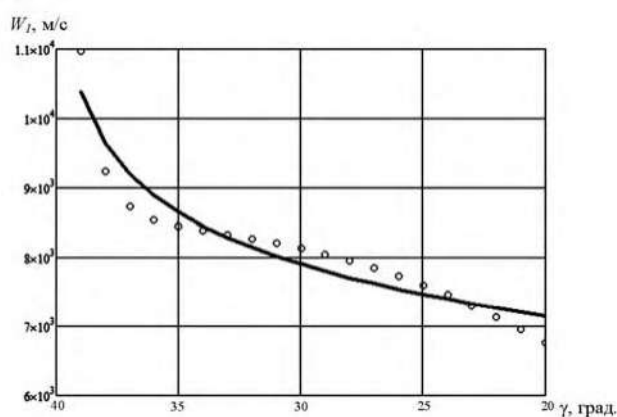


Рис. 8. Изменение скорости кумулятивной струи в зависимости от угла вершины кумулятивной облицовки.

где L – фокусное расстояние до крепкого пропластка, мм.

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет $0,94 \pm 0,04$.

Изменение скорости кумулятивной струи в зависимости от угла вершины кумулятивной облицовки. В результате полигонных испытаний установлена логарифмическая зависимость изменения скорости кумулятивной струи в зависимости от угла вершины кумулятивной облицовки, результаты которых приведены на рис. 8.

При угле вершины кумулятивной облицовки 40° скорость кумулятивной струи максимальна, т.к. фронт взрывной волны с большим давлением воздействует на кумулятивную воронку, поэтому в этом сечении скорость будет высокая. При уменьшении угла вершины кумулятивной облицовки скорость кумулятивной струи будет уменьшаться.

В результате статистической обработки полигонных испытаний по определению скорости кумулятивной струи в зависимости от угла вершины кумулятивной облицовки получена эмпирическая формула расчета:

$$W_1 = -1074 \ln \gamma + 10370 \quad (24)$$

где γ – угол вершины кумулятивной облицовки, град.

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет $0,95 \pm 0,02$.

Изменение глубины разрушения крепкого пропластка в зависимости от фокусного расстояния. В результате полигонных испытаний установлена логарифмическая зависимость изменения глубины разрушения крепкого пропластка в зависимости от фокусного расстояния, результаты которых приведены на рис. 9.

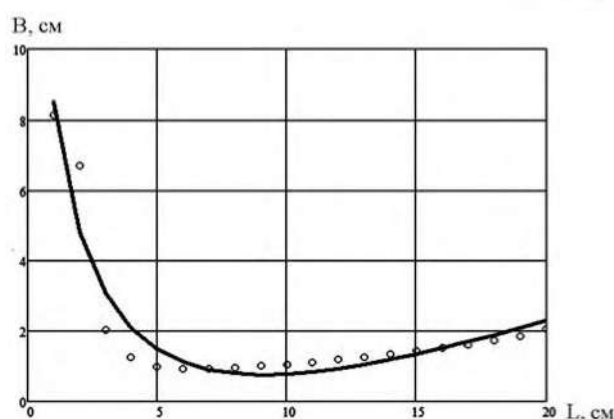


Рис. 9. Изменение глубины разрушения крепкого пропластка в зависимости от фокусного расстояния.

При фокусном расстоянии от 2 до 5 см глубина пробития крепкого пропластка уменьшается из-за того, что кумулятивная струя имеет большой импульс (скорость элементов кумулятивной струи максимальная). Но при увеличении фокусного расстояния глубина пробития резко уменьшается до определенного предела.

В результате статистической обработки полигонных испытаний по определению глубины разрушения крепкого пропластка в зависимости от фокусного расстояния получена эмпирическая формула расчета:

$$B_N = -8,882 \ln L + 5,87 \sqrt{L} + 2,656 \quad (25)$$

где L – фокусное расстояние до крепкого пропластка, мм.

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет $0,95 \pm 0,03$.

В результате проведенных исследований разработана методика физического моделирования действия взрыва скважинного заряда взрывчатых веществ с кумулятивным эффектом в массиве разнопрочных горных пород. Установлены закономерности изменения:

- скорости схлопывания кумулятивной выемки от высоты конусной облицовки;
- угла схлопывания кумулятивной воронки от фокусного расстояния до крепкого пропластка;
- скорости кумулятивной струи от угла вершины кумулятивной облицовки и глубины разрушения крепкого пропластка в зависимости от фокусного расстояния.

Библиографический список

1. Физика взрыва / Под ред. Л.П. Орленко. – 3-е изд., исправленное. – В 2 т. – М.: Физматлит, 2004. – 488 с.
2. Орленко Л.П. Физика взрыва и удара. Учебное пособие для вузов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 304 с.
3. Высокоскоростное взаимодействие тел. / Под ред. В.М. Фомина. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 1999. – 600 с.
4. Кобылкин И.Ф., Селиванов В.В., Соловьев В.С., Сысоев Н.Н. Ударные и детонационные волны. Методы исследования. – 2-ое изд., перераб. и дополн. – М.: Физматлит, 2004. – 367 с.
5. Ударные волны и экстремальные состояния вещества / Под ред. В.Е. Фортова и др. – М.: Наука, 2000. – 425 с.
6. Свойства конденсированных веществ при высоких давлениях и температурах / Под ред. Р.Ф. Трунина. – Арзамас-16: Изд. ВНИИЭФ, 1992. – 398 с.

7. *Высокоскоростные ударные явления* / Под ред. В.Н. Николаевского. – М.: Мир, 1973.
8. Каннель Г.И., Разоренов С.В., Уткин А.В., Фортвов В.Е. *Ударно-волновые явления в конденсированных средах*. – М.: Янус-К, 1996. – 407 с.
9. Мосинец В.Н. *Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах*. – М.: Недра, 1976. – 271 с.
10. Мосинец В.Н., Абрамов А.В. *Разрушение трещиноватых и нарушенных горных пород*. – М.: Недра, 1982. – 248 с.
11. Валаханович Е.М. *Исследование влияния схем иницирования скважинных зарядов на разрушение разнопрочных слоистых пород*; Дис. канд. техн. наук. – Москва: ВНИПИПромтехнологии, 1980. – 212 с.
12. Мосинец В.Н., Котенко Е.А., Рубцов С.К., Штейнберг А.Б. *Отчет о НИР. А-78426*. – Москва. Фонды ВНИПИПромтехнологии, 1973. – 248 с.
13. Ефремов Э.И. *Взрывание с внутрискважинными замедлениями*. – Киев: Наукова думка, 1971. – 170 с.
14. Мосинец В.Н., Рубцов С.К., Климов Ю.В. *Пути повышения эффективности действия взрыва в разнопрочных горных породах* // Горно-металлургическая промышленность. – Ташкент: ОНТИ ВНИПИПТ, 1976. – №5. – С. 17-22.
15. Мосинец В.Н., Рубцов С.К., Климов Ю.В. *Основные направления повышения эффективности действия взрыва в разнопрочных горных породах со скальными включениями* // Вопросы атомной науки и техники. Сер: «Геология и горное дело». – М.: ЦНИИАтоминформ, 1978. – Вып. 3 (28). – С. 28-40.
16. Мосинец В.Н., Котенко Е.А., Рубцов С.К. и др. *Подготовка буровзрывным способом вскрышных пород со скальными пропластками для экскавации и транспортирования роторным комплексом* // Физика горных пород и процессы. Тез. докл. на Всесоюзной научной конференции ВУЗов СССР с участием научно-исследовательских институтов. – М.: МГИ, 1974. – С. 169.
17. Мосинец В.Н., Котенко Е.А., Рубцов С.К. и др. *Экспериментальное исследование разработки роторным комплексом вскрышных пород со скальными пропластками* // Горно-металлургическая промышленность. – М.: ОНТИ ВНИПИПТ, 1974. – № 10. – С. 9-12.
18. Мосинец В.Н., Котенко Е.А., Рубцов С.К. и др. *Разработка роторным комплексом мягких вскрышных пород с включением твердых пропластков* // Горный журнал. – М., 1976. – № 1. – С. 25-28.

УДК 622.235 (043.3)

© Шарипов С.С., Нутфуллаев Г.С., Саидов О.О. 2017 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИСТРАЦИИ ИМПУЛЬСА ВОЛНЫ НАПРЯЖЕНИЙ В МАССИВЕ РАЗНОПРОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Шарипов З.С., главный инженер рудника «Мурунтау» ЦРУ НГМК; Нутфуллаев Г.С., ассистент кафедры «Горное дело», канд. техн. наук НГГИ; Саидов О.О., зам. главного инженера по буровзрывным работам рудника «Мурунтау» ЦРУ НГМК.

Maqolada kuchlanish to'liqini impulsini qayd etish metodikasini modellashtirishning ishlab chiqilishi keltirilgan. Ushbu metodika turli mustahkamlikdagi kon jinslari massivida qisqartirilgan skvajinali zaryadlar portlovchi moddalarining harakatini belgilash imkonini beradi. Ular asosida, sanoat zaryadlari energetik xossalari bog'lik kuchlanish to'liqining parametrlari aniqlangan.

Tayanch iboralar: *modellashtirish metodikasi, impulsni qayd etish, zo'riqish to'liqini, portlash ta'siri, kichraytirilgan skvajinali zaryad, portlovchi moddalar, kumulyativ o'yiq, har-xil qattqlikdagi tog' jinsi, burg'ulash portlatish parametrlari, energetik xususiyat, tarkib, kon massasining tuzulishi.*

The article describes the development of modeling technique for record of wave voltage pulse. This technique allows you to set the actions of shortened downhole explosive charges with charge hollow in massif of different rocks. On this basis, were determined the parameters of the stress waves, depending on the properties of industrial energy charges, composition and structure of the massif of rocks of different strength.

Key words: *modeling technique, pulse record, stress wave, explosion action, shortened downhole charge, explosives, charge hollow, rock of different strength, parameters of drilling and blasting operations, energy properties, composition, structure of rock massif.*

Рассмотрим результаты моделирования распределения давления от расстояния и погрешностей, полученных по закону нормального распределения.

В первом приближении все используемые датчики регистрации импульсного сигнала (рис. 1) можно расположить только по вертикали – ось Z (рис. 2). Такая геометрия расположения датчиков позволяет

регистрировать распределение давления только вдоль оси Z. В этом случае, достоверные данные с небольшим количеством датчиков регистрации импульсного сигнала будут получаться, если фронт волны имеет круговую структуру. При этом все датчики располагаются внутри одной «холостой» скважины на одинаковом расстоянии друг от друга.



Рис. 1. Датчик регистрации импульсного сигнала СВ-10Ц.

Геометрия расположения датчиков регистрации импульсного сигнала, приведенная на рис. 3, позволяет получить распределение давления в двух направлениях, что эффективно при изучении эллиптического фронта волны. Анизотропия грунта по осям Z и X преобразует круговой фронт в эллиптическую и, следовательно, данное расположение позволяет изучить анизотропию состава грунта по направлениям. Оптимальное количество датчиков регистрации импульсного сигнала определяется симметрией формы фронта волны в пространстве.

Более полную информацию о структуре фронта волны можно получить с помощью семи датчиков регистрации импульсного сигнала, расположенных в узлах равномерного шестиугольника, и одного датчика регистрации импульсного сигнала, расположенного в центре (рис. 4).

Для размещения датчиков регистрации импульсного сигнала требуется 5 «холостых» скважин симметрично расположенных относительно центральной «холостой» скважины. Все «холостые» скважины желательно расположить в одной плоскости, ориентированной перпендикулярно направлению распро-

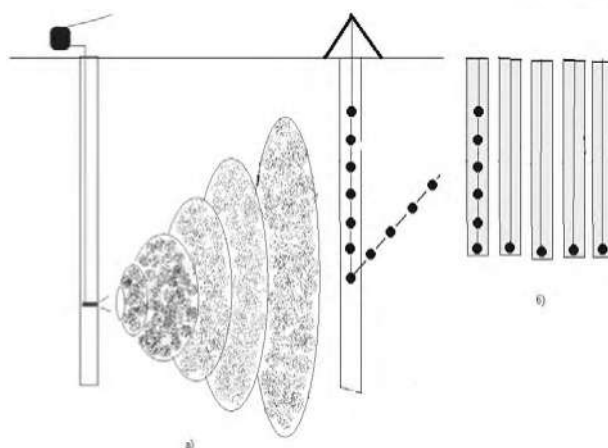


Рис. 3. Двумерное расположение датчиков регистрации импульсного сигнала: а – общая схема расположения; б – геометрия расположения датчиков регистрации импульсного сигнала друг относительно друга.

странения. Расстояние между «холостыми» скважинами выбирается по закону косинуса от энергии взрывчатого вещества и параметра грунта, обуславливающего рассеяние волны.

Очень подробную информацию о структуре взрыва можно получить с помощью 13 датчиков регистрации импульсного сигнала, которые расположены в центре, и 2-х групп датчиков регистрации импульсного сигнала, расположенных вокруг центрального (рис. 6).

Каждый шестиугольник смещен относительно других под углом 90° . Радиус «холостой» скважины также выбирается с учетом мощности ВВ и особенностей грунта, согласно табл. 1 и рис. 7.

Как видно из рис. 7, резкое изменение давления наблюдается в интервале $(1,6) t/t_0$. Следовательно, расстояние между датчиками регистрации импульсного сигнала должно быть порядка g и диапазон охвата фронта волны не должен превышать $(8,10) t/t_0$ при заданной массе $M_{ВВ}$.

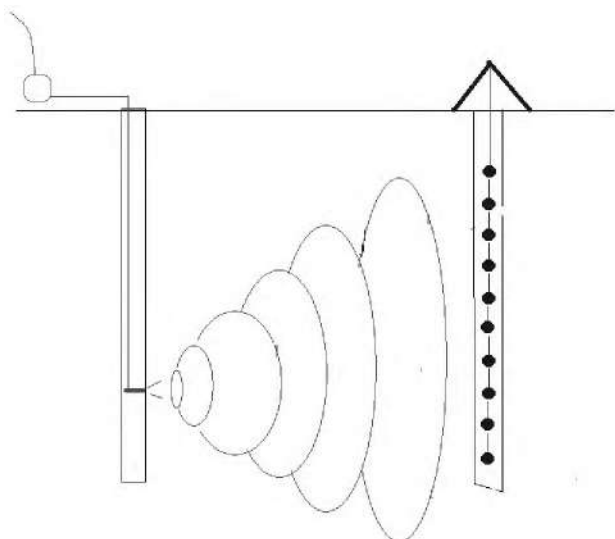


Рис. 2. Линейное расположение датчиков регистрации импульсного сигнала.

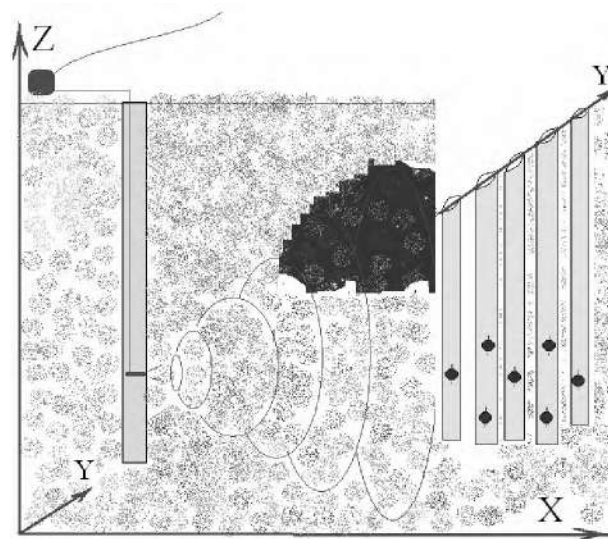


Рис. 4. Расположение датчиков регистрации импульсного сигнала в форме равномерного шестиугольника.

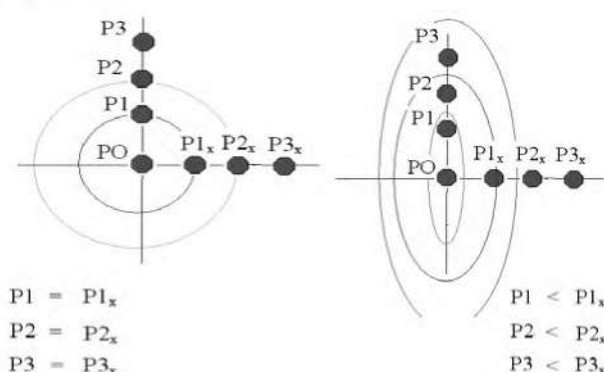


Рис. 5. Геометрия расположения датчиков регистрации импульсного сигнала и ее охват фронта круговой и эллиптической волны.

Как видно из рис. 7, передний фронт импульса меняется резко и определяется, в основном, временем сгорания ВВ или скоростью реакции. Среднее значение времени нарастания по экспериментальным результатам составляет порядка нескольких миллисекунд. Динамический диапазон амплитуды зависит от мощности ВВ и расстояния до центра взрыва. Следовательно, для идентификации формы и крутизны переднего фронта волны необходимо иметь не менее трех измеренных точек.

Максимум амплитуды импульса отражает максимальную мощность волны, которая получается в конце сгорания и наложения энергии отраженных волн на волну взрыва (принцип суперпозиции) (рис. 8). Данный параметр, по видимому, должен отражать долю энергии, которая расходуется на образование волны. Следовательно, нужно применять такую геометрию размещения измерительных датчиков регистрации импульсного сигнала, чтобы несколько измеренных точек приходились на область вершины импульса. В то же время, диссипация энергии волны приходится на задний фронт импульса. Количество точек в этой области должно

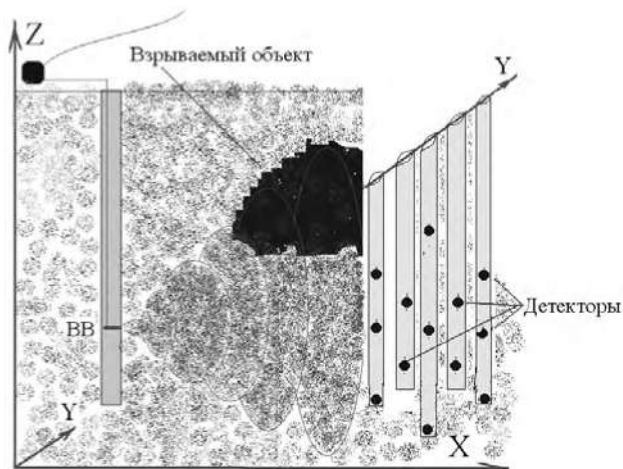


Рис. 6. Датчики регистрации импульсного сигнала, расположенные по равномерному шестиугольнику и смещенные друг относительно друга на 90°.

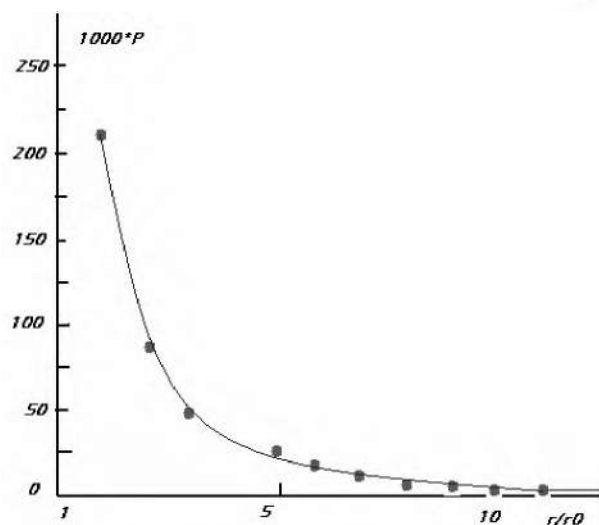


Рис. 7. Зависимость давления фронта волны от расстояния.

составлять не менее 50 % от количества всех измеренных точек.

Методика проведения эксперимента по регистрации импульса волны при взрыве заряда ВВ с кумулятивной выемкой. Взрывная волна регистрируется в течение достаточно короткого времени в виде импульсного сигнала. В качестве примера на рис. 9 приведена форма импульсного сигнала, зарегистрированного тензодатчиком при распространении взрывной волны [1].

Передний фронт импульса характеризует скорость нарастания процесса возгорания ВВ, а амплитуда импульса является функцией мощности ВВ и расстояния от места взрыва. Определение полной площади импульса позволяет оценить плотность энергии для регистрируемой взрывной волны.

Таким образом, регистрируя импульсы давления по разным направлениям от места взрыва и измеряя их параметры, можно получить информацию об эф-

Таблица 1

Зависимость давления, создаваемого волной P, от расстояния r

r/r ₀	M _{ВВ}	i	Примечание
1	1	1	P=16*10 ⁴ *M _{ВВ} *I
2	1	0.21022	x=1/6
3	1	0.08442	
4	1	0.04419	
5	1	0.02674	
6	1	0.01774	
7	1	0.01254	
8	1	0.00921	
9	1	0.00712	
10	1	0.00562	

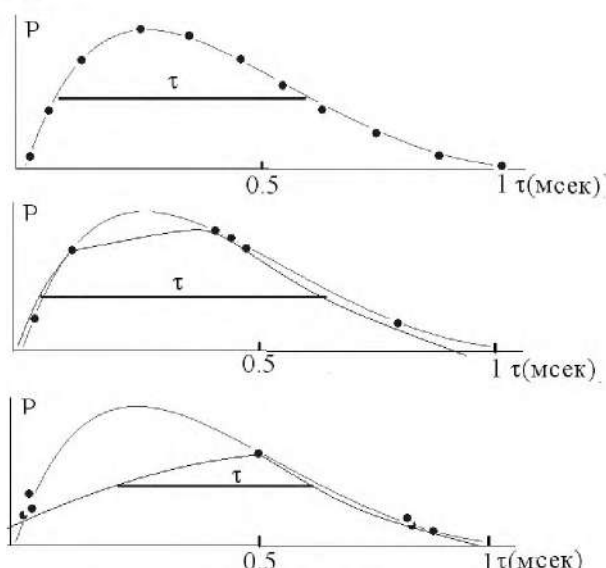


Рис. 8. Искажение площади и длительности импульса от степени перераспределения данных датчиков регистрации импульсного сигнала.

фективности произведенного взрыва в массиве разнопрочных горных пород.

На рис. 10 представлена блок-схема измерительной установки, предназначенной для регистрации и определения основных параметров взрывной волны.

В данной установке в качестве датчиков регистрации импульсного сигнала могут быть использованы датчики типа СВ-5, СВ-20П и СВ-30П, работающие в разном диапазоне частот (табл. 2).

Указанные датчики регистрации импульсного сигнала позволяют регистрировать вертикальные составляющие механических колебаний среды. На выходе такого датчика регистрации импульсного сигнала наводится э.д.с. индукции, величина которой пропорциональна скорости смещения частиц грунта. Сигнал с выхода датчика регистрации импульсного сигнала подается на вход усилителя с ослабителями-аттенюаторами для выбора оптимального режима просмотра регистрируемого импульса на экране запоминающего осциллографа. Последний может сохранить или вывести полученные данные на многоканальный регистратор.

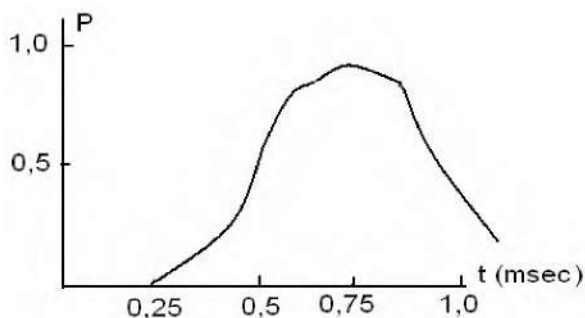


Рис. 9. Зависимость амплитуды импульсного сигнала от времени.



Рис. 10. Схема регистрации импульсного сигнала при взрыве в массиве разнопрочных горных пород: 1 – датчик регистрации импульсного сигнала; 2 – усилитель импульсного сигнала; 3 – электронный осциллограф; 4 – персональный компьютер для обработки данных.

Электрический сигнал, вырабатываемый датчиком регистрации импульсного сигнала, можно также параллельно подавать на вход АЦП, в котором он преобразуется в цифровую форму, удобную для математической обработки. Далее сигнал можно ввести в компьютер для автоматизированной обработки.

Таким образом, появляется возможность провести исследования зависимости вышеуказанных параметров волны давления, возникающей после взрыва, от характеристик ВВ, состава и структуры породы, в которой производится взрыв. В результате, по рассчитанным характеристикам импульса предполагается выявить корреляцию между эффективностью произведенного взрыва и сопровождающей волной давления.

Отметим, что по осциллографическим записям сигналов с датчиков можно оценить промежутки времени Δt между импульсами, полученными от соседних датчиков регистрации импульсного сигнала, находящихся на расстоянии L друг от друга. По измеренным значениям величин Δt и L можно определить среднюю скорость взрывной волны в среде:

$$V = L/\Delta t. \quad (1)$$

В качестве датчиков регистрации импульсного сигнала, регистрирующих распространяющиеся после взрыва ударные волны, могут применяться также тензодатчики, газокамеры с термодатчиками и т.п. Все эти датчики вырабатывают аналоговый электрический сигнал, импульсная форма которого отражает изменение давления во времени.

При этом, тип датчика определяет форму импульса давления, которая может меняться в зависимости

Таблица 2
Основные характеристики датчиков регистрации импульсного сигнала

Тип датчика регистрации импульсного сигнала	Рабочая частота, Hz	Коэффициент преобразования $V \times m^{-1}$	Степень затухания
СВ-5	5	32	0,55 +10%
СВ-20П	20	18	0,55 +10%
СВ-30П	30	14,4	0,55 +10%



Рис. 11. Рабочее поле программы вычисления параметров импульса до ввода и обработки данных.

от способа преобразования взрывной волны в электрический сигнал. При этом будут различными длительность самого импульса и длительности переднего и заднего фронтов импульсного сигнала.

Динамический диапазон электрических напряжений, вырабатываемых датчиком, должен соответствовать диапазону изменения амплитуды измеряемого импульса давления. Все это приводит к тому, что необходимо тщательно выбирать тип датчика регистрации импульсного сигнала, их количество и место размещения датчиков. В случае нелинейности датчика регистрации импульсного сигнала можно в компьютер заложить табличную или аналитическую зависимость и, в дальнейшем, при обработке результатов измерений учитывать реальную характеристику датчика регистрации импульсного сигнала. Учет нелинейности датчика регистрации импульсного сигнала позволит значительно снизить ошибку измерения.

Набор определенных таким образом параметров волны давления позволит на основе анализа зарегистрированного взрыва выявить корреляцию между изменением параметров закладываемого ВВ и эффективностью взрыва. Такой подход был применен автором работы [1], который на основе проведенных рас-

четов показал, что максимальная амплитуда импульсного сигнала (при постоянном расстоянии между ВВ и датчиком регистрации импульсного сигнала) коррелирует с мощностью произведенного взрыва.

Следует отметить, что достоверность получаемых результатов о распределении энергии взрывной волны можно существенно улучшить, используя ряд датчиков регистрации импульсного сигнала, установленных в различных направлениях распространения волны. Поэтому, проводя модельные исследования, можно определить оптимальное количество датчиков регистрации импульсного сигнала, позволяющих измерить полный поток энергии во взрывной волне и его флуктуации при одной и той же исходной мощности взрыва. Схему подключения датчиков регистрации импульсного сигнала достаточно легко можно варьировать, изменяя число датчиков. Это позволяет проводить исследования с оптимальным количеством датчиков при определенном их взаимном расположении.

Сигналы, вырабатываемые датчиками, обычно регистрируются многоканальными самописцами, запоминающими осциллографами или специальными автоматизированными измерительно-вычислительными комплексами, в которых определение формы импульса и его параметров осуществляется с помощью компьютера.

Для правильной интерпретации результатов эксперимента необходимо знать особенности и характерные параметры различных типов волн, возникающих при взрыве горных пород.

Обработка результатов измерений импульса ударной волны. Для автоматизированного ввода и обработки результатов измерений импульса ударной волны разработана специальная программа на языке Delphi, которая содержит окна ввода, редактирования, просмотра введенных данных. Эти данные автоматически записываются в запоминающее устройство компьютера (рис. 11).

В дальнейшем, записанный массив данных можно по соответствующей команде представить в графическом виде. Одновременно определяются основные параметры исследуемого импульса с последующим отображением результатов расчета на экране компьютера.

Первые 4 кнопки предназначены для просмотра данных. Крайние кнопки показывают начальное и конечное значение зарегистрированных данных. Вторая кнопка позволяет выводить предыдущие данные, а третья кнопка выводит последующие значения массива зарегистрированных данных. Кнопка «плюс» позволяет вводить новые данные, а кнопка «минус» удалить значение из массива данных.

Кнопка «очистить» служит для очистки памяти от предыдущих данных и используется перед рисованием графика следующего импульса.

Кнопка «копировать» служит для избирательного ввода данных в записываемый массив и для после-

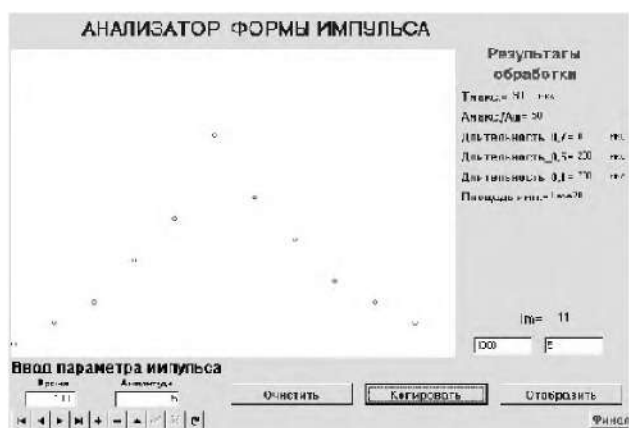


Рис. 12. Рабочее поле программы вычисления параметров импульса после обработки данных.

дующего вывода на экран графического изображения измеренного импульса.

Кнопка «отобразить» служит для обработки и выдачи данных в графической форме (спектр) и в виде таблицы расчетных цифровых значений.

Таким образом, разработанная программа позволяет вычислять и представлять максимальную длительность, амплитуду импульса и длительности импульса на уровнях 0,7, 0,5 и 0,1, а также площадь импульса (рис. 12).

Разработан комплексный метод исследований действия взрыва зарядов ВВ с кумулятивной выемкой в массиве разнопрочных горных пород методом физического моделирования.

Установлено, что использование укороченного скважинного заряда ВВ с кумулятивной выемкой в нижней части позволяет за счет регулирования динамического воздействия на нижние слои взрывае-

мого массива на 8–12 % уменьшить диаметр среднего куска разрушенной горной массы и в 1,7 раза уменьшить выход негабарита.

Таким образом, разработана методика моделирования процесса регистрации импульса волн напряжений, позволяющая установить действие укороченного скважинного заряда ВВ с кумулятивной выемкой и распределение волны напряжений в массиве разнопрочных горных пород, на основе которых исследована зависимость изменения параметров волн напряжений при взрыве укороченного скважинного заряда ВВ с кумулятивной выемкой от энергетических свойств заряда ВВ, состава и структуры массива разнопрочных горных пород.

Библиографический список

1. Покровский Г.И. Взрыв. – М.: Недра, 1980.

УДК 622.235

© Назаров З.С., Заирова Ф.Ю., Шомуродов Ш.Ш. 2017 г.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРОДУКТОВ РАЗРУШЕНИЯ

Назаров З.С., доцент кафедры «Горное дело» НГГИ, канд. техн. наук; Заирова Ф.Ю., инженер Горного бюро ЦНИЛ НГМК, магистр техн. наук; Шомуродов Ш.Ш. магистрант кафедры «Горное дело» НГГИ.

Ushbu maqolada portlatilgan tog` jinslarining granulometrik tarkibini bashorat qilishning matematik modellashtirish usuli ko`rib chiqilgan. Bunda matematik modellashtirish prinsplarga tayanadi ya`ni hodisa, jarayon ulrning natijalarini matematik model yordamida o`rganish tushiniladi. Tog` jinsining portlatish yordamida maydalash sifati bir-biriga bo`lgan bog`liq faktorlar bilan aniqlanadi. U bo`laklar hosil bo`lishining fizik qonuniyatiga asoslangan asosiy faktorlar bilan birga ikkilamchi faktorlarga ham bog`liqdir. Portlatib maydlash jarayonida tog` jinsining statik xarakterga ega ekanligini ko`rsatadi. Ushbu maqsadga ko`ra portlatilgan kon massasi granulometrik tarkibining takomillashtirish qonuniyatini aniqlash yoki funsiyaning taqsimlanish ko`rinishi, qonunlarning parametrlarini xisoblash, matematik model tuzish, va portlatilgan kon massasini granulometrik tarkibi ko`zda tutilgan.

Tayanch iboralar: bashorat qilish, granulometrik, modellashtirish, stoxastik xarakter, konkordatsiya.

The article reviews the mathematical model method for forecasting of grain-size distribution of blasted rocks. It is based on mathematical modeling principles, i.e. study with mathematical models of phenomena, processes and their results. The quality of crushing of rocks by explosion is determined with many interrelated factors whose levels are significantly vary. It depends on both the main factors contributing to the physical laws of the formation of lumps and secondary factors, random, characterizing deviation from these regularities that determines the statistical nature of process of rocks destruction by explosion. To this end, it plans to establish a law of distribution of grain-size distribution of blasted rocks or form of the distribution function, to calculate the parameters of the set law, to build a mathematical model and to implement forecasting of grain-size distribution of blasted rocks.

Key words: forecast, grain-size classification, modeling, stochastic nature, rank communique, concordance, competence.

Прогнозирование фракционного или гранулометрического состава продуктов разрушения получило широкое распространение при решении практических задач добычи, транспортирования и переработки полезных ископаемых. Оно основывается на принципах математического моделирования, т. е. изучения с помощью математических моделей явлений, процессов и их результатов. Причем метод математического моделирования все большее применение находит в прогнозировании и оценке вероятности получения определенных классов (фракций) продуктов разрушения или их усредненных показателей, прежде всего при БВР.

Математическое моделирование с целью прогнозирования и управления гранулометрическим составом продуктов разрушения, исходя из основополагающих представлений математики, можно разделить на три этапа.

Первый этап - формирование законов, связывающих основные размерные (или безразмерные) параметры кусковатости с физическими или статистическими параметрами процесса.

Второй - исследование и анализ математической модели с целью получения выходных данных по кусковатости для дальнейшего их сопоставления с результатами изучаемых в практике процессов.

Третий этап заключается в выяснении, удовлетворяет ли принятая гипотетическая модель выбранному критерию, т. е. согласуются ли результаты практических наблюдений гранулометрии с теоретическими следствиями модели в пределах точности наблюдений.

Качество дробления горных пород взрывом определяется множеством взаимосвязанных факторов, уровни которых существенно варьируют. Оно зависит как от главных факторов, обуславливающих физические закономерности образования кусков, так и факторов второстепенных, случайных, характеризующих отклонение от этих закономерностей, что предопределяет статистический характер процесса разрушения горных пород взрывом.

Для эффективного управления разрушением горных пород взрывом необходимо иметь количественное описание взаимосвязей между характеристиками взрываемости пород (физико-механические свойства пород, их трещиноватости разных уровней) и приме-

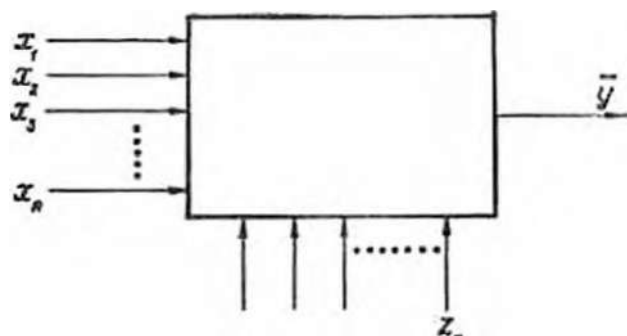


Рис. 1. Стохастическая модель управления БВР.

няемых типов ВВ, параметрами расположения и взрывания зарядов ВВ в массиве и конечными результатами взрыва. С этой целью предусматривается установить закон распределения гранулометрического состава взорванной горной массы или вид функции распределения, рассчитать параметры установленного закона, построить математическую модель и осуществить прогнозирование гранулометрического состава взорванной горной массы [1].

Буровзрывные работы, прежде всего, представляют собой сложную систему, включающую набор технологических параметров, которые содержат в себе элементы случайности. Следовательно, они могут быть отнесены к классу случайных величин. Математическую модель БВР можно представить целевой функцией, преобразующей одну характеристику состояния объекта в другую (рис. 1).

Из-за различных ограничений, имеющих физическую или технологическую основу, входные переменные и контролируемые возмущения x_i и контролируемые возмущения z_i изменяются в строго определенных пределах: $x_{min} \leq x_i \leq x_{max}$, $z_{min} \leq z_i \leq z_{max}$. Связь между входными, контролируемыми и выходными параметрами в модели носит стохастический характер. Это значит, что на вариации аргументов целевая функция реагирует изменением параметров распределения.

В этой связи целесообразно разработать математическую модель, по наиболее значимым входным и выходным переменным. Известно, что степень соответствия математической модели реальному процессу существенно зависит как от числа отобранных факторов, входящих в модель, так и от их значимости.

Ввиду того что объективной информации о важности (ценности) факторов часто бывает недостаточно, в то время как отдельные эксперты могут, хотя и субъективно, оценить их, возникает задача сбора и последующей обработки и анализа такого рода информации. При определении субъективных суждений экспертов для принятия решений можно использовать методику формального определения ценности факторов [2].

Наиболее интересным практическим применением ранговой корреляции является вопрос о нахождении корреляционной связи между несколькими ранжированными рядами, т. е. введение меры для оценки согласованности мнений экспертов по нескольким объектам, влияющих на один конечный результат (качество), которая называется конкордацией [3].

При большом числе экспертов согласованность их мнений оценивается коэффициентом конкордации, т. е. общим коэффициентом ранговой корреляции для группы, состоящей из m экспертов:

$$W_K = \frac{\sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^m x_{ij} - \frac{1}{2} m(n+1) \right\}^2}{\frac{1}{2} m^2 (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j} \quad (1)$$

Таблица 1
Перечень факторов и их числовые характеристики

Исследуемый фактор БВР	Интервал изменчивости
Диаметр скважины, м	0,1-0,4
Удельный расход ВВ kg/m ³	0,5-1,0
Интервал замедления между рядами, ms	10-75
Трещиноватости (среднее расстояние между трещинами), м	0,1-1,5
Коэффициент крепости пород по Протодяконов	4-20
Схема взрывания (по потенциалу), м ³ /с	1000-10000
Длина забойки, м	3-8
Длина линии сопротивления по подошве, м	8-14
Высота уступа, м	12-30
Глубина разработки, м	0-300
Число скважин в блоке	30-250
Число рядов	2-3
Расстояние между скважинами в ряду, м	5-11
Расстояние между рядами, м	5-11
Выход сорной массы с 1 м скважины, м	25-70
Объем отбиваемой за один взрыв горной массы, тыс. м ³	50-500
Длина переруба, м	2-3,5
Стоимость разработки 1 т руды, сум	0,5-0,9
Интервал замедления между скважинами, ms	0-10

где m - число экспертов; n — число оцениваемых факторов; x_{ij} - оценка i -го фактора, указанная j -м экспертом; T_j - средняя сумма рангов, определяемая по формуле:

$$T_j = \frac{1}{12} \sum (r_j^2 - t_j) \quad (2)$$

t_j - число одинаковых рангов в j -м ряду факторов.

Компетентность экспертов можно установить по коэффициенту конкордации. Для группы из m экспертов всегда можно построить последовательность этих коэффициентов:

$$W_{k1}, W_{k2}, W_{k3}, \dots, W_{kj}, \dots, W_{kn} \quad (3)$$

Упорядочивая последовательность по возрастанию значений коэффициента конкордации, одновременно можно упорядочить и номера экспертов в зависимости от их компетентности. Проведение указанной процедуры в несколько этапов с удалением на каждом этапе определенного числа экспертов, в зависимости от их количества, позволяет выбрать группу экспертов, высказывающих мнение большинства.

С целью получения объективной информации по наиболее значимым факторам проводится опрос специалистов в области БВР по анкетам, разработанным на основании анализа литературных источников. Перечень факторов, влияющих на качество дробления горных пород взрывом на открытых разработках и их количественные характеристики, приведен в табл. 1.

Ценность факторов

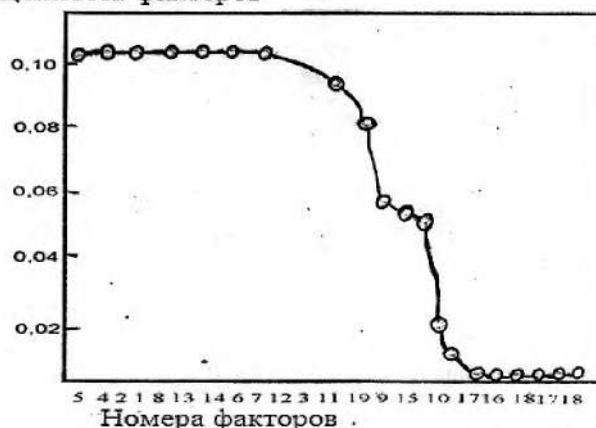


Рис. 2. График изменения ценности факторов.

В неё не вошли некоторые факторы, количественная оценка которых для большинства экспертов в настоящее время затруднена: тип ВВ, порядок инициирования, обводненность, плотность заряжения, конструкция заряда, качество забойки. В этой связи установление факторов, влияющих на качество дробления пород взрывом, носит в какой-то мере приближенный характер.

Вычисленная ценность факторов представлена графически в виде столбиковой гистограммы (рис. 2), где по оси абсцисс указаны номера факторов согласно табл. 1, а по оси ординат их ценность. Из графика видно, что наибольшее влияние на качество дробления горных пород, по мнению экспертов, оказывают следующие факторы: крепость пород, трещиноватости, удельный расход ВВ, диаметр скважины, линия сопротивления по подошве, расстояние между скважинами в ряду, расстояние между рядами, схема взрывания, длина забойки, число рядов, интервал замедления между рядами.

Вычисленное значение коэффициента конкордации W_k — 0,9.

Для того чтобы решить вопрос значимости W_k , вычисляется величина χ^2 - распределение с $n - 1$ числом степеней свободы.

$$\chi^2_{расч} = m(n - 1)W_k \quad (4)$$

В рассматриваемом случае расчетная и табличная имеют значения $\chi^2_{расч} = 357,9$; $\chi^2_{табл} = 28,8$.

Поскольку для 5 %-го уровня значимости $\chi^2_{табл} \leq \chi^2_{расч}$ то принимается гипотеза о наличии согласия экспертов при ранжировании факторов, влияющих на качество дробления горных пород взрывом.

Библиографический список

1. Г. Ващенко и др. Механика и разрушение горных пород.— 1974.— Выпуск 2.— С. 194—202.
2. Моделирование разрушающего действия взрыва в горных породах. В. М. Комир, Л. М. Гейма, В. С. Кравцов, Н. И. Мясина.— М.: Наука, 1972.— 214 с.
3. Бетелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок.— М.: Статистика, 1980.— 135 с.

ОБОСНОВАНИЕ СЕЙСМОБЕЗОПАСНОГО МЕТОДА РАЗРУШЕНИЯ ГИПСОВЫХ ПОРОД ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НЕВЗРЫВНЫХ РАЗРУШАЮЩИХ СМЕСЕЙ

Боровков Ю.А., доктор тех. наук, профессор кафедры «Геотехнологических способов и физических процессов горного производства» МГРИ-РГГРУ; **Петросов Ю.Э.**, доц. кафедры «Горное дело» ТашГТУ, канд. техн. наук

Maqolada keltirilgan eksperiment tahlili shuni ko'rsatdiki, jinslarni parchalashga qaratilgan texnologiyalar samaradorligini oshirish uchun kuchlanishlar konsentratlari yordamida vayron qiluvchi portlovchi bo'lmagan qorishmalarni qo'llash maqsadga muvofiq. Bu maydalash shpurlari orqali seysmik portlash ta'siridan seliklarning kontur orti buzilishini kamaytirishga imkon beradi. Bunda bitta tozalash kamerasi qisqaradi: shpurlar – 900 donaga, portlovchi moddalarning solishtirma sarfi – 15 % ga, zararli portlovchi gazlar - 17 % ga. Hisoblangan iqtisodiy samaradorlik bitta tozalash kamerasiga 200 ming rublni va kamerno - ventilyatsiyali shtrekgga taxminan 50 ming rublni tashkil etadi.

Tayanch iboralar: tog' jinslari massivi, kuchlangan holat, kuchlanish konsentratori, gips koni, portlovchi bo'lmagan qorishma.

Experimental analysis presented in the article shows that to improve the efficiency of education technology aimed at rocks split; it is advisable to use non-explosive mixture by destructive stress concentrates. This will reduce the aquifer pillars disintegration from the seismic blast action of baffle holes. This will be reduced by one extraction chambers: holes – by 900 pieces; specific explosives consumption - by 15 %, hazardous explosive gas - by 17 %. Estimated economic impact is more than 200 thousand rubles per a cleaning chamber and about 50 thousand rubles for the chamber airway.

Key words: rock massif, stress state, stress concentrator, gypsum mine, non-explosive destroying mixture.

Анализ результатов исследований в области разработки способов и методов проведения горных работ, ведения очистных работ и при добыче природного камня, выполняемых в МГРИ-РГГРУ, ИПКОНе, ИГД им. А. А. Скочинского, МИСиС, ИГМ АН Украины и др. показал, что к настоящему моменту выполнен большой объем работ и исследований по применению различных способов направленного раскола горных пород, которые отличаются как характером воздействия, так и видом применяемого инструмента.

Этими исследованиями доказано, что динамическое разрушение горных пород происходит значительно труднее и прочность сопротивления горных пород разрушению при динамическом нагружении в 30–50 раз выше, чем при статическом.

Исследованиям процессов направленного раскола пород средней крепости статическими невзрывными способами уделено недостаточное внимание, мало изучено влияние концентраторов напряжения на механизм разрушения горных пород при их направленном расколе.

Известно, что действие невзрывных разрушающих смесей (НРС) на базе расширяющегося цемента не разрушает законтурный массив, не загрязняет окружающую среду и атмосферу и является безопасным способом. При этом процесс разрушения горных пород в забое происходит непрерывно.

В научно – технической литературе, посвященной вопросам повышения эффективности технологии добычи полезных ископаемых, в том числе, природного камня важное место занимают исследования, посвященные изучению процессов направленного трещинообразования при приложении статических нагрузок с использованием концентраторов напряжений. Но вопросы совершенствования конструкции концентраторов напряжения для направленного раскола пород требуют дополнительных исследований.

В области теоретического обоснования механизма направленного раскола массива горных пород в качестве основной используют теорию хрупкого разрушения А. Гриффитса. В этом направлении проводили исследования Н. Т. Бакка, И. В. Баклашов, Ю. А. Боровков, С. П. Галченко, В. Ю. Изаксон, С. В. Иляхин, Б. А. Картозия, И. А. Ковалев, Ю. М. Либерман, Г. П. Черепанов, К. К. Ткачук, А. О. Христолюбов и другие.

В работах были изучены процессы, происходящие при разрушении горных пород, и заложены основы для управления процессом разрушения. Однако использование только положений механики хрупкого разрушения для изучения механизма направленного раскола, особенно влияния концентраторов напряжения недостаточно.

Процесс направленного раскола можно разделить на несколько стадий: концентрация напряжений в отдельных точках на контуре шпура; возникновение в нагруженном горном массиве зародышевых микро-трещин на контуре шпура; переход к более крупной магистральной трещине между смежными шпурами. Известно, что при нагружении материала вблизи вставок возникает концентрация напряжений, величина которых зависит от формы и размеров этих вставок. Механизм направленного раскола массива горных пород при статическом нагружении с использованием концентраторов напряжений и процесс формирования магистральных трещин до настоящего времени недостаточно изучен.

Анализ мировой практики подземной добычи гипсового сырья [1] показывает, что, несмотря на оставление в выработанном пространстве барьерных, междокамерных и потолочных целиков в ряде случаев не удается обеспечить длительную устойчивость подработанных массивов гипсовых пород из-за потери их устойчивости. При ведении взрывных работ возникает искусственная трещиноватость законтурного массива.

Предварительное щелеобразование по контуру очистной выработки может снизить сейсмическое воздействие взрывов и уменьшить интенсивность процесса трещинообразования вглубь массива.

Вопрос о снижении сейсмического воздействия взрывов отбойных и контурных шпуров на гипсовую потолочину для Новомосковского гипсового подземного рудника является актуальным. Основным недостатком камерно-столбовых систем разработки являются большие потери сырья и возможность обрушения подработанных массивов, особенно при попадании влаги в выработанное пространство. Большие потери гипсового сырья на руднике связаны с оставлением гипса в потолочине.

Положительные примеры из практики применения НРС в горнодобывающей промышленности позволяют рекомендовать использование НРС для создания экранирующих щелей по контуру потолочины камеры. Применение щелей позволит уменьшить сейсмическое воздействие на законтурный массив, повысить устойчивость поверхности обнажения и уменьшить количество отбойных шпуров.

Известно, что ровная поверхность способствует равномерному распределению горного давления в близком к поверхности обнажения слое массива горных пород. Применение НРС для создания экранирующих щелей позволит получить гладкостенное оформление кровли камер.

Характер разрушения горных пород невзрывчатыми разрушающими смесями отличается возможностью плавного регулирования передачи энергии. Для отбойки горных пород и их направленного раскола необходимо знать условия, способствующие возникновению растягивающих напряжений и их величины. Зная механизм образования трещины можно определить расстояние между контурными шпурами.

В задачу наших исследований входило получение дополнительных данных о процессе трещинообразования при направленном расколе гипсовых пород. Процесс трещинообразования первоначально исследовался на моделях из гипсового материала, а затем - в производственных условиях Новомосковского гипсового комбината.

В связи с наличием водоносных горизонтов на многих гипсовых месторождениях и повышенными требованиями к охране окружающей среды, для снижения нарушенности законтурного массива, перспективным является внедрение безвзрывной технологии проведения подготовительных и очистных выработок, основанной на использовании комбинации механических способов и НРС.

С этой целью следует исследовать механизм разрушения массива горных пород с помощью НРС, обосновать расстояние между шпурами с концентраторами напряжений, а также разработать метод расчета основных параметров способа направленного раскола горных пород с помощью НРС.

Существующие методики расчета расстояния между смежными шпурами при применении способа направленного раскола с помощью НРС не учитывают напряженного состояния массива горных пород, прочностные свойства раскалываемых пород, количество и форму концентраторов напряжений на контуре шпура, длительность воздействия квазистатической нагрузки на контуре шпура, развиваемой НРС, которые влияют на раскрываемость трещин между шпурами. Таким образом, задачи исследований сводились к решению следующих вопросов:

- исследование напряженно - деформированного состояния (НДС) массива горных пород при образовании направленного раскола между шпурами при статической нагрузке создаваемой НРС и гравитационным природным полем напряжения;

- разработка устройства (концентратора напряжения), позволяющего сформировать направленную трещину на стенке шпура для раскола пород между шпурами с помощью НРС.

- обосновать параметры метода направленного раскола гипсовых пород с использованием НРС и предложенной конструкции концентраторов напряжений.

В исследованиях по совершенствованию способа направленного раскола горных пород квазистатическими нагрузками рекомендуются способы, позволяющие концентрировать эти нагрузки на контуре шпура по линии предполагаемого раскола пород. В частности, предлагается создавать шпуры эллиптического сечения, т.е. удлинённые по одной оси, или устанавливать в шпуры направляющие вставки, действие которых обеспечивало бы неравномерное давление смеси НРС по периметру шпура, т.е. создавать области повышенных концентраций напряжений.

Наиболее перспективным является способ установки концентратора напряжения на контуре шпура в местах предполагаемой плоскости раскола между соседними шпурами.

При анализе опыта применения концентраторов напряжений в виде металлической вставки был выявлен их общий недостаток – затруднение в точной установке в центре шпуров, которая должна быть равна его диаметру. Кроме того, несмотря на наличие концентраторов напряжений кроме магистральной трещины на стенках шпуров обычно наблюдаются радиальные трещины.

Поэтому автором была разработана новая конструкция концентратора напряжений, состоящая из двух параллельных пластин (вставок). При установке вставок этой конструкции в шпур, рабочее сечение его изменяется из круглого в эллиптическое, что способствует формированию магистральной трещины на контуре шпура за счёт увеличения давления в шпуре, вызываемого расширением смеси НРС во времени. При этом, уменьшается расход смеси НРС, так как ею заполняется только пространство между вставками.

С целью обоснования механизма возникновения и прорастания трещины на контуре шпура при применении предлагаемой конструкции концентраторов напряжений в виде двух параллельных пластин, необходимо исследовать НДС массива горных пород вокруг шпура при действии двух видов нагрузок от гравитационного поля и напряжений, развиваемых НРС. Для этого применимы методы теории упругости, которые достаточно хорошо разработаны академиком Н.И. Мухомеловым. Они основаны на использовании функции комплексного переменного и позволяют исследовать НДС массива горных пород, окружающих шпур различной формы сечения. Для получения общих решений нагрузку от расширяющейся смеси НРС, приложенную к стенкам шпура, обозначим через $P(t)$ (статически изменяющаяся нагрузка), а другой вид нагрузки, создаваемой сжимающей гравитационной составляющей природного поля напряжений через

$P_1 = 1 \times g \times H$ ($\lambda = \frac{\nu}{1-\nu}$ - коэффициент бокового распора, ν - коэффициент Пуассона).

Для обоснования изменения относительного квазистатического давления на контуре шпура, развиваемого НРС, от продолжительности воздействия нагрузки были проведены лабораторные эксперименты на стенде при нагружении гипсовых блоков при температуре 15-20°C.

На основании экспериментальных данных для условий гипсовых пород была получена регрессионная зависимость нарастания относительного давления НРС в шпуре $\overline{P(t)} = \frac{P(t)}{\gamma \cdot H}$ со временем ($t, h.$) и построен график (рис. 1):

$$\overline{P(t)} = 26,07 \cdot \lg t - 1,54, \text{ для } t \geq 1,15 \text{ ,} \quad (1)$$

k - коэффициент, учитывающий условия протекания реакции гидратации (для гипсовых пород $k=26,07, 1/h$).

Коэффициент корреляции составил 0,98.

Теоретическое рассмотрение процесса зарождения и развития направленных трещин при статической нагрузке, развиваемой НРС, имеет два аспекта.

Первый связан с изучением условий зарождения направленных трещин, таких, при которых исключаются побочные разрушения законтурной зоны шпура, второй – с описанием динамики роста возникших радиальных трещин, а также с определением их конечных размеров при различных формах нагружения. Вторым аспектом является наиболее трудоемким из-за недостаточно развитой техники измерения процессов развития трещин. В основном, он рассматривается в предположении действия статической увеличивающейся нагрузки, превышающей прочностные свойства породы, окружающей шпур. Поэтому для нас наибольший интерес представляет процесс зарождения направленных трещин, на второй стадии развивается под действием увеличивающейся статической нагрузки НРС. Основной целью изучения этой стадии процесса является определение допустимого диапазона величин начального давления НРС в зарядной полости, гарантирующего зарождения направленных трещин без возникновения побочных разрушений в контурной зоне шпура. С целью обоснования предлагаемой конструкции устройства, когда в зарядной полости шпура расположены концентраторы напряжений (вставки) в виде двух параллельно расположенных пластин, для образования откольной трещины на стенках шпура рассмотрим распределение напряжений вокруг контура шпура эллиптического сечения, от совместного воздействия нагрузок P_1 и $P(t)$, в несколько раз, допуская, что вставки обладают жесткостью 4-10 раз превышающей жесткость массива пород, окружающих шпур (рис. 2).

В этом случае, когда в шпуре располагаются две металлические прямоугольные пластины, упирающиеся своими концами в стенки шпура с двух

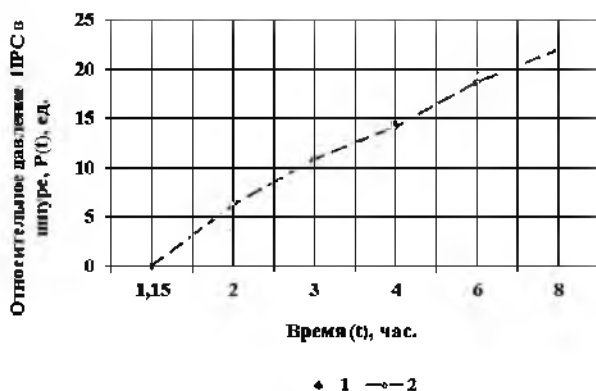


Рис. 1 Графики зависимости нарастания относительного давления НРС в шпуре $P(t)$ со временем (t): 1 - экспериментальные данные; 2 - эмпирическая зависимость.

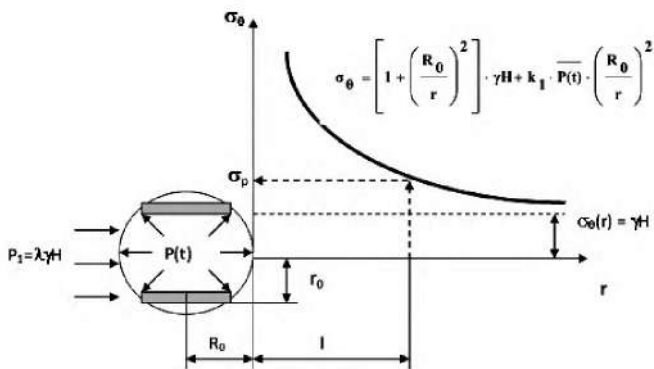


Рис. 2 Схема размещения вставок и график распределения тангенциальных напряжений в массиве горных пород окружающих шпур от совместного воздействия нагрузок гравитационной составляющей природного поля напряжений \$P_1\$ и квазистатической изменяющейся нагрузки \$P(t)\$.

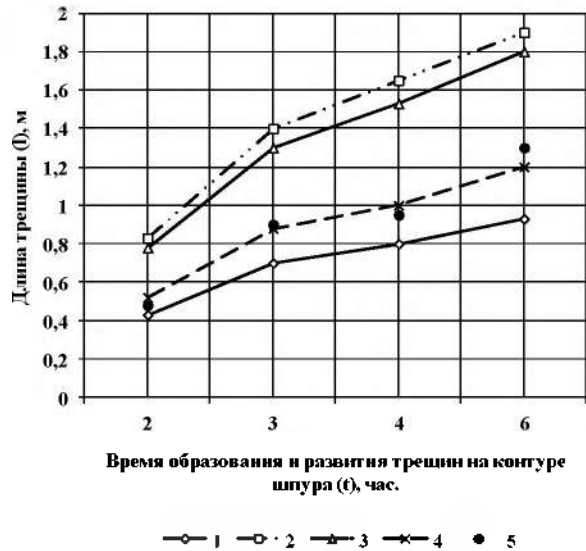


Рис. 3. Графики изменения длины трещины (\$l\$) от времени её образования и развития (\$t\$) для шпура диаметром 42 мм с одной вставкой (кривая 1) и с двумя параллельными вставками при расстоянии между ними: 7 мм - кривая 2; 11 мм - кривая 3 и 15 мм - кривая 4, 5 - экспериментальные данные, полученные в условиях рудника.

сторон и располагающиеся параллельно друг другу, образуется новое по форме рабочее сечение шпура, напоминающее форму эллипса.

Его сечение будет зависеть от соотношения полуосей, при этом величина образования трещины на контуре (\$l\$) шпура и её прорастания вглубь массива горных пород со временем и с учетом превышения предела прочности пород на растяжение от совместного действия нагрузок гравитационного поля и НРС определяется по формуле:

$$l = R_0 \cdot \left[\frac{1 + P(t) \cdot \frac{2 \cdot \eta}{\eta + \sqrt{\eta^2 - 1}} \cdot \left(\frac{R_0}{r} \right)^{2 \cdot n}}{\sigma_p - 1} \right]^{1+n} - 1 \quad (2)$$

С учетом нарастания давления НРС в шпуре со временем (формула 1) для гипсовых пород величина прорастания трещины (\$l\$) определяется по следующему уравнению:

$$l = R_0 \cdot \left[\frac{1 + (26,07 \cdot \lg t - 1,54) \cdot \frac{2 \cdot \eta}{\eta + \sqrt{\eta^2 - 1}} \cdot \left(\frac{R_0}{r} \right)^{2 \cdot n}}{\sigma_p - 1} \right]^{1+n} - 1 \quad (3)$$

где \$\sigma = \frac{\sigma_p}{\gamma \cdot H}\$, (\$\sigma_p\$ - предел прочности пород на растяжение, МПа); \$H\$ - глубина ведения работ, м. \$\gamma\$ - удельный вес пород, МН/м³; \$h = d/l_1\$, (\$d\$ и \$l_1\$ - соответственно, диаметр шпура и ширина пластины), \$r_0\$ - расстояние от центра шпура до пластины, \$m\$ (малая полуось эллипса), \$R_0\$ - радиус шпура, \$m\$ (большая

полуось эллипса), \$n\$ - показатель материала концентратора (\$n = \sin j\$, \$j\$ - угол внутреннего трения).

На основании полученной формулы (3) были построены графики изменения длины трещины со временем для шпуров диаметром 42 мм при одном концентраторе напряжений (металлическая вставка, рис. 3, кривая 1) и двух параллельных концентраторов при их различном расстоянии от центра шпура (рис. 3, кривые 2-4).

Из графиков видно, что с увеличением времени нарастания нагрузки на контуре шпура от действия НРС длина прорастания трещины при установке в шпур двух параллельных концентраторов напряжений увеличивается в 1,1-2 раза в зависимости от их расстояния от центра шпура по сравнению с одним концентратором (рис. 3, кривая 1).

Для исследования процесса прорастания трещины были проведены эксперименты в промышленных условиях в камере № 5 панели № 11 на гипсовом руднике при установке в шпуры концентраторы в виде двух параллельных пластин с расстоянием от центра 15 мм. Сравнивая результаты экспериментов (рис. 3, кривая 5) с расчетными по формуле (2) можно увидеть их хорошую сходимость (рис. 3, кривая 4). Коэффициент корреляции составил 0,96.

Исследованиями также установлено, что при заполнении шпура расширяющейся смесью на скорость нарастания усилия в шпуре существенное влияние оказывают конфигурация и размеры металлических вставок.

Исследования эффективности применения концентраторов напряжения при использовании НРС проводились в лаборатории «Перспективные техно-

логии» Научно – учебного центра «Минеральные ресурсы».

Предлагаемая конструкция концентратора напряжения была испытана в лабораторных условиях на гипсовых блоках. В опытах использовались металлические вставки различной конфигурации и размеров. В качестве невзрывчатого разрушающего вещества применяли НРС-1.

В журнале наблюдений фиксировались: дата и время заливки рабочей смеси НРС в отверстие, время появления видимых трещин вокруг отверстия.

Диаметр отверстий составлял 30 мм. Температура воздуха во время проведения опытов составляла 15-20°C.

Анализ опытов, проведенных на моделях, показал, что направленное трещинообразование не обеспечивается путем установки металлических вставок известных конструкций (круглой, одной прямоугольной формами и т.п.), так как наряду с магистральными трещинами отмечается появление радиальных трещин, образование которых, в частности, связано со структурными особенностями гипсовых пород. В результате проведенных лабораторных исследований на образцах изготовленных из гипсового порошка и натуральных гипсовых блоков, были подтверждены теоретические данные об эффективности использования в контурных шпурах сдвоенных металлических пластин прямоугольного сечения для направленного раскола гипсовых пород.

Расчеты и лабораторные исследования на моделях показали, что образование направленных трещин зависит также от формы и количества концентраторов напряжений. Давление НРС в шпурах с двумя пластинами прямоугольной формы выше, чем с одной пластиной и с другими формами.

Для исследования параметров направленного невзрывного метода разрушения гипсовых пород на основе НРС необходимо обосновать расстояние между контурными шпурами с учетом прочностных свойств, формы и количества концентраторов напряжений. С этой целью было использовано уравнение (3) и условие образования магистральной трещины от

воздействия НРС в смежных шпурах, в которых установлены концентраторы напряжений, при этом уравнение расстояния (а) между шпурами описывается в следующем виде:

$$a = 1,8 / \sigma_p \quad (4)$$

На основании уравнения (3) с учетом длительности воздействия НРС на контуры шпуров продолжительностью 4 часа при температуре окружающей среды 15°C были построены графики изменения расстояния между шпурами (а), наполненные НРС, от относительной прочности (σ_p) при использовании одного (рис. 4, кривая 1) и двух концентраторов напряжений (рис. 4, кривая 2).

Анализ графиков показывает, что расстояние между смежными шпурами от относительной прочности гипса изменяется по гиперболическому закону 1/2 степени, а использование двух концентраторов напряжений по сравнению с одним увеличивает это расстояние в 1,1-1,3 раза.

Для проверки аналитических исследований эффективности предложенной конструкции концентраторов напряжений, были проведены эксперименты в промышленных условиях гипсового подземного рудника предприятия ОАО СП «Гипс Кнауф», г. Новомосковск. В очистной камере № 5 панели № 11, на верхнем уступе транспортной сбойки междукammerного целика по линии намеченного раскола было пробурено пятнадцать вертикальных шпуров диаметром 42 мм глубиной 80-90 см. По результатам расчетов, расстояние между шпурами принимали от 50 до 85 см. В шпуры заливали рабочую смесь НРС с водой в соотношении 1:3. В шпуры с 1-го по 8-й устанавливали концентраторы напряжений предлагаемой конструкции, а в шпуры с 9-го по 15-й заливали рабочую смесь НРС-1 без установок концентраторов напряжения. Температура воздуха в шахте составляла 14 – 15°C. Рабочая смесь НРС разбавлялась водой с температурой T=25°C. В период заполнения шпуров рабочей смесью НРС-1 и развития процесса раскалывания пород, очистные работы в забое велись в обычном режиме. Через 2-4 часа после заливки рабочей смеси около шпуров наблюдалось образование трещин. Действие НРС-1 не сопровождалось выбросом твердых или газообразных продуктов.

При осмотре участка забоя в шпурах без концентраторов напряжения через 4-6 часов была обнаружена зона трещинообразования. Микротрещины распространялись в радиальных направлениях. В забое, где располагались шпуры с концентраторами напряжения через 4-6 часов после заполнения шпуров рабочей смесью была видна магистральная, ориентированная между шпурами в намеченной плоскости раскола. Раскрываемость трещины была хорошая от 5 до 10 мм по ширине.

Использование концентраторов напряжения предлагаемой конструкции показало большую их эффективность - ровную поверхность раскола, ориентиро-



Рис. 4. Графики изменения расстояния (а) между контурными шпурами, наполненными НРС, от относительной прочности гипса (σ_p): 1 - при одной вставке и 2 - при двух параллельных вставках; значение (а) для условий Новомосковского гипсового месторождения.

ванную по шпурам и достаточную ширину раскрытия трещины. Главным параметром, определяющим образование и распространение магистральной трещины является давление, создаваемое в шпуре, физико-механические свойства горных пород, температура воздуха и горной породы.

В результате аналитических и экспериментальных исследований было определено расстояние между смежными шпурами при использовании НРС с предложенной конструкцией концентраторов напряжений равное 0,8 м (рис. 4) для предварительного создания экраняющей магистральной трещины в кровле очистной камеры и проведения вентиляционных окон в панельных целиках гипсового рудника ОАО СП "Гипс Кнауф".

Анализ проведенного эксперимента показал, что для повышения эффективности технологии образования направленного раскола пород, целесообразно

применение НРС с помощью концентраторов напряжений, которое позволит снизить законтурное разрушение целиков от сейсмического действия взрыва отбойными шпурами. При этом сократится на одну очистную камеру: шпуров – на 900 шт.; удельный расход ВВ – на 15 %, вредных взрывных газов – на 17 %. Расчетный экономический эффект составляет более 200 тыс. рублей на одну очистную камеру и около 50 тыс. рублей на камерно-вентиляционный штрек.

Таким образом, результаты проведенных исследований в лабораторных и промышленных условиях показали эффективность предлагаемой конструкции концентраторов напряжения для направленного раскола массива горных пород, подтвердили сходимость полученных результатов и позволили наметить программу внедрения предлагаемой конструкции на предприятиях горной и строительной промышленности.

Библиографический список

1. Боровков Ю.А. Совершенствование способа направленного трещинообразования при применении невзрывных разрушающих смесей /Тезисы докладов на Международной конференции «Новые достижения в науках о земле». - М., МГТА, 2001г.

УДК 627.81:624.131.1

© Едгоров Ш.И. 2017 г.

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИЙ НЕКОТОРЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ УЗБЕКИСТАНА

Едгоров Ш.И., старший научный сотрудник лаб. «Инженерной Сейсмогеологии» института Сейсмологии им. Г.А. Мавлянова АН РУз.

Maqolada 7-9 balli yuqori seysmik tog`li tog` oldi - adirlilik va past tekislik hududlarida joylashgan suv omborlarni geoeologik sharoitlarini baholash keltirilgan. Suv omborlarning qurish va ekspluatatsiya davrida geologik muhitga ta'siri ko`rib chiqilgan.

Tayanch iboralar: *geoeologiya, tog`onlar, terrasa, geologik muhit, grunt, tabiiy-texnogen sharoit.*

Tectonic structure and characteristics of discontinuities of south-western part of the Hissar Mountains. The paper presents a modern state of the tectonic structure and characteristics of discontinuities of south-western part of Gissar Mountains exploring mainly flexure-explosive area, big jumps of uplift and subsidence, surface displacements developing in the directions of the north-east, and south-west. Causes are presented and the major structural units of the overlap of breaks zone are highlighted.

Key words: *tectonic breaks, mountain zones, faults, seismic situation, pockets of earthquakes, displacement, deformation.*

На территории Узбекистана имеются более 60 водохранилищ различного объема и назначения с высотой плотины от 10 до 180 м расположенных в горной, предгорной и равнинной территориях, где могут про-

исходить сильные и разрушительные землетрясения силой 7-9 и выше баллов [1]. Большинство водохранилищ имеют грунтовую плотину с суглинистым ядром. Указанные водохранилища расположены в

долинной и русловой части рек (например: Туполангское, Гиссаракское, Чартакское, Чимкурганское и другие водохранилища). Исключение составляет группа водохранилищ похожих на Талимарджанский тип, где чашей водохранилища служит площадь пониженной местности, не связанной с деятельностью рек или водотоков.

Гидротехнические сооружения (ГТС) с водохранилищем в качестве техногенной нагрузки на геологическую среду, по сравнению с другими инженерными сооружениями (промышленно-гражданские, подземные и надземные сооружения, путепроводы, газопроводы, мосты и различные транспортные дороги и прочие) имеют свои особенности. Сооружения как правило имеют значительные геометрические размеры: длина плотины $0,5 \div 1$ км и более, объём воды водохранилища ≥ 50 млн m^3 . Площадь зоны затопления для водохранилищ расположенных в горных районах < 1 км², расположенных в предгорных и предгорно-равнинных районах от $2 \div 5$ км² до 65 км² и более [2]. Влияние ГТС на геологическую среду имеет динамический характер и отличается масштабностью.

Изменения природных условий после строительства и в период эксплуатации сооружения в том числе инженерно-геологические и геоэкологические условия взаимообусловлены и влияют на устойчивость сооружения и её надёжность при эксплуатации. Инженерные сооружения (ГТС) и геологическая среда, где расположены сооружения, взаимосвязаны. Инженерные сооружения нами рассматриваются как источники техногенных воздействий той или иной природы на геологическую среду в целом или на ее отдельные элементы (горные породы, рельеф, подземные воды и пр.). Техногенными воздействиями называются различные по своей природе, механизму, длительности и интенсивности влияния, оказываемые человеком на элементы геологической среды в процессе его жизнедеятельности и хозяйственного производства [3,4]. К таким относятся гидротехнические сооружения с водохранилищами. Эти сооружения оказывают существенную нагрузку на геологическую среду по сравнению с другими инженерными сооружениями. ГТС имеют значительные геометрические размеры (длина плотины $0,5 \div 1$ км и более, объём воды в водохранилищах ≥ 50 млн m^3). Площадь зоны затопления для водохранилищ расположенных в горных районах < 1 км², расположенных в предгорных и предгорно-равнинных районах от $2 \div 5$ км² до $65 \div 650$ км². При таком диапазоне сочетания параметров ГТС и динамичного поведения во время эксплуатации в течение одного года (например: Чарвакского и Ахангаранского водохранилища) из-за срабатывания уровня воды в водохранилище с большой величиной – $60-80$ м привело к образованию новых оползней и активизации существующих [5] достаточно сильно изменяются инженерно-

геологические и геоэкологические условия территорий. Многолетние инженерно-геологические исследования, проведенные Худабергановым А.М. и др., на урбанизированных территориях (гг. Ташкент, Ангрэн, Андижан, Самарканд, Бухара и др.) за большой период (1965-2008 гг. и 2010-2014 гг.) [6], позволили им проследить за изменениями инженерно-геологических условий вызванные инженерно-технической деятельностью человека, а также связанные с ним изменения геоэкологических условий территорий. Они выделяют 4 категории участков по степени благоприятности и опасности к освоению:

- 1-благоприятные;
- 2-менее благоприятные;
- 3-неблагоприятные;
- 4-опасные.

Предложены основные критерии выделения этих зон. Применяя опыт работ на урбанизированных территориях, и учитывая особенности ГТС и режима эксплуатации, мы попытались изучить и оценить современное состояние инженерно-геологических и геоэкологических условий территорий некоторых водохранилищ.

Многолетние научно-технические исследования, проведенные на территории водохранилищ с целью изучения их инженерно-сейсмогеологического состояния, в том числе инженерно-геоэкологического в период до и после строительства, а также, в период длительной эксплуатации показывают, что по их геоморфологическому и географо-территориальному расположению водохранилищ, они расположены: в горных, предгорно-адырных и равнинных территориях. Эти территории отличаются не только своеобразием истории развития геолого-тектонического строения, а также отличием распространения природных, инженерно-геологических и геоэкологических закономерностей, поэтому их развитие имеет региональный характер. Так, территория расположения конкретного водохранилища имеет особенности местного, локального характера развития, а также указанных процессов и явлений в геологической среде. При этом каждое инженерное сооружение рассматривается как источник определенных техногенных воздействий на окружающую геологическую среду, которая влияет в целом на отдельные компоненты среды (состояние и свойства горных пород, рельеф, подземные воды и др.) [3]. Несмотря на то, что строительства ГТС приносят большую пользу в экономическом развитии республики, они в тоже время негативно влияют на окружающую природу и в том числе на геологическую среду. Они изменяют инженерно-геологические, гидрогеологические условия и резко влияют на экологические, в том числе геоэкологические условия территорий. Так, после переограждения русла реки

происходят затопления водой новых территорий, при этом, соответственно, поднимается уровень грунтовых вод, нарушается природное равновесие, а так же возникают новые инженерно-геологические процессы и явления, что приводит изменению новой местной экосистемы [2-4]. Податливость территории к таким изменениям зависит не только от вида и мощности, действующих природно-техногенных сил, но и устойчивости самой территории к таким нагрузкам. Например, территории водохранилищ расположенных на скальных и устойчивых грунтах, меньше поддаются резкому изменению состояния и свойств горных пород, чем территории сложенные рыхлыми грунтами. Горные породы слагающие территорию являющуюся одним из основных компонентов, которые могут поддаваться к изменениям природных условий площади строительства ГТС.

Характер и динамика развития процессов и явлений резко отличается в зависимости от зоны расположения водохранилищ. Если водохранилище расположено в горных областях как Тупалангское или Гиссаракское и др. это одни процессы и явления со своими показателями динамики и характера развития, в предгорно-адырных областях как Чартакское, или Заркентское и др. протекают другие процессы и явления с другими показателями их динамики развития и в равнинных зонах как Чимкуртанское, Каттакурганское, Талимарджанское и др. зонах их инженерно-геологические и геоэкологические процессы и явления имеют различия, как по характеру так по степени интенсивности протекания этих процессов во времени.

Ниже кратко остановимся на инженерно-геологических, гидрогеологических и геоэкологических условиях территорий некоторых водохранилищ по приуроченности к горным, предгорно-адырным и равнинным областям.

В качестве примера водохранилища расположенного в горной области приведем характеристику особенностей Тупалангского водохранилища.

Тупалангское водохранилище. Плотина Тупалангского водохранилища, высотой 181 м, является уникальным гидротехническим сооружением. Её строительство проходит в весьма сложных природных горно-геологических условиях, а именно в каньоне с крутыми бортами склонов, при наличии в основании тектонических разломов, соединяющих бьефы, и растворимости пород – представленных гипсоангидритами. В настоящее время на площадке плотины производятся строительные работы, в результате чего высота плотины уже достигла более 100 м, а по объему воды водохранилище достигло около 100-110 млн м³. При этом, зона затопления водохранилищем составляет примерно – шириной около 1 км, и длиной 20-25 км. Площадь затопления по всей вероятности будет, изменяться в зависимости от высоты столба воды в водохрани-

лище. Так, при максимальном уровне воды в чаше водохранилища – 181 м, площадь затопления будет максимальной и составит около 8,85 км², а при минимальном уровне (80-90 м), соответственно она составит ~ 8,0 км². Площадь динамического изменения прибрежной полосы незначительна ~ 0,85 км². Абсолютные отметки поверхности территории колеблются от 850 до 968 м. Сейсмичность территории 9 баллов. [7]

Основание плотины Тупалангского водохранилища сложено отложениями палеогенного возраста [7], среди которых выделен ряд пачек с IV по IX, представленных переслаиванием известняками и доломитами. В пачках известняков прослеживаются тонкие прослои - алевролитов и аргиллитов. Все породы, в основном, крепкие, с временным сопротивлением к сжатию в воздушно-сухом состоянии равным 700÷2000 kg/cm² и в водонасыщенном состоянии – 600÷1300 kg/cm². Модуль деформации пород варьирует от 35 до 115 тыс. kg/cm². Исключение составляют породы пачки VIII, в которой большая половина разреза сильно разрушена и имеет в разрушенных зонах сопротивление к сжатию около 200 kg/cm², а модуль деформации 10÷12 kg/cm². Породы пачек IV и V на дневной поверхности интенсивно выветрены и подлежат срезу, затем после удаления, покрытию защитным слоем. Пачка VIII и верхняя часть пачки VII закарстованы. Карстообразование приурочено к трещинам, а также к слабым разностям пород; пустоты часто без заполнителя.

На территории Тупалангского водохранилища в настоящее время достигнуто строительство плотины высотой 115-120 м и одновременно накоплено 90-100 млн км³ объема воды паводками. Накопленные воды в вегетационный период частично используются для нужд орошения, а также работает гидроэлектростанция небольшой мощности. Замечено, что при указанных объемах воды в водохранилище и высоты столба воды – 115-120 м наблюдалось интенсивное выклинивание трещинных вод в виде небольших родников, с дебитом примерно - (в июне 2015 г.) до 1-3 л/с, возможно и более. Причем дебит был нестабильный. Поэтому необходимо произвести детальные обследования и предусмотреть противофильтрационные меры (рис. 1).

В качестве примера водохранилища расположенного в предгорно-адырной области приведем описание *Чартакского водохранилища*. Это водохранилище находится в эксплуатации более 30 лет. Территория водохранилища располагается в пределах юго-западной оконечности площади Наманганского адыра. Сейсмичность района строительства оценивается в 9 баллов.

Плотина Чартакского водохранилища является русловым и перекрывает русло р. Чартаксай до ее 2-й пойменной террасы и Наманганского адыра. Высота

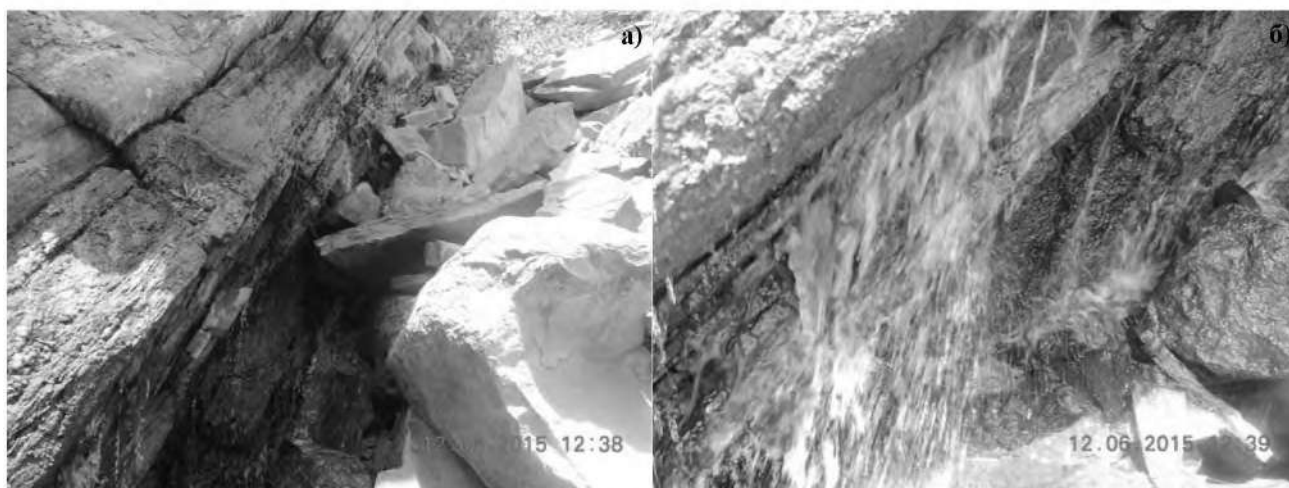


Рис. 1. Выход подземных вод из Тупалангского водохранилища - между пластовыми трещинами и трещинами выветривания: а) на отметках 60-70 м; б) 30-40 м над уровнем русла соседней долины водотока.

плотины - 48,7 м, длина - 1447,3 м. Общий объем водохранилища составляет 30 млн км³. Площадь затопления изменяется от 0,237 км² (при минимальном объеме 2,37 млн м³) до 2,65 км² (при максимальном объеме воды до 30 млн м³). Площадь динамического изменения прибрежной полосы затопления хорошо заметная и составляет - 2,413 км².

В гидрогеологическом отношении вся площадь этой территории расположена в зоне с разными залежаниями уровня грунтовых вод. Так в центральной части долины реки Чартаксай подземные воды залегают на глубине 0,5÷3 м, высоких поймах и 2, 3 надпойменных террасах и выше, залегают на глубине более 10 м.

По данным инженерно-геологических изысканий долина Чартаксай на участке створа плотины сложена отложениями среднечетвертичного комплекса, представленного пролювиально-делювиальными суглинками серовато-желтого и полевого цвета, плотного сложения [7].

По механическому составу - грунты легкие, средние и тяжелые суглинки. Содержание глинистых фракций 14÷29,5 %, пылеватых 60,5 % ÷ 72,4 %, удельный вес их составляет 2,67÷2,72 г/см³, объемный вес 1,62÷1,72 г/см³. Пористость 29,4 %. Коэффициент пористости 0,4÷0,6, число пластичности 4÷8 %, при верхнем пределе - 11 %; коэффициент фильтрации 0,002÷0,2 м/д, угол трения в водонасыщенном состоянии - 24°, несущая способность грунта 3 и более кг/см² (в зависимости от глубины взятия пробы).

Коренные породы с поверхности перекрыты аллювиальными галечниками с песчаным заполнителем (в пойменной части разреза) и с суглинисто-песчаным заполнителем (на второй надпойменной террасе реки). Мощность галечников составляет 10-11 м. Объемный вес их колеблется в пределах 2,0÷2,4 г/см³, при коэффициенте фильтрации от 1,01 до 30 м/д.

Супеси, покрывающие галечники относятся к тяжелым пылеватым разностям, иногда переходят в легкие

суглинки, имеют желтовато-серый цвет, низкую пластичность, обладают просадочными свойствами.

Коэффициент фильтрации супесей на левом борту долины - 0,6 м/д, на правом - 0,38 м/д. Объемный вес скелета грунта - 1,37 г/см³, угол внутреннего трения - 24°, расчетное сопротивление - 1,5 кг/см².

Участок плотины, в правобережном бортовом примыкании, сложен с поверхности просадочными, пылеватыми, тяжелыми осадками суглинков и конгломератами на карбонатно-глинистом цементе. Мощность прослоев достигает 2÷2,5 м. Поверхность склона правобережного борта водохранилища сравнительно круче, чем на левом и относительные высоты над руслом составляют от 150 до 400 м и поэтому здесь на небольшом участке, после строительства происходила незначительная переработка берегов (рис. 2 а, б).

Участок левобережного примыкания сложен с поверхности супесями тяжелыми просадочными породами, мощностью до 8,0 м, иногда с включением в них гравия и гальки до 15÷20 %. Ниже этих пород располагается слой гравийно-галечниковых отложений с суглинистым заполнителем мощностью 3-6 м. Слой гравийно-галечниковых отложений простирается по борту долины р. Чартаксай на значительную длину и в данном участке соединяет верхний бьеф водохранилища с нижним бьефом.

В качестве примера водохранилища расположенного в равнинной части приведем описание Чимкурганского и Талимарджанского водохранилищ.

Чимкурганское водохранилище находится в эксплуатации с 1963 г. и располагается в среднем течении р. Кашкадарья. При этом, сама река берет свое начало на территории горного массива, расположенного на стыке Зарафшанского и Гиссарского хребтов. Тип питания реки от снего-ледникового до снего-дождевого.

Створ плотины размещается в долине р. Кашкадарья и занимает пойму и представленную пятью реч-



Рис. 2. Переработки берегов р. Чартаксай: а) правобережной части склона; б) примыкающие к склону русла временных потоков.

ными террасами, сложенными породами четвертичного возраста. Высота плотины составляет – 33 м, длина около 7 км, а проектный объем водохранилища – 500 млн km^3 . Площадь затопления меняется от 31,0 km^2 (при минимальном объеме 310 млн m^3) до 50,0 km^2 (при максимальном объеме 486 млн m^3). Площадь динамического изменения прибрежной полосы очень большая и составляет, 19,0 km^2 . Сейсмичность района строительства 7 баллов [10].

Основанием плотины служат аллювиальные отложения поймы и трех надпойменных террас. Аллювиальные песчано-галечные отложения поймы и надпойменных террас характеризуются большим разнообразием механического состава пород (от галечников до тонкозернистых песков) местами с прослойками и линзами глин, супесей и суглинков.

С поверхности отложения перекрыты тонким слоем суглинков и супесей, местами с прослойками мелкозернистых песков. Величина коэффициента фильтрации этих пород изменяется в очень широких пределах от 0,5 до 33 m/d [8].

Борта долины реки и чаша водохранилища пологие, наклон бортов не более – 30°. «Плечи» плотины соприкасаются с суглинками четвертой и лессами пятой террас. Здесь, из-за очень пологого склона берегов водохранилища не наблюдается переработки берегов как на территории Чартакского водохранилища (рис. 3 а, б и в).

Талимарджанское водохранилище расположено на юго-западной части Кашкадарьинской области и предназначено для регулирования стока Каршинского магистрального канала. Поверхность территории неоднородная: на западе она представляет собой закрепленные грядовые и бугристые пески, в центре – степную плоскую равнину, а к востоку принимает характер предгорий с постепенным переходом в холмистую поверхность (рис.4). Сейсмичность территории оценивается в 7 баллов.

Грунты на территории Талимарджанского водохранилища песчаные, супесчаные, глинистые, скаль-

ные, щебеночные и солончаковые. Грунтовые воды залегают на глубине большей частью от 4 до 40 м, реже 40-95 м [8, 9].

Грунты в прибрежных, периодически заливаемых участках представлены твердыми глинами с илом, в центральном, постоянно залитом участке – темно-серыми илами.

В состав сооружений Талимарджанского водохранилища входят земляная плотина № 1 и № 2, насосная станция № 7, водовыпускное сооружение, обводной канал и дренажная насосная станция (рис. 6). Высота земляной плотины № 1 составляет 35 м, а длина– 9745 м. Земляная плотина № 2 перекрывает пониженную часть водохранилища, и имеет размеры: высота– 37 м, длина– 1000 м. В основании плотины устроено водовыпускное сооружение с 5 водопропускными отверстиями размерами 4x5 м. Пропускная способность сооружения– 360 m^3 [9].

Талимарджанское водохранилище эксплуатируется с 1985 г. Польный объем водохранилища – 1525 млн m^3 . При максимальном объеме воды в водохранилище площадь зеркала воды (S) составляет 78 km^2 , при среднем объеме воды – $W=1350$ млн m^3 , $S= 67 \text{ km}^2$ и минимальном объеме $W=400$ млн m^3 $S=20 \text{ km}^2$. Разница $S_{\text{max}} - S_{\text{мин}} = 78 \text{ km}^2 - 20 \text{ km}^2 = 58 \text{ km}^2$. Разница площади зеркала воды (S) значительная, т.е. большая площадь находится в состоянии неоднократного обводнения и высыхания геологической среды.



Рис. 3. Дренажная система Чимкурганского водохранилища: 1 – дренажные колодцы; 2 – водоотводящие трубы и каналы.



Рис. 4. Вид нижнего водоема (дренаж водоема).

С помощью насосных станций (станция № 7 и др.) с подводящего канала вода в чаше водохранилища накапливается, тем самым осуществляется аккумулярование гидравлической энергии водотоков. Это позволяет на определенное время хранить аккумулируемые объемы воды с тем, чтобы эти объемы можно было использовать для выработки электрической энергии. Накопление необходимого количества воды в верхнем водоёме и получение из неё электрической энергии осуществляется с помощью гидроаккумулирующих электрических станций (ГАЭС). Эксплуатация водохранилища выполняется в особом режиме с учетом временной потребности воды для полива и для производства электроэнергии. В связи с этим, объем воды в Талимарджанском водохранилище в течение года значительно меняется. В нижнем бьефе грунтовые воды залегают очень близко, местами выходят на поверхность. Чтобы поддержать уровни грунтовых вод на оптимальном уровне, и уменьшить гидравлическое давление, оказывающие со стороны верхнего бьефа столбом воды в водохранилище, организована дренажная система, с применением нескольких насосов, которые перекачивают дренажные воды в чаше водохранилища (рис. 4).

Таким образом, на территории водохранилищ расположенных в горных районах, где распространены скально-полускальные породы, свойственно развитие отдельных процессов и явлений, где преобладают процессы выветривания горных пород, камнепады, эрозия, абразия, селевые потоки, а также местами аккумуляция материалов в русле реки. После строительства водохранилища происходят: потопления территорий, подъем уровня грунтовых вод, (возможно незначительное изменение химического состава), появление новых родников в соседних долинах или в местах более низких отметок, т.е. ниже уровня воды в водохранилище. Несмотря на небольшие площади зон затопления этих водохранилищ, по береговой линии наблюдаются склоновые процессы, а также по склонам соседних долин дренирование подземных вод в виде новых родников, как это наблюдалось на примере строящегося Туполангского водохранилища (рис. 1).

Податливость этой территории к изменениям инженерно-геологических и геоэкологических условий определяются такими факторами как, расчлененность рельефа, условия залегания пород, форма, морфология поверхности местности и глубина заложения тектонических нарушений, степень выветрелости, а также трещиноватость горных пород. Эти факторы в свою очередь существенно влияют на приращения сейсмической интенсивности землетрясений по площади.

В предгорно-адырных районах, где наибольшие распространения имеют отложения аллювиально-пролювиального происхождения, состоящие из валунно-галечников и лессовидных пород - Чартакского водохранилища можно отметить, что наряду с наличием вышесказанных процессов и явлений, характерных горным зонам, после строительства водохранилища наблюдаются процессы переработки берегов водохранилища, особенно в начальный период эксплуатации (рис. 2 а, б). При этом, процесс активизируется после каждого подъема и спада уровня воды в водохранилище.

В равнинных районах на территории Чимкурганского водохранилища преобладающими процессами и явлениями являются значительные подтопления площадей прилегающих к водохранилищу, а именно территории, затронутые заболачиванием, засолениями почв, резким изменением геоэкологической обстановки территории (рис. 3). Следует отметить, что площадь затопления очень изменчива, так при минимальном объеме воды в водохранилище затопление составляет 310 км², а максимальном объеме 486 км², а при разнице площади она составляет – 176 км². В пределах этой площади, по побережью водохранилища, ежегодно происходит повторение этих процессов как, затопления площади, подъем уровня грунтовых вод, заболачивание, местами засоление и др. процессы.

Кроме того из-за подъема уровня грунтовых вод происходит ухудшение инженерно-сейсмических свойств рыхлых грунтов и увеличения приращения сейсмической интенсивности до 1 балла. Эти площади иногда, в отдельные годы, временно используются для выращивания сельхозкультур.

Площади ниже плотины (нижний бьеф) - где вода выходит через водовыпуск, разветвляются по ирригационным каналам и используются для орошения земель, а также других целей. Воды, которые фильтруются через тело и основание плотины, а также в обход плотины приводят к подъему уровня подземных вод, т.е. процессы, которые создают опасность на устойчивость самой плотины. Поэтому, для обеспечения устойчивости плотины в нижнем бьефе создана дренажная система (рис. 3).

Система состоит из вертикальных колодцев (рис. 1, 3) с перфорированными трубами соединенными между собой подземными водопроводами выходящими на дневную поверхность (рис. 3, 2).

Затем дренажные воды сбрасываются в ирригационные каналы.

Здесь подземные воды залегают очень близко к поверхности земли, т.е. 3 и менее м, что также увеличивает интенсивность землетрясений до +1 балла по сравнению к исходными сейсмическим баллам для данного района. На территории Талимарджанского водохранилища в целом преобладающими процессами и явлениями являются те же самые, что и на территории Чимкурганского водохранилища. Здесь указанные процессы и явления происходят более масштабно и интенсивно. Это связано с особенностью сооружения и его назначением для эксплуатации. Значительные обводнения территории особенно в нижнем бьефе резко изменяет инженерно-геологические и геоэкологические условия.

В предгорно-адырных и равнинных зонах изменения и состояние инженерно-геологических и геоэкологических условий существенно зависит от мощности, состава, свойств и состояния суглинисто-песчаных пород, а также глубины залегания уровня грунтовых вод. В случае ухудшения этих условий это приводит к увеличению сейсмической интенсивности. Эти изменения приводят к ухудшению условий в геологической среде и с точки зрения степени благоприятности и опасности территории можно отнести к зонам неблагоприятным и возможно в отдельных случаях, даже опасным.

Свести к минимуму или избежать отрицательные последствия, или экологическую катастрофу при

строительстве и эксплуатации ГТС, находясь в активном контакте с геологической средой, по возможности можно достичь путем детального исследования геологической среды (верхняя часть литосферы, где инженерно-техническая деятельность человека может воздействовать) и объективно оценить характер и масштаб изменений геологической среды. Одним из основных факторов, влияющих на устойчивость плотины (в том числе сейсмоустойчивость) являются взаимодействие основания с сооружением, и поэтому особо остро стоит вопрос объективно точно оценить и произвести точный расчет прогноза изменений взаимодействий ГТС для периода после заполнения и эксплуатации.

Для того чтобы следить за изменением этих условий, необходимо организовать постоянные наблюдения и оценивать состояние геоэкологической опасности для ГТС, и организовать геоэкологический мониторинг на площади наравне с натурными сейсмометрическими наблюдениями на объектах. Это позволит оперативно разработать мероприятия по уменьшению негативных явлений и их последствий, а также ожидаемые проявления инженерно-геологических процессов и явлений, при этом качественно исследовать инженерно-геологические, гидрогеологические и геоэкологические процессы. Для устранения всего этого было бы полезным использовать ГИС технологии, с использованием современных информационных технологий и оборудования (GPS, ArcGIS и AutoCAD геоинформационная электронная программа и GPR георадар).

Библиографический список

1. ШНК 2.06.11-04. «Строительство в сейсмических районах. Гидротехнические сооружения» / Госархитектстрой Республики Узбекистан. г. Ташкент, 2006. С. 56-103.
2. Джураев Н.М. О геоэкологических условиях территории строительства гидротехнических сооружений. Экологический Вестник №03/03/2012г, Ташкент, С.41-45.
3. Трофимов В.Т., Королев В.А., Герасимова А.С. Классификация техногенных воздействий на геологическую среду. ГЕО-ЭКОЛОГИЯ. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. М.: №5, 1995. С. 96-107.
4. Герасимова А. С., Королев В. А. Проблемы устойчивости геологической среды к техногенным воздействиям// Гидрогеология и инж. геология. Обзор. А. О. «Геоинформаркт». М., 1994. 47 с.
5. Бимурзаев Г.А. Исследования причин проявления и развития оползней на берегах водохранилища в горных и предгорных зонах Ташкентской области. Проблема сейсмологии в Узбекистане (посвященной 100 летию академика Г.А. Мавлянова), №7, том III, Ташкент, 2010, 268с.
6. Худайбергенов А.М., Нурмухамедов К.Ш., Туйчиева М.А., Джураев Н.М., Ёдгоров Ш.И. Геоэкология и сейсмоэкология городов Узбекистана. – Т.: «Иктисодиёт», 2014. – 310 с.
7. Касымов С.М., Джураев Н.М., Тимбеков И.Х., Мирзаев В.М. Сейсмическое микрорайонирование территории строительства гидротехнических сооружений в Узбекистане. Изд-во "Фан", УзССР, Ташкент, 1974.- 250 с.
8. Мавлянов Г.А., Пулатов К.П., Касымов С.М., Иргашев И., Исаматов Ю.П. Инженерно-геологические условия Каршинской степи. Изд-во «Фан», Ташкент, 278с
9. Уришев Б.У., Джураев К.С., Бейтуллаева Р.Х., Мамадиёров Э.К. Вопросы гидроаккумулирования энергии в Талимарджанском водохранилище. ТИИМ. / Сб.тр. САНИИРИ «Мелиорация водное хозяйство». – Ташкент, 2006.- С. 27-30.
10. Хамраев Н., Мифтахов Р. Первая высокая плотина в Узбекистане. Из-во «Узбекистан», Ташкент, 1971. 98с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ БУХТООБРАЗНЫХ СРЕДНЕПЕРИОДНЫХ ГЕОМАГНИТНЫХ ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В УЗБЕКИСТАНЕ

Мунинов М.Ю., старший научный сотрудник института сейсмологии АН РУз, кандидат физ.- мат. наук.

Maqolada O'zbekistonda 35 yil mobaynida o'tkazilgan magnitovariatsion statsionar kuzatuvlar jarayonida aniqlangan o'rta muddatli buxtasimon geomagnit zilzila darakhchilarini o'rganish natijalari ko'rib chiqilgan. Unda o'rta muddatli buxtasimon darakhchilarning shakllanish xususiyatlari, vaqt bo'yicha davomiyligi, uzoq masofaga tarqalishi va kuchlanganligining so'nishi kabi o'lchamlarning zilzilaning kuchi hamda u sodir bo'ladigan hududlarning geologik - geofizik sharoitlariga bog'liq ekanligi keltirilgan. O'rta muddatli zilzila darakhchilarning tabiati yer qobig'idagi uzulish va boshqa anomal elektr o'tkazuvchan hududlarning elektr o'tkazuvchanligini o'zgarishiga bog'liq ravishda toklarni qayta taqsimlanishiga bog'lanadi.

Tayanch iboralar: zilzilaning o'rta muddatli darakhchilari, epid markaz, bloklar oraliq muhiti, uzulish, deformatsiya, kuchlanish, magnit maydon, variatsiya, faollashish, bog'liqlik, elektr o'tkazuvchanlik, prognoz.

The article discusses the results of studies of average period bay geomagnetic earthquake precursors that occurred in the 35 years monitoring of stationary magnitovariational observations in Uzbekistan. Peculiarities of manifestation, duration in time, propagation distance, intensity attenuation and other parameters of bay precursory signals depending on the strength and geological and geophysical conditions of the place of earthquakes occurrence are given here. Nature of precursory signals associated with the redistribution of the currents due to the change of electrical conductivity of active faults and other anomalous conductive zones of the earth's crust.

Key words: bay earthquake precursors, epicenter, inter-unit environment, fracture, deformation, voltage, magnetic field, variation, activation, dependence, electrical conductivity, prognosis.

Подготовка и возникновение тектонического землетрясения является очень сложным процессом. Сложность процесса обусловлена разнообразием пространственно-временных соотношений тектонических напряжений приводящих к землетрясению и различием геолого-геофизической среды, в которых они происходят [1, 2]. Как и землетрясение, её предвестники так же различаются между собой механизмом возникновения, пространственно-временными особенностями и другими физическими параметрами [1-4]. На практике геомагнитных исследований в Узбекистане выявлены множества видов предвестниковых аномалий землетрясений [1, 4, 5]. Существуют различные классификации геомагнитных предвестников:

- по методике их регистрации и выделения;
- по природе их образования;
- по длительности времени проявления;
- по пространственно-временной динамике проявления;
- по форме пространственно-временного проявления и по другим пространственно-временным особенностям [1, 6].

Целью настоящей работы является исследование особенностей проявления среднепериодных бухтообразных геомагнитных предвестников, имевшие место в процессе 35-ти летнего мониторинга стационарных магнитовариационных наблюдений. Тем самым, выясняя механизм образования этих предвестников,

решать желаемый прогноз места, времени и силы готовящегося землетрясения.

Первоначально, в Узбекистане, стационарные наблюдения проводились эпизодически в эпицентрах крупных землетрясений Алайского (1978 г.), Газлийских (1976 и 1984 гг.), Исфара-Баткенского (1977 г.), Таваксайского (1977 г.) и т.д. Измерения осуществлялись визуально через каждые 5-10 min, с полевыми приборами. С появлением высокоточных саморегистрирующих магнитометров ПМ-001, АПМ, МПП-1, МВ-01 и других с чувствительностью $\pm 0,1$ нТ, появилась возможность исследовать предвестниковые аномалии в широком временном диапазоне - от нескольких секунд до нескольких десятков и более лет. Это и определило преимущество стационарных наблюдений в исследовании временных особенностей проявления предвестников землетрясений [1, 4]. На практике наших стационарных исследований, в основном по форме проявления, выделены предвестниковые аномалии в виде бухт (70 %), ступени (20 %) и изменения угла трендовой составляющей (10 %).

Бухтообразные предвестники являются самыми распространенными по площади. Они обнаружены повсюду на территории Узбекистана кроме станций расположенных в Северной Фергане, в Чаткальском мегоблоке и станции Коканд расположенной над габбро - диоритовым массивом в Центральной Фергане [1, 5] (рис. 1).

Имея разные знаки, бухтообразные предвестники очень схожи с формами изменения упругой потенциальной энергии в области подготовки тектонических землетрясений И.П. Добровольского [2].

На рис. 2 и 3 приведены фрагменты бухтообразных среднепериодных предвестниковых аномалий магнитного поля связанных с близкими землетрясениями средней силы.

Выявлены зависимости между длительностью среднепериодных их бухтообразных предвестниковых аномалий и силой землетрясения [5]:

$$\lg \Delta t_a = 0.27M + 0.84 \text{ при } R = 0.84$$

При определении зависимости (ΔT)=f (M) необходимо учитывать эпицентральное расстояние от пункта регистрации предвестниковой аномалии. Если имеются материалы о скорости распространения предвестникового сигнала по определенным геологическим средам, то нужно ими воспользоваться. В практике наших геомагнитных исследований надежно установленных скоростных характеристик распространения предвестниковых аномалий по площади, пока не имеется. Это объясняется отдаленностью прогностических станций друг от друга или изотропностью среды в отношении распространения предвестниковых сигналов, что не позволяет одновременно или с некоторым опозданием регистрировать их от единого источника.

Вышеприведенная зависимость длительности проявления предвестниковой аномалии от силы землетрясения является усредненной для событий, отмеченных в период 1970 – 1990 гг. т.е. в период сейсмической активизации Центрально-Азиатского региона. Этот показатель может изменяться в зависимости от вариаций интенсивности поля напряжений вызывающих сейсмическую активность, как всего региона, так и его отдельных частей.

В отношении дальности распространения среднепериодных бухтообразных предвестниковых сигналов от силы землетрясения имеются различные зависимости. В большинстве случаев эти зависимости определены для всего комплекса предвестников, независимо от их различия природы возникновения, длительности, геолого-геофизических условий формирования и распространения, а так же других факторов. К таким, часто используемым определениям можно отнести:

- кратность размера очага землетрясения по В.И. Уломову [7];
- зависимость $R = e^M$ или $R = 10^{0.43M}$ km соответствующей зоны распространению;
- деформации более 10^{-8} при подготовке землетрясения по И.П. Добровольскому [2] и др.

Ранее используемая нами экспериментальная зависимость дальности проявления магнитных эффектов от силы землетрясения, установленная для Душанбино-Гармского полигона [8] $\lg R = 0.35M + 0.04$,

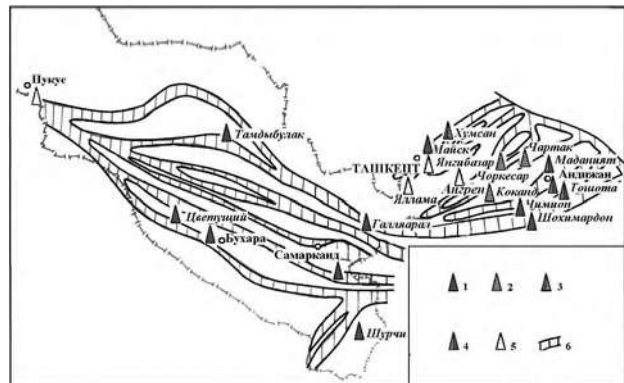


Рис. 1. Схема дифференциации наиболее часто регистрируемых форм среднепериодных предвестниковых аномалий на магнитометрических станциях Института сейсмологии АН РУз. 1978-2015 гг. 1 – бухтообразные, 2 – специфической ступени, 3 – бухты, ступени, 4 – бухты, изменения угла трендовой составляющей, 5 – никакие (инертные в период их функционирования), 6 – сейсмогенные зоны по Р.Н.Ибрагимову.

скорее всего, удовлетворительно отражает дальность распространения геомагнитных предвестников по ослабленной межблочной среде, т.е. по разломам и флексурно-разрывным зонам. Следует отметить, что вышеприведенная зависимость отражает дальность распространения предвестника по разлому от места «зацепки» до самого удаленного пункта в ту или другую сторону. Чем сильнее землетрясение, тем дальше распространение предвестникового сигнала. Все вышеперечисленные зависимости имеют общий недостаток. Они подразумевают среду распространения предвестника землетрясения «однородным», с линейными характеристиками. Но в самом деле ситуация не такая. Каждая предвестниковая аномалия формируется и распространяется в существенно различающихся геолого-геофизических условиях, в чем убедимся на примере проявления магнитных предвестников землетрясений на станциях Западного Узбекистана и Южной Ферганы (рис. 3 и 4).

В вышеописанных случаях очаг землетрясения принимается на подобие точечного источника, от

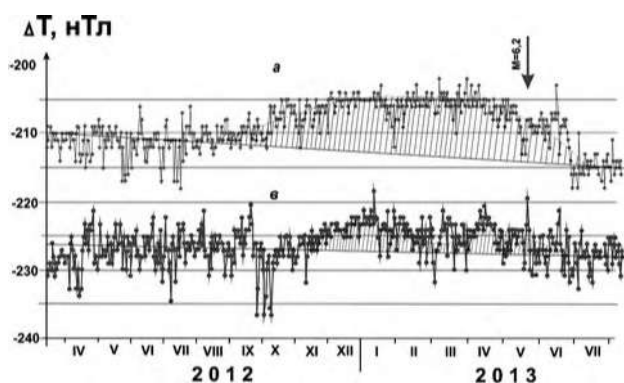


Рис. 2. Вариации среднесуточных разностей магнитного поля между станциями: Бухара - Янгйбазар (а) и Шурчи - Янгйбазар (б) в период подготовки и свершения Марджанбулакского землетрясения 24.05.2013 г. с M=6.2.

которого распространяется предвестниковый сигнал. На практике, бывают случаи, когда линейные размеры соприкасающихся сторон блоков имеют большие размеры без существенных зацепок на протяжении сотни, первые сотни км. В этих случаях межблочная среда по всей длине становится «линейным источником» изменений магнитного поля, отражая отношения поля напряжений между двумя крупными блоками. В этих случаях, когда источник рассматривается как «линейный», вышеприведенная зависимость $lgR=0,35M+0,04$ неправомерна, а параметры предвестника пригодны лишь для определения времени ожидаемого землетрясения. В подобных ситуациях место возможного землетрясения определяется с помощью других геолого-геофизических критериев. Такими потенциально опасными местами возникновения землетрясений являются пересечения активизированных разломов, места их изгиба, а так же наличие в контактирующих бортах блоков относительно плотных массивов горных пород, т.е. места потенциальных зацепок.

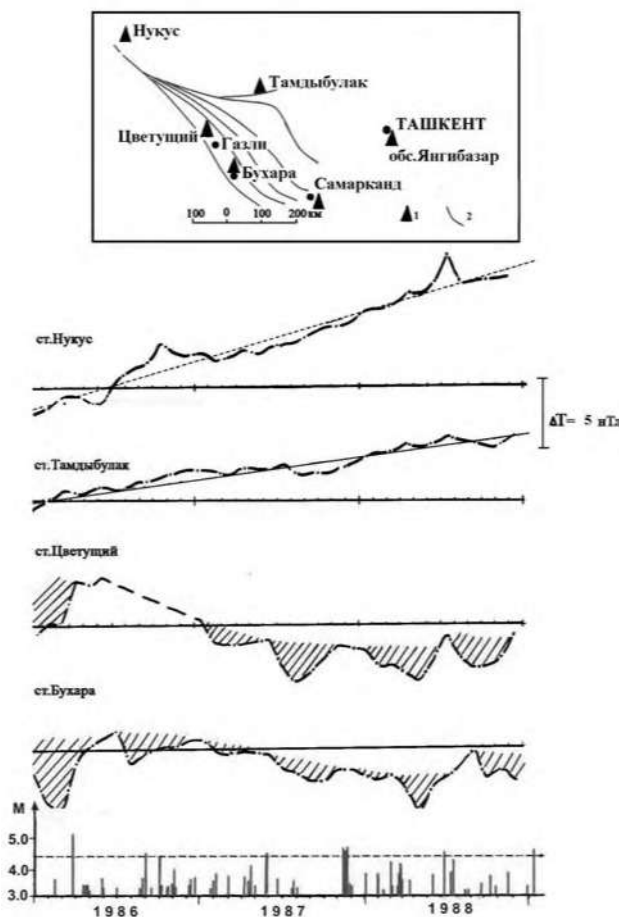


Рис. 3. Вариации магнитного поля на станциях Западного Узбекистана относительно обсерватории Янгибазар с афтершоками Газлийских землетрясений 1986-1988 гг. 1-магнитометрическая станция; 2- системы разломов.

В качестве примера можно привести вариации геомагнитного поля на станциях Западного Узбекистана относительно обсерватории Янгибазар в 1986-1988 гг. (рис. 3). Магнитометрические станции Бухара и Цветущий расположены вблизи Южно Тянь-Шанского глубинного разлома разделяющий крупные тектонические единицы: Урало-Монгольский от Каракумо-Таджикского мегоблока. Как видим из рисунка, в отличие от ст. Тамдыбулак и Нукус, на станциях Бухара и Цветущий, вариации магнитного поля проявляются синхронно, значимо коррелируя афтершоковой активизацией Газлийского очага с $M=3,5-4,5$. А дальность распространения предвестникового эффекта от землетрясений с $M=3,5-4,5$ согласно зависимости $lgR=0,35M+0,04$ будет всего 15-25 км соответственно. Если принимать расстояние от очага Газлийских землетрясений до ст. Бухары 130 км, то отмеченного предвестникового эффекта в Бухаре удовлетворяло бы, согласно вышеприведенной зависимости, только землетрясение с минимальной силой $M=6,0$. Отмечаемая синхронность проявления эффекта на большом отрезке контактирующих блоков указывает на линейности источника, вызываемой изменением поля напряжений по всей длине межблочной среды.

В отношении распространения предвестников внутри блоков пока не имеем определенных мнений. Потому что, в подавляющем большинстве случаев согласно модели подготовки тектонического землетрясения И.П. Добровольского [2], силы сцепления движущихся блоков на плоскости разрыва (сопротивляются взаимному их перемещению), вызывают деформацию и соответственно накопление потенциальной энергии. Когда напряжения вдоль плоскости разрыва превышают силы сцепления, происходит землетрясение (мгновенное проскальзывание) и освобождение накопленной потенциальной энергии упругих деформаций. Поэтому основные изменения поля напряжений концентрируются по краям блоков. А внутри блоков в основном существуют относительно стабильные фоновые составляющие поля региональных напряжений и плюс, мизерная доля от напряжения сцепления. Если учесть относительную повышенную плотность блока, чем плотность раздробленной межблочной среды и соответственно его относительную инертность к изменениям полей напряжений то, становится маловероятным обнаружение внутри блоков предвестниковых аномалий.

Таким инертным в отношении реакции на геодинамические процессы является магнитная обсерватория Янгибазар. Это «достоинство» инертности дает полное основание использовать обсерваторию Янгибазар в качестве опорной, относительно которой контролируются те или иные изменения геомагнитного поля на геодинамических полигонах Узбекистана. В качестве другого примера можно привести относительную инертность магнитометрической стан-

ции Коканд установленной в эпицентральной части диорит-габбро-диоритового массива размером 40 x 50 km, создающего региональную Кокандскую магнитную аномалию. На этой станции в период 4-х летнего её функционирования, было зарегистрировано всего одно anomальное изменение, тогда как, на соседних станциях Чимион, Чартак и Чаркесар были получены убедительные предвестниковые эффекты от происшедших Папских, Хамзабадского и др. близких землетрясений средней силы. Причина инертности станции кроется в физических параметрах габбро-диоритового массива. Массив имеет повышенную плотность, относительно окружающих ее осадочных пород. Поэтому значительная часть поля меняющихся напряжений затухают в относительно рыхлых осадочных породах, не доходя до плотного габбро-диоритового массива. Изменения поля напряжений в эпицентре цельного массива будут незначительны и они не могут существенно изменять физических параметров пород и в том числе отклик геофизических параметров на геодинамический процесс.

По выше сказанным соображениям можно отметить, что дальность распространения предвестниковых сигналов внутри блоков и интрузивных массивов гораздо меньше, чем в межблочной среде.

Выше, в рассматриваемых случаях мы всё время утверждали, что относительная разуплотненная межблочная среда (разломы, флексурно-разрывные зоны и т.д.) являются индикатором и проводником предвестниковых сигналов. Это действительно так. Но у этой среды имеется еще другая способность – способность поглощения упругих напряжений. Раз в этой среде поглощается основная часть упругих напряжений, то к следующим соседним блокам может достигать незначительная часть от этих напряжений, которые будут недостаточны изменению физических параметров в последующих межблочных средах. Примером тому служат случаи на ст. Чимион [5] (рис. 4).

Как видим из рисунка, Южно Ферганская флексурно-разрывная зона проходящая через Андикан, Хужанд препятствует (поглощает) прохождению упругих напряжений до станции Чимион расположенной внутри южного блока. По этой причине от-

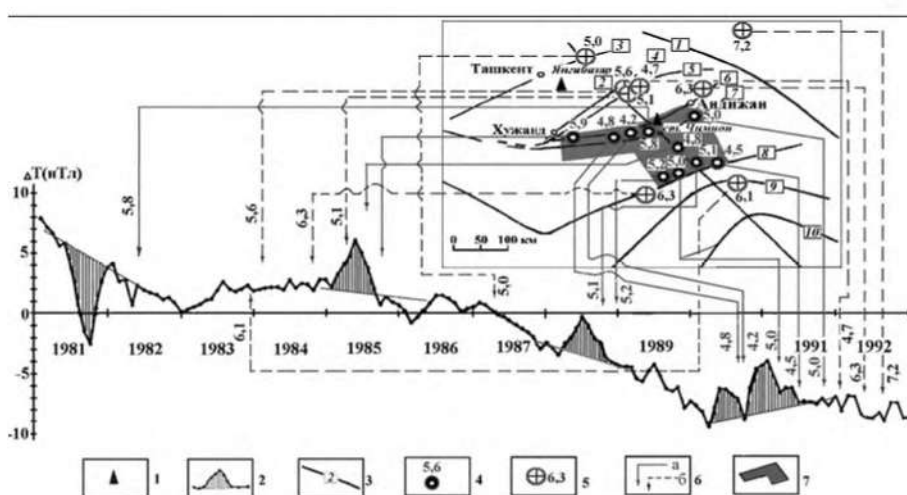


Рис. 4. Аномальные вариации магнитного поля на станции Чимион в 1981-1992 гг. с эпицентрами землетрясений с $M \geq 4.5$, от которых следовало ожидать предвестниковый сигнал [5]. 1-магнитометрическая станция (МПП-1); 2 - среднемесячный временной ход ΔT на ст. Чимион относительно обсерватории Янгйбазар. Заштрихованная часть – условная предвестниковая аномалия; 3 – региональные разломы, флексурно - разрывные зоны: 1.Таласо - Ферганский; 2. Отрезок Кумбель - Коканд - Памирского разлома; 3. Каржантауский; 4. Северо-Ферганский; 5. Северо - Ферганская флексурно-разрывная зона; 6. Южно Ферганская флексурно-разрывная зона; 7. Южно - Ферганский; 8. Южно Тянь -Шанский; 9. Ванч-Актбайтальский; 10. Бартанг-Пшартский; 4- эпицентры землетрясений с указанием силы, от которых зарегистрированы предвестники; 5- эпицентры землетрясений с указанием силы, от которых не зарегистрированы предвестники; 6 – моменты возникновения землетрясений, от которых зарегистрированы предвестники (линия - а), отсутствие предвестника – (линия - б); 7 - зона чувствительности среднепериодных геомагнитных предвестников землетрясений Чимионской станции.

сутствуют предвестниковые эффекты от Папского ($M=5.6$), Избаскентского ($M=6.3$) и Суссамирского ($M=7.2$) землетрясений. Аналогично тому не были зафиксированы эффекты от Джиргатальского землетрясения ($M=6.3$), эпицентр которого располагался в зоне Южно Тянь-Шанского регионального разлома. В обоих случаях разломы сыграли роль компенсирующих интенсивности упругих напряжений и соответственно предвестниковых сигналов. Интересно то, что примерно схожая особенность отмечается в проявлении других предвестниковых полей (гидрогеодинамических, гидрогеохимических и др.).

В отношении интенсивности предвестникового сигнала следовало бы логично ожидать - чем ближе к источнику (эпицентру землетрясения), тем интенсивнее сигнал. Примером спада интенсивности предвестникового сигнала с удалением от эпицентра могут служить изменения магнитного поля вдоль разлома, отмеченные перед Хамзабадским землетрясением 28.06.1985. с. $M=4.8$. Тогда была определена зависимость соответствующая этому событию (рис. 5).

Но на практике не всегда правомочна эта зависимость, так как интенсивность сигнала зависит от силы землетрясения и от физических параметров среды. Эта среда неоднородна и физические свойства её меняются от места к месту.

Анализ связи среднепериодных бухтообразных аномальных эффектов с землетрясениями показыва-

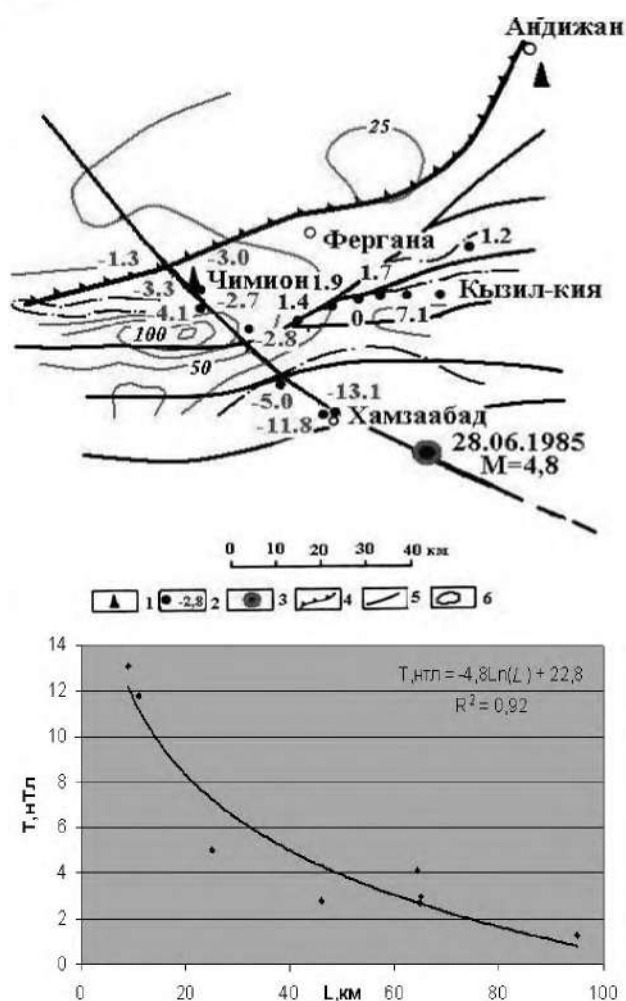


Рис. 5. Пример спада предвестникового сигнала вдоль разлома Хамзаабадского землетрясения 25.06.1885г. с $M=4.8$. 1-стационарные станции (магнитометры МПП-1М); 2- детализационные пункты повторных наблюдений магнитного поля (цифрами показаны изменения ΔT между повторными циклами замеров); 3- эпицентр Хамзаабадского землетрясения; 4-Южно Ферганская флексурно-разрывная зона; 5- разломы; 6- изодинамии ΔT , аномального магнитного поля.

ет. что моменты землетрясений, как правило, в 90 % случаях приходятся на фазу возвращения поля к исходному уровню, после смены знака аномальности поля (рис. 2-4). Значит, по бухтообразным аномалиям можно прогнозировать момент землетрясения с точностью, в среднем соизмеримой с половиной длительности всего периода аномальных проявлений.

Этот показатель для среднепериодных предвестников составляет от первых месяцев до года, для короткопериодных - от нескольких до 15-20 d. Необходимо отметить, что появление короткопериодной аномалии в завершающейся стадии среднепериодных аномалий существенно повысит точность прогнозирования времени землетрясения.

Преимущественно среднесрочные бухтообразные предвестниковые аномалии фиксируются стационарными станциями, расположенными в зонах динамического влияния сейсмоактивных разломов и флек-

сурно-разрывных зон, в зонах с аномальной электропроводностью [9].

Все вышеприведенные факты наводят на мысль о повышенной чувствительности зон с аномальной электропроводностью к геодинамическим процессам, в том числе к процессам подготовки тектонического землетрясения. Естественно возникает вопрос: - в чем заключается повышенная чувствительность аномально электропроводящих зон к геодинамическим процессам? Попробуем ответить на этот вопрос следующими соображениями и расчетами.

Землетрясения в своей массе происходят в зонах разлома. Разломы заполнены рыхлыми, более проницаемыми породами по сравнению с окружающими. При подготовке землетрясений, в результате деформаций в зоне разлома могут несколько варьироваться размеры геологических структур, величины плотности тока, электропроводность чувствительного относительно рыхлого тела и окружающих их пород. По расчетам, суммарное изменение этих параметров на 10% приведет к наблюдению вариаций магнитного поля амплитудой до $\Delta T=25$ нТ. Отсюда следует, что вариации геомагнитного поля на сейсмоактивной территории Узбекистана могут быть вызваны перераспределением токов при изменении электропроводности среды. В процессе подготовки землетрясений меняются геометрические и физические параметры среды. Эти процессы в свою очередь приводят к изменению омического сопротивления горных пород в близлежащих разломах и аномально электропроводящих телах, расположенных вблизи области подготовки тектонического землетрясения. После землетрясений, когда тектонические напряжения возвращаются к своему фоновому уровню, вариации ΔT также возвращаются к своему фоновому значению [5].

Анализ результатов многолетних геомагнитных исследований показывает что, самыми распространенными и надёжно выделяемыми предвестниками землетрясений являются бухтообразные аномалии длительностью от нескольких месяцев до одного года.

В формировании и распространении среднепериодных бухтообразных предвестниковых аномалий геомагнитного поля главенствующая роль принадлежит активным разломам и аномально электропроводящим зонам. Они могут быть вызваны перераспределением токов при изменении электропроводности среды.

Использование установленных особенностей проявления среднепериодных геомагнитных предвестников землетрясений и выявленных эмпирических зависимостей на практике, позволили удовлетворительно прогнозировать параметры Папского 1984 г., Хамзаабадского 1985 г., Дарауткурганского 1987 г., Марджанбулакского 2013 г., Ошского 2015 г. землетрясения и афтершоковой активизации Газлийского очага в 1986-1990 гг.

Библиографический список

1. Добровольский И.П. Математическая теория подготовки и прогноза тектонического землетрясения. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 240 с.
2. Рикитаке Т. Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1979. 388 с.
3. Электрические и магнитные предвестники землетрясений. - Ташкент: Фан, 1983. 135с.
4. Муминов М.Ю. Особенности формирования и распространения геомагнитных предвестников землетрясений // Геология и минеральные ресурсы. 2012, №1, с. 33-39.
5. Муминов М.Ю. Классификация предвестников землетрясений // Геология и минеральные ресурсы. 2015, №5, с. 48-52.
6. Уломов В.И. Методика поиска прогностических признаков землетрясений. Информационное сообщение АН УзССР. №186. Ташкент, Фан, 1977. 11 с.
7. Садовский М.А., Негматуллаев С.Х., Нерсесов И.А., Сковаородкин Ю.П. Тектономагнитные исследования на Душанбинском и Гармском полигонах // ДАН СССР. 1979. Т. 249. 2. с. 326-328.
8. Муминов М.Ю., Шапиро В.А., Абдуллабеков К.Н. Региональная аномалия электропроводности по материалам высокоточной магнитометрии в Узбекистане // Узбекский геологический журнал. 1986. № 4. с. 20-23.
9. Расулов Д.Х. Геомагнетизм и геоэлектричество. Происхождение и взаимосвязь. Ташкент: Фан, 2007. 236с.

УДК 550.8.053:519.2

© Зиёмов Б.З. 2017 й.

ЖАНУБИЙ-ҒАРБИЙ ҲИСОР ТОҒ ТИЗМАСИНИНГ ТЕКТОНИК ТУЗИЛИШИ ВА УНДАГИ ЕР ЁРИҚЛАРИНИНГ ТАВСИФИ

Зиёмов Б.З., кичик илмий ходим, СИ ФА ЎзР.

В статье рассматривается тектоническое строение и характеристики разрывов Юго-Западной части Гиссарских гор. В работе представлено современное состояние тектонического строения и характеристика разрывов Юго-Западной части Гиссарских гор исследуя в основном флексурно-разрывные зоны, большие скачки поднятий и опусканий, поверхностные смещения развивающихся по направлениям Северо-Восток, а также Юго-Запад. Представлены причины и выделены крупные структурные единицы с перекрытием зоны множеств разрывов.

Опорные слова: Тектонические разрывы, горные зоны, разломы, сейсмическая обстановка, очаги землетрясений, смещения, деформирование.

In the article, the current state of the tectonic structure and characteristics of discontinuities of south-western part of the Hissar Mountains. The paper presents a modern state of the tectonic structure and characteristics of discontinuities of south-western part of Gissar Mountains exploring mainly flexure-explosive area, big jumps of uplift and subsidence, surface displacements developing in the directions of the north-east, and south-west. Causes are presented and the major structural units of the overlap of breaks zone are highlighted.

Key words: Tectonic breaks, mountain zones, faults, seismic situation, pockets of earthquakes, displacement, deformation.

Жанубий ғарбий Ҳисор тоғ тизмасининг тектоник структураларининг замонавий сейсмотектоник фаол, ҳамда zilzilalar тез-тез содир бўлиб турадиган ҳудуд бўлиб, маҳаллий геодинамик жараёнларининг тезкор ривожланиши билан айниқса характерлидир. Каттик фойдали казилма конларининг тўғри ва мақсадга мофик окилона фойдаланиш ер ёриқларининг аҳамияти йирик завод ва бино иншоотларининг қурилиш ишлар билан боғлиқ тамонларининг аҳамияти. Ҳозирги пайтда Бойсун-Тошғузор-Кумкўрғон темир йўл магистралининг қурилиши тугалланиб фойдаланишга топширилди.

Дехконобод яқинида минерал ўғитлар ишлаб чиқарувчи йирик корхананинг қурилиши бўйича лойиҳа-кидирув ишлари тугалланиб ишга туширилди. Янги автомобил йўлларини қуриш ва мавжудларини реконструкция қилиш бўйича ишлар жадал суръат олмоқда. Мустақиллик йилларида эришгандан сўнг, бу ҳудуддаги ер ресурслари ва бошқа табиий бойликларни комплекс ўзлаштириш масаласи муҳим аҳамият касб эти. Асосан Жанубий Ўзбекистон жадаллик билан ўзлаштириш ва қурилиш ҳудуди сифатида қўрилмоқда.

Амалиётни кўрсатишича геологик тузилиши, тектоникаси, геоморфологияси, тоғ жинсларининг таркиби ва хусусиятлари, уларнинг замонавий сейсмиклик билан боғлиқ бўлган геодинамик ҳолатлари ва бу асосда қабул қилинган геодинамик хатарсиз бўлган лойиҳа ечимлари шартларига риоя қилингандагина эришиш мумкин. Бу ҳолат айниқса географик жойлашишига қараб сейсмик фаол, турли кучдаги зилзилалар содир бўлиши мумкин бўлган ҳудудлар учун долзарбдир. Олдинги олиб борилган геологик сeъмка тадқиқот ишлар билан ҳозирда олиб бориладиган геологик сeъмка ишларнинг солиштириш ва тадқиқотларнинг қанчалик фарқини аниқлаш аҳамиятли қасб этади.

Тектоник тузилиш бўйича Ҳисор тизмасининг Жанубий-Ғарбий тармоқлари тадқиқотчилар томонидан Ғарбий Тён-Шоннинг жанубий чегарасидаги альп мегаантиклинали сифатида қаралади. Бойсун мегаантиклиналининг замонавий структурадаги ўрни герцин, тектогенези охирида

бошланган тектоник ривожланиш тарихининг, жамлама натижаси сифатида талқин этилади. Бу ҳудуд тектоник тузилишининг фавқулдда мураккаблиги аввалдан тадқиқотчилар эътиборини ўзига жалб қилиб келган. Ҳудуднинг тектоник тузилиши яхши ўрганилганлигига қарамада, умуман у тўғрисида турли тушунчалар мавжуд. Шунинг учун тектоник районлашнинг қўллаб схемалари тақлиф этилган. Улардан бири бўлиб Б.Б. Таль-Вирский тектоник схемаси ҳисобланади. Бу схемада асосий структура элементлари геологик-геофизик маълумотлар бўйича берилган, фундаментнинг тузилиши магнит ва гравитацион аномалияларни талқин этиш натижаларига асосланган [1]. Охириги икки-уч йил давомида ҳудудда геофизик ўлчовлар олиб борилди. Радиометрик ва магнитометрик, тектонафизик тадқиқотлар, JPS ўлчов ишларини олиб бориш натижасига кўра тектоник, ҳаракатлар ва геодинамик вазиятлар вақт давомида сезиларли даражада

ўзгариши кузатилган (1-жадвал). Бойсун мегаантиклинали Яккабоғ тоғ тизмаси Қораил-Пачкамар антиклинал Гумбулок антиклинал Одамтош антиклинал Бобосурхон антиклинал ва Дехқонобод ботиклиги ўлчовлари маълум профиллар бўйича ўтказилди.

Радиометрик тадқиқотлар ўлчов ишларини олиб бориш натижасига кўра тектоник ҳаракатлар ва геодинамик вазиятлар вақт давомида сезиларли даражада ўзгариши кузатилган (2-жадвал, 1-расм). Бойсун мегаантиклинали Яккабоғ тоғ тизмаси, Қораил-Пачкамар антиклинал, Гумбулок антиклинал, Одамтош антиклинал, Бобосурхон антиклинал ва Дехқонобод ботиклиги ўлчовлари маълум профиллар бўйича ўтказилди.

Ҳозирги вақтда бир қанча геологик хариталар асосида ҳудудда геологик кидирув ишлари олиб борилмоқда [2]. Уларнинг натижаларига кўра ёткизларнинг жойлашиш шароити жанубий минтақада тектоник ҳаракатларнинг ва деформацияларнинг асосий манбалари литосферанинг ўзида жойлашмасдан, балки ер заминининг чуқур қисмларида, асосан литосферанинг тагидаги пластик ва ҳаракатчан қаватида, яъни юқори мантияда-астеносферада жойлашган. Шунинг учун литосфера ва астеносфера тектоносферага

1- жадвал
Ғузур-Қамаши-Яккабоғ GPS Garmin 23-24.05.2013 йил. Пайшанба об ҳаво –кўёшли

Точкани номлави	Н - Кенглик унлик, град.	Е - Узоклик унлик, град.	Н - Баландлик m	Илова
G-P	38°32'	66°23'	621	Ғузур станциясида (23.05.2013)
G-Rp1	38°32'	66°23'	724	Ғузур станциясидан кўришиб турган тепаликдаги Rp
G-PO	38°32'	66°23'	632	Сойдан ўтганда йўлдан ўнг томонда 20 m масофада
G-PM	38°32'	66°23'	679	Зина тўғрисидаги учбурчак плитани ўртасида
G-P1	38°32'	66°23'	707	Бурилиш тўғрисида йўлнинг ўнг томонида 100 m баландда
G-P2	38°32'	66°23'	689	Сув омбор деворидан 100 m масофада
G-Rp2	38°35'	66°18'	654	Ғузур безвин-пропан аёқш қаршиидаги йўлдан қирилади
G-Rp3	38°42'	66°24'	526	Геодезик сигнал марказида
G-QY	38°45'	66°26'	514	Қабристондан ўнг томонда 50 m масофада тепаликда
G-QQ	38°48'	66°33'	574	Қамаши қизилтепа чорраҳаси тўғрисида (24.05.2013)
G-QU	38°50'	66°41'	684	Уйғур қишлоғи қабристонга 200 m етмасдан
G-YO	38°55'	66°51'	777	Яккабоғ туманги Отчолар қишлоғидаги тепаликда
G-SHS	38°58'	66°58'	817	Шахрисабз туманида Қабристон орқасидаги тепалик пастиди
G-GO	39°01'	67°09'	1023	Опорный яқинида
G-GUL	39°01'	67°05'	960	Улоқ қишлоғида
G-GID	38°55'	66°50'	728	

бирлаштирилган бўлиб, айнан ушбу жой тектоник жараёнлар ривожланишининг бошланғич манбадир. Тектоник жараёнлар натижасига кўра турли хил жойлашиш ва тузилишга эга. Литосфера ҳаракатлари ер пўстининг айрим қисмларида тик (кўтарилиш, чўкиш) ва горизонтал йўналишда кечган. Литосфера ҳаракатлари туфайли ёткизликларнинг ётиш шароитлари ўзгаради ва турли структуралар вужудга келади. Мазкур ўзгаришлар тектоник деформацияланиш дейилади, унинг натижасида ёткизликларнинг бирламчи ётиши ўзгаради, яъни бурмаланади ёки узилади. Тектоник дислокациялар пликтив (бурмаланиш), дизъюнктив (узилиш) ва инъектив турларга ажратилади.

Ўрганилаётган ҳудудларда ер ёриқларнинг фаолиги улар билан боғлиқ муаомалар бир канча бурғу ишлари олиб бориш натижасида олинган маълумот таянган ҳолда ер ёриқлари бир-бири боғлиқ ва боғлиқмаслиги аниқлашда ёрдам берди.

Ҳисор тизмасининг Жанубий-Ғарбий тармоқлари (Бойсун мегаантиклинали) бўйича барча геологик-геофизик маълумотларни умумлаштириш ва олдинги тадқиқотлар материалларини таҳли қилиш асосида 1:500000 микёсдаги «Ҳисор тизмаси Жанубий-Ғарбий тармоқларини тектоник районлаш харитаси» тузилган. Бу харитада қўйидаги тектоник элементлар ажратилади: Яккабоғ тоғ тизмаси (Эшакмайдон палеозой очилмаси), Қораил-Пачкамар, Гумбулок, Одамтош, Бобосурхон антиклинал зоналари, Дехкон-обод ботиклиги, Чакчар тоғ тизмаси, Тюбетегатан-Кухитонг тоғ тизмалари [3]. Бунда биз уларнинг тектоник чегараларини ажратишга, узунлиги ва кенглигига аниқлик кўрсатишга ҳаракат қилдик.

Бойсун мегаантиклинали Ҳисор гранит батолити районида бошланади. Бу ердан антиклинал структуралар Жанубий-Ғарбга бурмалар боғлами кўринишида тарқалади.

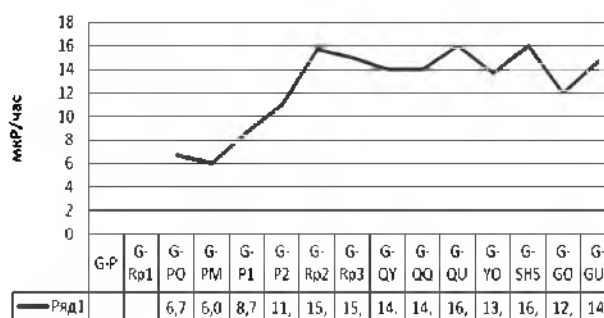
Яккабоғ тоғ тизмаси (Эшакмайдон палеозой очилмаси) Ҳисор гранит батолитидан бошланади ва шарк-шимолий-шарк йўналишида давом этади. Тизманинг сувайирғич қисмида палеозойнинг метаморфлашган ва интрузив жинслари очилиб ётади. Эшакмайдон тоғида антиклинал асимметрик кўринишга эга, канотлари шимолда тикка ва шарқда ясси. Тизманинг шимолий каноти йирик ер ёриғи билан мураккаблашган бўлиб, у бўйича ясси жанубий канотнинг шимолий тик канотига устурилиши содир бўлган.

2- жадвал
Ғузур-Қамаши-Яккабоғ радиометрия (СРП-68-01 (mR/h)) 23.05.2013 йил. Пайшанба
об ҳаво – қуёшли

Жой номи	Ўлчаш. 1 mR/h	Ўлчаш. 2 mR/h	Ўлчаш. 3 mR/h	Ўртача Ўлчаш mR/h	Илова
G-P					Ғузур станциясида (23.05.2013 й.)
G-Rp1					Ғузур станциясидан кўриниб турган тепаликдаги Rp
G-PO	6	7	7	6,7	Сойдан ўтганда йўлдан ўнг томонда 20 m масофада
G-PM	5	6	7	6,0	Зина тўғрисидаги учбурчак плитани ўртасида
G-P1	8	9	9	8,7	Бурилиш тўғрисида йўлнинг ўнг томонида 100 m баландда
G-P2	10	11	12	11,0	Сув омбор деворидан 100 m масофада
G-Rp2	15	16	16	15,7	Ғузур бензин-пропан аёқш қаршидаги йўлдан кирилади
G-Rp3	14	15	16	15,0	Геодезик сигнал марказида
G-QY	13	14	15	14,0	Қабристондан ўнг томонда 50 m масофада тепаликда
G-QQ	13	14	15	14,0	Қамаши қизилтёпа чоррахаси тўғрисида (24.05.2013 й.)
G-QU	15	16	17	16,0	Ўйгур қишлоғи қабристонига 200 m етмасдан
G-YO	13	14	14	13,7	Яккабоғ тумани Ғочпар қишлоғидаги тепаликда
G-SHS	15	16	17	16,0	Шахрисабз туманида Қабристон орқасидаги тепалик пастида
G-GO	11	12	13	12,0	Опорный яқинида
G-GUL	14	15	15	14,7	Улоқ қишлоғида

Қораил-Пачкамар антиклинал зонаси Яккабоғ тизмасининг давоми ҳисобланади. У аниқ ифодаланган Жанубий-Ғарбий йўналишга эга ва ғарб томондан Қашқадарё ботиклиги ва Бешкент эгилмасидан Лангар-Қораил флексура-узилма зонаси орқали ажралган.

Бу зонанинг узунлиги 70 km атрофида, кенглиги 5,0-6,5 km га боради. Зона кенг ҳудудни эгаллайди ҳамда бурмали ва узилмали структураларнинг ҳаммаси боғлиқлиги билан характерланувчи мураккаб тектоник тузилишга эга. Эшакмайдон палеозой очилмаси бевосита туташган шимолий қисмида антиклинал зона тармоқлан тузилишга эга бўлиб, бу ерда у 12-15 km гача кенгайди. Қораил-Пачкамар антиклинал зонаси 17 та куллиссимон



1- расм. Радиометрия диаграмма кўринишда. Ғузур Қамаши ва Шахрисабз районлари.

жойлашган антиклинал бурмаларни ўз ичига олади. Зонанинг ғарбий бўлаги асосий ҳисобланади ва Бойсун мегаантиклиналининг энг чекка Шимолий-Ғарбий қисмида жойлашган. У 10 та маҳаллий бурмалардан иборат. Иккинчи бўлаги Шарқ-Шимолий-Шарқ йўналишида қисқа бўлиб, 5 та структурани бирлаштиради. Зонанинг антиклинал структуралари асимметрик тузилган, жуда мураккаблиги билан характерланади. Улар кўндаланг ва бўйлама узилмалар билан бўлинган.

Гумбулок антиклинал зонаси Жанубий-Ғарбий йўналишга эга ва у ғарб ва шарқ томондан ер ёриқлар билан чегараланган. Унинг Шимолий-Ғарбий чегараси бўлиб Гумбулок ер ёриғи, шарқий чегараси эса сурилиш амплитудаси 450-550 м га борадиган силжима дислокация ҳисобланади. Ушбу зонанинг узунлиги 90 км дан ортик, максимал кенглиги 7-7,5 км. Зонанинг кулссимон жойлашган антиклинал структуралари жанубий-ғарбий йўналишда занжирсимон гуруҳни ташкил этади. Структуралар асимметрик бўлиб, уларнинг шарқий қаноти ясси, ғарбий қаноти эса тикка. Гумбулок антиклинал зонаси ўз ичига 11 та бурмани қамраб олган. Ўлчамлари бўйича энг катта бурмалари Гумбулок ва Жанубий Тандирча ҳисобланади.

Одамтош антиклинал зонаси олдингиларга нисбатан жанубий-ғарбда жойлашган. Зонанинг узунлиги 85 км, кенглиги 6 км. Зонанинг Шимолий-Ғарбий чегараси бу зонада мавжуд бўлган кўпчилик структуралар туташган Одамтош сурилмаси йўналишига мувофиқ келади. Энг катта ва мукамал ўрганилганлари Одамтош (13x4 км) ва Жаркудук (12x5 км) брахиантиклиналлари саналади. Зонанинг шарқий чегараси Бобосурхон ер ёриғи бўйича ўтади. Бу ёриққа яна иккита структура туташган. Одамтош сурилмасининг сурилиш юзаси кўпчилик кидирув-разведка кудуклари орқали тузусту, ҳамда тузусту карбонатли ётқизиклари бўйича кесиб ўтилган.

Бобосурхон антиклинал зонаси Одамтош антиклинал зонасидан шимолий-ғарбда жойлашган, узунлиги 40 км атрофида, кенглиги 10 км. У ғарбда Контоғ-Бешбулок сурилмаси билан чегараланади. Унинг контурлари жанубда юра ётқизикларининг стратонизогипсидан 2,0 км камроқ, шарқда ва шимолда эса стратонизогипсидан 0,5 км камроқ жойларда белгиланади. Зона 5 та брахиантиклинал бурмаларни ўз ичига олади. Бурмалардан бири – ер ёриқ бўйи, яримайлана шаклга эга, баланд кўтарилган Бобосурхон структураси бўлиб, унинг энг баланд кўтарилган қисмида юра ётқизиклари қопламанинг максимал мутлақ баландлиги сатҳидан 1,5 км га боради. Бурманинг ўлчамлари 12x5 км.

Дехқонобод ботиқлиги геологик харитада морфологик жиҳатдан юқори бўр ва кайнозой ётқизиклари бўйича аниқ ифодаланган. Ботиқликнинг узунлиги 150 км, кенглиги доимий эмас. Шимолий-ғарбда у 5 км гача сикилган ва тик ёнбағирлари билан характерланади, жанубий-ғарбда

эса 22 км гача кенгайди. Юра ётқизиклари қопламаси бўйича Дехқонобод ботиқлиги ер юзасидаги конфигурациясини саклайди, лекин учта минтақавий миқёсдаги, амплитудаси 500-1000 м бўлган узилмалар билан кесиб ўтилган. Унинг ўқ чизиги шимолий-шарққа бурилган. Дехқонобод ботиқлигининг энг кўп чўккан қисми Қизилча қишлоғи яқинида жойлашган. Ботиқликда неоген ётқизикларининг кўринадиган каллиниги 1800 м гача боради.

Чақчар тизмаси шу номдаги антиклинал дўнгликка мос келади. У Яккабоғ тизмаси каби асосий Ҳисор гранит батолити районида бошланади ва шимолий-шарқдан жанубий-ғарбга қараб чўзилган. Структуранинг узунлиги 50 км, кенглиги 15 км. Структура ядросида палеозой жинслари очилиб ётади. Структура асимметрик кўринишга эга бўлиб, Шимолий-Ғарбий қаноти ясси, юра ва бўр ётқизиклардан ташкил топган. Бу ерда уларнинг ётиш бурчакли 10° дан 35° ўзгаради. Чақчар тизмаси чегарасида кулссимон жойлашган ва шимолий-шарқ йўналишидаги узилмалар билан мураккаблашган 4 та антиклинал бурма ажратилади. Чақчар кўтарилмасининг Жанубий-Ғарбий қаноти тор ва ўнлаб километрга чўзилган Чақчар узилмаси билан мураккаблашган бўлиб, у орқали палеозой жинслари мезозой жинсларига сурилиб чиққан. Бу ер ёригининг амплитудаси шимолий-шарқда 2,0-2,5 км ни ташкил этади. Ёриқнинг сурилиш юзаси шимол-шимолий-ғарбга қараб 60-70° бурчак остида ётади. Жанубий-Ғарб томонда эса у вертикал ҳолатга ўтади. Бу узилма Хўжаиброҳим қишлоғи районида тугайди.

Тюбегатан-Гавурдоқ антиклинал зонаси Чақчар тизмасининг давоми ҳисобланади. Зонанинг жанубий чегараси бўлиб субкенглик йўналишдаги Гавурдоқ брахиантиклиналининг жанубий бурмасини кесиб ўтувчи ёриқ ҳисобланади. Зонанинг шимолдаги чегаралари Чақчар тизмаси антиклинал структураларининг кенглиги ва узунлигига мувофиқ келади. Зонанинг узунлиги 110-112 км ни ташкил этиди, кенглиги эса 8-10 км. Тюбегатан-Гавурдоқ антиклинал зонаси йирик Гавурдоқ ва Тюбегатан брахиантиклиналлари билан мураккаблашган. Улардан ташқари зонанинг чегараларида бир нечта нисбатан йирик бўлмаган бурмалар аниқланган бўлиб, улар бу антиклинал зонанинг шимолий ярмида жойлашган.

Бойсун-Қухитонг тизмаси Ҳисор тизмасининг ўзгидан бошланади. У шарқроқда жойлашган ва охириги Тюбегатан-Гавурдоқ антиклинал зонага нисбатан параллел йўналган тор, лекин чуқур бўлган Оқтоғ синклинали билан ажралиб туради. Бу ерда палеозой жинсларининг иккита массиви ажратилади. Шимолийси - Бойсун массиви, морфолок жиҳатдан Бойсунтоғ тизмаси билан ифодаланади. Унинг гумбаз қисмида палеозойнинг силур ёшидаги жинслар очилади, қанотлари эса кўйи мезозой жинсларидан иборат. Бойсун структураси асимметрик тузилган бўлиб, шимолий-ғарбий қаноти

ясси (15-20°), Жануби-Шаркий каноти эса амалда мавжуд эмас. У амплитудаси 2.5 km га етадиган аусузилма билан кесилган. Бойсун массивининг узунлиги 70 km, эни 6-8 km, шимолда эса-12 km. Унинг яқинида, жанубий йўналишда Мочай бурмаси ажратилади, унинг жанубий-шаркий каноти аксузилма туридаги ер ёриги билан мураккаблашган. Палеозойнинг метаморфлашган ва откинди жинсларидан ташкил топган Жанубий Кухитонг массивининг узунлиги 70 km гача, эни 10-12 km гача боради. Аксузилма асимметрик бўлиб, Шимолий-Гарбий каноти ясси, Жануби-Шаркий каноти эса амалда мавжуд эмас. У юқори бўр ётқизиклари юра охақтошлари билан контактага эга узилма билан мураккаблашган. Аксузилманинг амплитудаси 500 m ни ташкил этади. Кухитонг узилмаси бўйича аксузилма бўйлаб кучли дислокацияга учраган юра ва бўр чўкинди жинсларининг тор камбари ажратилиб, унинг ётиш бурчаги 50 дан 90° ўзгаради. Баъзи жойларда бу ётқизиклар тўнтарилиб ётади. Шимолий-Гарбда ётқизикларнинг ётиши ясси ва 15-25° ни ташкил этади. Бойсун-Кухитонг тизмасининг умумий узунлиги 150 km ни ташкил этади. Кухитонг ёригидан шарқда Бойсун ботиклиги ривожланган бўлиб, у Сурхандарё мегаинклиналининг тектоник элементи ҳисобланади.

Узилмали структуралар тавсифи: Ҳисор тизмасининг Жанубий-Гарбий тармоқларида кўпинча структуралар – минтақавий ер ёриқларнинг маълум йўналиши кузатилиб, улар юзлаб километрларга чўзилган. Уларни кўпчилик антиклинал бурмаларнинг очилмалари, шунингдек геофизик тадқиқотлар ва ёпиқ ҳудудлардаги чуқур бургулаш бўйича аниқлаш мумкин. Уларнинг мавжудлигини, биринчидан, асосий структура чизиклари бўйлаб таъсир қилган кучлар сабабли ҳосил бўлган иккиламчи бузилишларнинг ривожланиши ва, иккинчидан, деярли барча чўзилган бурмаларни йирик ёриқларнинг кўтарилган канотларида жойлашуви кўрсатиб туради. Кичик ўлчамли маҳаллий узилмалар бурмаларнинг йўналишига таъсир этади, лекин уларнинг ўзи минтақавий ер ёриқлари йўналишига мос келади.

Узилмали структураларнинг ҳосил бўлиш масалалари билан кўп тадқиқотчилар шуғулланишган ва кўплаб илмий асарлар ёзилган. В.И. Попов (1938 й.), В.В. Белоусов (1962 й.), О.А. Ръжков (1964 й.), Р.Н. Ибрагимов (1978 й.), К.Н. Абдуллабеков, Р.Н. Ибрагимов (2002 й.) ва бошқа қатор тадқиқотчилар узилмаларнинг ривожланиши - узок, нотекис давом этадиган, пластик деформациялар билан биргалликда кечадиган жараён деб ҳисоблайди. Бироқ узилмалар шаклланган вақт тўғрисида фикр юритиш жуда қийин. Чунки улар ёш ётқизикларда ривожланиши, у ёки бу структурада қатнашиши, фундаментнинг янада эски структуралари қайта тикланиши эхтимолини истисно этмайди [4-9].

Маълумки геодинамик ривожланишнинг тегишли даврларида ер қобиғининг баъзи майдонлари эндоген

кучлар таъсирида бўшаши ва натижада тектоник структура «ёшаради». Бундай ҳодисалар асосан қадимги узилмалар зоналарида, қисман консолидацияга учраган ҳудудий ер ёриқлари зоналарида намён бўлади. Бошқача қилиб айтганда, ер ёриқлари сокинлик ва турғунлик давридан сўнг эски йўналишлар бўйича қайта тикланади.

Ўзбекистоннинг қатор вилоятларидаги энг янги тектоникани ва текисланиш юзаларини ўрганиш шуни кўрсатдики, кўпчилик ер ёриқлар асосан неоген охирида - юқори плиоцен-қўйи тўртламчи даврдаги жадал тектоник ҳаракатлар натижасида қайтадан янгиланган.

Ер ёриқларнинг тикланиши ҳар доим ҳам битта узлуксиз бузилиш билан характерланмайди, у бир-бирига параллел ёки кулисасимон, баъзан флексура-лар билан ўрин алмашувчи узилмалар серияси сифатида вужудга келиши мумкин.

Ер ёриқларнинг флексура-лар билан алмашишини О.А. Рижков (1962 й.) флексура-узилиш зоналари деб атайди. Улар кўпинча ер юзида заиф ифодалансада, геофизик тадқиқотлар ва чуқур бургулашда яққол ажратилади. Узунлиги бўйича флексура-узилма зоналари минтақавий ер ёриқлардан қолишмайди, баъзан уларнинг узунлиги юзлаб ва ундан кўп километрларга этади. Бургулаш маълумотлари бу зоналарга чуқурликда асос солинган деб тахмин қилишга имкон беради, чунки вертикал амплитуда чуқурликка прапорционал ўсади. Бундан ташқари, флексура-узилма зоналари ва минтақавий бузилишларнинг асосини чуқурлик билан боғлиқ бўлган кучи зилзилалар гипоцентрларининг ҳолати тўғридан-тўғри кўрсатиб туради. Е.М. Бутовскаянинг аниқлашча зилзилаларнинг ўчоқлари 10-25 km ва ундан кўпроқ чуқурликда ётади [6, 7].

Ер ёриқларнинг тахлиллари ўз ифодасини бериши бузилиш билан характерланмайди.

Флексура-узилма зоналарининг характерли хусусияти бўлиб, улар бўйлаб қатламларнинг сурилиш амплитудаси катта бўлган кулисаимон маҳаллий бузилишларни қайд қилиниши ҳисобланади. Ётиш бурчаклари тик бўлганлиги натижасида, асосан кайнозой молассларининг ўсиши содир бўлади. Бундан ташқари, флексура-узилма зоналари кенглиги 5 дан 20 km гача ва узунлиги юзлаб километр бўлган ётқизикларнинг деформацияланган камбарларига эга.

В. И. Попов (1938 й.), ва бошқалар тектоник структураларни ва бурмаланишни ҳосил бўлишидаги меросий ривожланишида ер ёриқлар катта аҳамиятга эга деб ҳисоблаган. Шу сабабли таъкидлаш лозимки Ҳисор тизмасининг Жанубий-Гарбий тармоқларининг (Бойсун мегаантиклинали) бурмаланган структуралари ҳудуднинг йирик тектоник ёриқлари билан боғланган. Охирилар нафақат бу структураларнинг генезиси ва морфологиясига таъсир қилибгина қолмай, балки

уларга маълум йўналишларни ҳам белгиланган. Энг жадал тектоник ҳаракатлар флексура-узилиш зоналаридан ўтган ва уларга мос келувчи бурмалар ҳосил бўлиши кондага кўра сурилиш деформацияси билан боғлиқ [4].

Бойсун мегаантиклиналининг минтақавий узилмалари кўрилатган минтақанинг бутун худудини кўп сонли тектоник блокларга – бир-бирига катма-кат сурилган пластиналарга бўлиб ташлаган. Бунда ер ёриқларнинг ётиш юзалари йўналишида ва шунга мос равишда тектоник пластиналарнинг ётишида кўйидаги конуният кузатилади: Дехқонобод ботиклигидан шарқда жойлашган жанубий-ғарбий йўналишдаги барча ёриқлари орасидаги барча тектоник блоклар - пластиналар шимолий-ғарбий йўналишда чўккан, мегаантиклиналининг ғарбий қисмида жойлашган худди шундай структураларда эса блоклар жанубий-шарқий йўналишда чўккан. Бунда Дехқонобод ботиклиги сурилиш юзалари тескари тарафга ётган ер ёриқлар тизимининг ўқ зонаси рольни ўйнайди (2-расм).

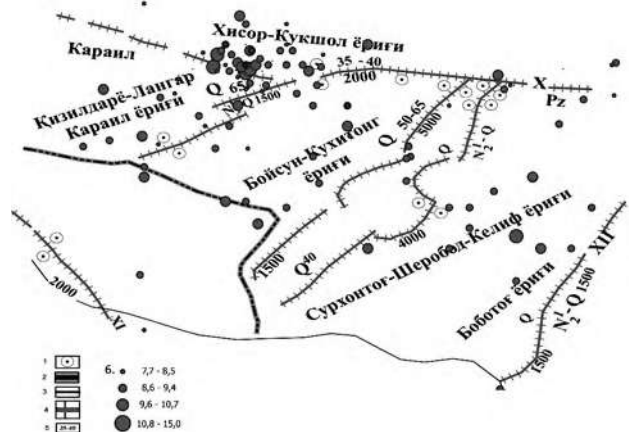
Кўрилатган худуднинг энг йирик ер ёриқлари бўлиб Ҳисор-Кўкшоол ер ёриғи, Лангар-Қораил ва Бойсун-Кухитонг флексура-узилма зоналари ҳисобланади (3-расм).

Ҳисор-Кўкшоол (Жанубий Ҳисор) ер ёриғи. Бу Жанубий Тён-Шоннинг йирик узилмалар тизимларидан биридир. Ер ёриғи Ҳисор тизмасининг жанубий ёнбағри бўйича узилмалар серияси кўринишида ўтган. Жуда узунлиги (800 km гача), узок вақт мавжудлиги, узилмалар тизими кўринишидаги кескин геоморфологик ифодаланиши асосида бу ер ёриғи минтақавий структуралар тоифасига (Губин, 1960 й.) маълумотлари бўйича ёриқка палеозой вақтида асос солинган ва у бутун палеозой давомида Жанубий Тён-Шоннинг геосинклинал ботикликлари ва Тожик-Қорақорум қадимги кўтарилиши ўртасидаги чегара бўлиб ҳисобланган [11, 12]. Ер ёриғи ўзининг фаоллигини мезозой ва кайнозой давомида ҳам сусайтирмаган. Ер ёриғи энг янги вақтда айниқса кескин фаоллашган. Энг янги тектоник ҳаракатларнинг

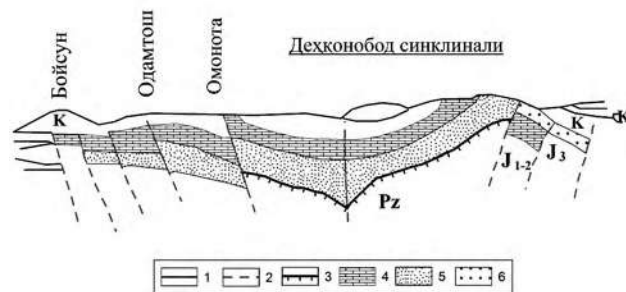
амплитудалари тахминан 3-4 km га етади [13]. Ер ёриғининг морфологик жиҳатдан тикка (80° гача), сурилиш юзалари шимолга ётувчи тушилмалар серияси билан ифодаланган. Бу структура зонаси чегарасида содир бўлган энг кучли zilzilalar: Қоратоғ 1907 й. (M=7,4; J=9+1 балл), Файзабод 1943 й. (M=6; J=8-9 балл) ва Хант 1949 й. (M=7,6; J=9+1 балл) [14].

Лангар-Қораил флексура-узилиш зонаси шимоли-шарқда Қашқадарё ботиклиги ва постплатформа ҳаракатчан (ороген) худудига кирувчи Ҳисор тизмасининг жанубий-ғарбий ботишини чегаралаб туради. Жанубий-ғарбда у Турон плитасини жанубий-шарқий чеккасини Ҳисорнинг жанубий-ғарбий бурмалари тизимидан ажратиб туради. Лангар-Қораил флексура-узилиш зонаси бутун узунлиги давомида аниқ ифодаланган ва Шимолий-Ғарбий йўналишда куллисимон жойлашган худудий ва маҳаллий узилишлардан ва Жануби-Ғарбий йўналишда сўниб боровчи тик флексуралардан ташкил топган.

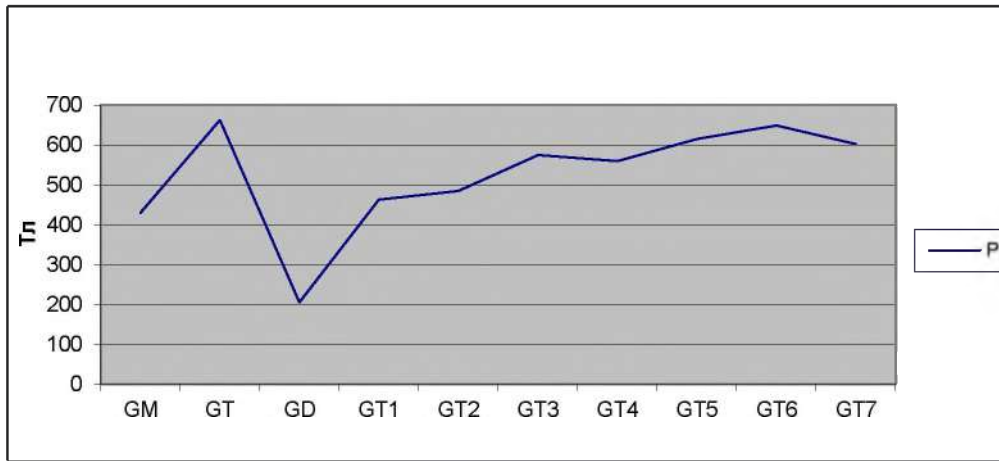
Шимолий-Шарқий қисми Лангар аксузилмаси билан, Жанубий-Ғарбда эса ер ёриқлари ва флексураларнинг алмашуви билан ифодаланган. Бу узилманинг амплитудаси Пасра қишлоғи районида 7000 m гача етади [3]. Шимолий-Ғарб томон сурилиш амплитудаси камаяди. Оғун қишлоғи районида баён этилаётган флексура-узилма зонасининг чегараси Лангар ва Тошҳисор



3 - расм. Жанубий Ўзбекистоннинг асосий ер ёриқлари схематик харитаси [1,3,8,9,11,15] (2016 йилда, ГИС тизимида Б.З. Зиёмов қайта ишлаган вариант). Ер ёриқлари схематик харитаси. Миқёси 1:500000. Шартли белгилар: 1-бурғи қудуқлари; 2-давлат чегаралари; 3- бошланғич қатламланишлар изогипс чизиги; 4-мавжуд флексураларнинг майдонда тарқалиши; 5 – флексураларнинг горизонтга нисбатан ётиш бурчаклари (градусда). 6 – zilzila марказлари (энергетик синфи ошиб боришича 7,7 дан 15,0 гача). (Харита асоси Х.М. Абдуллаев, Г.И. Амурский, М.А. Ахмеджанов, А.Г. Бабаев, О.М. Борисов, И.Е. Губин, Ш.Д. Давлятов, С.А. Захаров, Ф.Х. Зуннунов, Р.Н. Ибрагимов, В.Н. Крестников, М.М. Кухтиков, Г.Х. Дикенштейн, К.К. Пятков, Б.Б. Ситдиқов, Б.Б. Таль-Вирский, И.А. Фузайлов, А.А. Юрьев, Д.Х. Якубов ва бошқаларнинг материаллари асосида тузилган "Жанубий Ўзбекистоннинг схематик картаси" дан олинган).



2 - расм. Ҳисор тизмаси Жанубий-Ғарбий тармоқларини кесиб ўтган геологик профил [3,14] (2016 йилда ГИС тизимида Б.З.Зиёмов қайта ишлаган вариант): 1 - узилмалар; 2 - бурмаланган асос тоғ жинслари; 3 - юранинг терриген формацияси; 4 - юранинг карбонат формацияси; 5 - юранинг туз-ангидрит формацияси; 6 — бур, палеоген ва неоген тоғ жинслари.



бурмаларининг Шимолий-Гарбий туташуви бўйича, кейинчалик эса Ғузур-Лангар кўтарилмасининг Шимолий-Гарбий каноти ва Жанубий-Гарбий антиклинали бўйича ўтади. Бу жойларда бўр, палеоген ва неоген ётқизиклари кучли дислокацияга учраган ва 80° гача ётиш бурчагига эга, бунда тикка ётувчи тоғ жинсларининг камбари тор (1-2 km ва камдан-кам холларда кўпроқ). Кейинчалик зона Кораил ер ёриги бўйича ўтади [15-16].

Кухитонг-Коратоғ флексура-узилиш зонаси Бойсун-Кухитонг зонасини Бойсун синклиналидан ажратиб туради. Жанубий-Гарбда, Кухитонг кўтарилмасининг Жанубий-Шаркий каноти бўйлаб зонанинг чегараси юқори юра ва бўрнинг тик ётган ётқизиклари бўйича ўтказилади. Кучли дислокацияга учраган тоғ жинслари камбарининг кенлиги 1,5 km га етади. Шимолий-Шарк томон улар кескин яссиланади. Кейин бу камбар тораяди ва флексурада узилмага айланади. У Кухитонг кўтарилмасининг Шимолий-Шаркий антиклиналида йўқолади. Сўнгра зона Бойсун кўтарилмасининг жанубий-шаркий каноти бўйлаб ўтади. Кухитонг-Коратоғ флексура-узилма зонаси Туади кишлоғи районидан узилма структурага айланади, у орқали қуйи ва ўрта юранинг ётқизиклари бўр ётқизиклари устига бунтарилиб тушган [3, 17-18].

Сурхонтоғ-Сарикамиш флексура-узилма зонаси йирик кутарма-узилмалар, устурилмалар, Шимолий-Шарк ва жанубий-гарб йўналишидаги маҳаллий бурмаларнинг флексураларидан ташкил топган. Зона бир қатор узилмаларни камраб олган. Улардан энг йириклари бўлиб Сурхонтоғ ва Сарикамиш минтақавий ер ёриклари ҳисобланади. Сурхонтоғ ёриги морфологик жиҳатдан баъзи жойларда субмеридионал йўналишдаги устурилмаларга айланувчи аксузилма-узилма билан ифодаланган. Сурилиш текислиги шимолий-гарбга 70° бурчак остида ётади. Зонанинг палеозой жинслари аксузилма-узилма текислиги бўйича мезозой-кайнозой жинсларидан ташкил топган Жанубий-Шаркий канотга кўтарилган. Тўртламчи даврда бу ер ёриги фаол бўлган ва у бўйича амплитудаси 3-4 km га боровчи дифференцияланган ҳаракатлар содир бўлган [12, 17]. Жанубда ер ёриги Хўжаниипак структурасини мураккаблаштириб Оккапчиғай аксузилма-силжимаси билан бирлашади. Шимолий-Шаркий йўналишдаги Сарикамиш

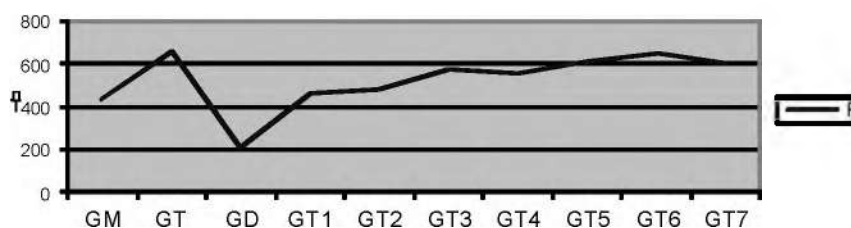
худудий ер ёриги морфологик жиҳатдан аксузилма-узилма билан ифодаланган. Кагнисой дараси районидан бу ер ёриги Кагнисой аксузилма-силжимасига бориб такалади. Кейинчалик флексура-узилиш зонасининг шимолий-шаркий қисмида вулканик ва субвулканик табиатли серпентенитлар, порфиритли интрузивларнинг кўп сонли марказларининг туташганлиги асосида чуқур ер ёриги ажратилади [16, 18]. Магнит майдонининг турли характердаги аномалияларини ва уларнинг йўналганлигини ўрганиш ер ёриги зонасини чуқурлигини аниқлаш имконини берди. Магнитометрик, таджикотлар ўлчов ишларини олиб бориш натижасига кўра тектоник ҳаракатлар ва геодинамик вазиятлар вақт давомида сезиларли даражада ўзгариши кузатишган Бойсун мегаантиклинали Яқкабоғ тоғ тизмаси Кораил-Пачкамар антиклинал Гумбулок антиклинал Одамтош антиклинал Бобосурхон антиклинал ва Дехқонобод ботиклиги ўлчовлари маълум профиллар бўйича ўтказилди (3 – жадвал, 4- расм).

Кўрилатган худуднинг замонавий тектоник тузилиши узилмалар структуралар таснифи

3- жадвал

Ҳисорак магнитораёвдқаси (МПП-102 (диапазон: 48-52))
28.03.2013 йил. Пайшанба, об ҳаво – қуёшли.

Жой номи	Ўлчашлар, T					Ўрт., T	Илова
	1	2	3	4	5		
GM	101.8	486	566.8	206.6	787	429.64	Зина ўртасидаги арматура устида
GT	532.6	824.6	781.6	578.6	593.5	662.18	Кабел тунелидан кейин йўл тугаганда бардюр ички томонда
GD	108.8	045.6	062.4	648.4	158.4	204.72	Диспетчер томонда йўл бошланишида бардюр ички томонда
GT1	628.8	043.2	619.6	400.6	619.2	462.28	Мақбара тўғрисида 50 m масофада
GT2	477.6	121	318.2	988.8	514.8	484.08	Бурилгандан сўнг берка олдида
GT3	577	574.3	576	566	576	573.86	GT ва GT7 лар билан битта чизикда
GT4	559.2	558.1	557.6	560.8	560.8	559.3	Сойни ювиб кетган жойда
GT5	613.6	612.8	614.3	613.6	616	614.06	GM яъни зина тўғрисида
GT6	682.6	688.2	626	625.2	619.8	648.36	Бурилишда столба тўғрисида
GT7	608.4	973.3	592.2	606.1	228.8	601.76	Баланда 7-столбадан ўтгандан сўнг



4 - расм. Магнит майдонининг турли характердаги аномалиялари.

фавкуллда мураккаблиги ва хилма-хиллиги билан характерланади. Замонавий тектоник структураларни яратилишида асосий рольни неоген-тўртламчи вақтдаги дифференцияланган ва интенсив янги тектоник ҳаракатлар ўйнаган. Уларнинг орасида турғун кўтарилиш ва турғун букилиш зоналари ажралиб турибди. Турғун кўтарилиш зоналарига Ҳисор тизмаси ва унинг жанубий-ғарбий тармоқлари кириб, улар Жанубий-Ғарбий йўналишида босқичли чўкуччи бурмаланган блокли кўтарилишлар билан ифодаланган. Бу кўтарилишлар ўртасида ботикликлар ва букилишлар жойлашган. Улардан энг йириги Кухитонг-Қоратоғ флексура-узилиш зонаси Бойсун-Кухитонг зонасини Бойсун синклиналидан ажратиб туради. Жанубий-Ғарбда, Кухитонг кўтарилмасининг жанубий-шарқий каноти бўйлаб зонанинг чегараси юқори юра ва бўрнинг тик ётган ётқизиклари бўйича ўтказилади. Районнинг деярли барча структуралари Шимоли-Шарқдан Жануби-Ғарбга йўналган ва босқич билан Сурхондарё ботиклиги томон чўқади. Бойсун мега-антиклиналининг замонавий структурадаги ўрни герцин тектогенези охирида бошланган тектоник ривожланиш тарихининг жамлама натижаси сифатида талкин этилади. Ҳисор тизмасининг Жанубий-Ғарбий тармоқларида асосий структура элементлари худуд тектоникасини умумий манзарасини белгилаб берадиган сурилма типдаги узилишлар билан ифодаланган. Шимолий-Шарқий йўналишдаги узилишлар равшан ифодаланган, бурмалан-

ган асосда ва мезозойнинг чуқинди қатламларида эса аниқ кайд қилинади. Худуднинг мезозойгача ёшдаги дислокациялари, магнит аномалиялари материаллари ва замонавий структуралари герцин ёшидаги структураларни кенглик бўйлаб ётишидан, ва демак энг янги тектоник ҳаракатлар ҳосил қилган структураларга номувофиқлиги тўғрисида дарак беради.

Ҳаракат йўналишлари кесишган жойларда қатламланишлар мураккаблашиб борган. Улар кўп ҳолларда юқори зичликдаги дарзланишлар билан ифодаланган. Бўйлама ва кўдаланг йўналишлардаги ер ёриқларда ҳаракатларнинг кескин ўзгариши яққол кўринади.

Ҳисор-Кўкшоол (Жанубий Ҳисор) ер ёриғи. Бу Жанубий Тён-Шоннинг йирик узилмалар тизимларидан биридир. Ер ёриғи Ҳисор тизмасининг жанубий ёнбағри бўйича узилмалар серияси кўринишида ўтган. Жуда узунлиги (800 км гача), узок вақт мавжудлиги, узилмалар тизими кўринишидаги кескин геоморфологик ифодаланиши асосида бу ер ёриғи минтақавий структура тармоқларининг замонавий геологик-геофизик тузилиши, унинг рифей ва венддан бошланган мураккаб геотектоник тузилиши (турли тектоник цикллarda узилмалар иштирокида структура режаларини қайта қурилиши) амалда кўри-лаётган худудда биргаликда турли интенсивликдаги zilзилалар ўчоқларини ҳосил бўлиши учун шароитлар яратади.

Библиографик рўйхат

1. Таль-Вирский Б.Б. Геофизические поля и тектоника Средней Азии. - М.: Недра. - 1982. - 271с.
2. Давляттов Ш.Д. Тектоническое районирование мезозойско-кайнозойских структур Узбекистана. // Тектонические предпосылки нефтегазоносности мезокайнозойских отложений Узбекистана. - Ташкент. САИГИМС. - Вып. 8. - 1973. - С. 3-44.
3. Екшибаров С.В. Тектоника и нефтегазоносность Юго-Западного Гиссара. - Ташкент. АН Уз ССР. - 1962. - 126с.
4. Попов В.И. История депрессий и поднятий Западного Тянь-Шаня. Т. 1938. Изд-во ком. наук УзССР. 415 с.
5. Белеловский М.Л. Некоторые черты глубинной тектоники Таджикской депрессии по геофизическим данным. В сб.: Тектоника Памира и Тянь-Шаня. М. Наука, 1964.
6. Бутовская Е.М. и др. Глубинное строение некоторых районов Средней Азии по данным сейсмологической съемки. В кн.: Земная кора и верхняя мантия Средней Азии. М. 1977, стр. 152-161.
7. Рыжков О.А. Схема структурно-тектонического районирования мезо-кайнозойских отложений Узбекистана. // Узб. геол. журн. Ташкент. - 1962. - № 3. - С. 64-72.
8. Ибрагимов Р.Н. Сейсмогенные зоны Среднего Тянь-Шаня. - Т.: Фан. - 1978. - 143 с.
9. Абдуллабеков К.Н., Ибрагимов Р.Н. и др. // Сейсмическое районирование и прогноз землетрясений в Узбекистане. - Ташкент: Гидроингео. - 2002. - 132 с.
10. Беккер Я.А. К проблеме тектонической позиции Каратагского землетрясения 1907г. // Вопросы сейсмического районирования территории Таджикистана. Душанбе: Дошиш. - 1976. - С. 145-155.
11. Губин И.Е. Сеймотектонический метод сейсмического районирования. // Тр. Геофиз. Ин-та АН СССР. - Москва. - 1950. - №3. - С. 140-152.
12. Губин И.Е. Закономерности сейсмических проявлений на территории Таджикистана. - М.: Изд. АН. - 1960. - 464 с.
13. Беккер Я.А., Кошлаков Г.В., Кузнецов Е.С. и др. К тектонике района г. Душанбе (Гиссарской долины) по результатам геолого-геофизических исследований. // Поиски предвестников землетрясений на прогностических полигонах. - М.: Наука. - 1974а. - С. 24-29.
14. Ибрагимов Р.Н., Ходжаев А.К. и др. О характере проявления сейсмодислокаций в Чаткало - Кураминском районе. // Инженерно-геологическая основа сейсмического микрорайонирования. - Тезисы докладов первого Всесоюзного научно-технического совещания. - Ташкент: Фан. - 1975. - С. 123-124.
15. Ситдиков Б.Б. и др. Тектоническое строение и нефтегазоносность зон надвигов Южного Узбекистана. // Узб. геол. журн. - Ташкент. - 1992. - №3-4. - С. 12-19.
16. Захаров С.А. Тектонические критерии сейсмического районирования долин р. Вахш, восточной части Гиссарской долины и примыкающих районов // Активизированные зоны земной коры. - М.: Наука. - 1964. - С. 248-254.
17. Губин И.Е. Сеймотектоника южных районов СССР. - М.: Наука. - 1978. - 187с.
18. Губин И.Е. Закон сеймотектоники Губина. // Откр. - М.: ВНИИПИ. 1986 - С. 5-26.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОДНОШАРОШЕЧНЫХ БУРОВЫХ ДОЛОТ НА ДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ ОСНОВЕ

Тошов Ж.Б., декан факультета энергетики Ташкентского государственного технического университета, канд. техн. наук, доцент; Пирназаров Р.Р., главный механик рудника «Мурунтау» ЦРУ НГМК; Облаёров А.У., начальник бурового участка карьера «Мурунтау».

Maqaloda bir sharoshkali burg`ulash dolotosining dinamikasi ko`rilgan. Bir sharoshkali burg`ulash dolotosining kinetik tasniflari topilgan va uning asosiy tayanchining moylash bilan ishonchli etkazuvchi qotirish moslamasining yangi konstruksiyasi yaratildi.

Tayanch iboralar: tog` jinsi, burg`ulash, burg`alash dolotosi, energiya sarfi, quduq, salnik hosil bo`lishi, tayanch germetizatsiyasi, yuvish suyuqligi.

The article deals with questions of the dynamics of one-cutter rock drilling bit on a determined basis. The kinetic characteristic of the one-cutter rock drilling bit was received and a new design of the sealing of drilling bit bearing structure with reliable lubricant charging was developed.

Key words: rock, drilling, drilling bit, energy costs, well, balling, bearings sealing, cleaning fluids.

В этом направлении в Узбекистане были проведены многочисленные исследования для построения относительных критериев оценки работоспособности бурового инструмента в форме относительных удельных контактных A_1 и относительных удельных объемных A_2 работ разрушения на деформируемой поверхности забоя скважины в зависимости от деформируемости забоя скважины, вследствие чего эти критерии были относительными [1].

Изначально средством бурения была лопата, но по мере углубления таких выработок стали появляться всё новые и более совершенные инструменты. И это связано не только глубинами, но и свойствами, встречающимися на их пути горными породами. При этом, по мере надобности и даже необходимости, появились и новые технологии проводки скважин: ударно-вращательный, вращательно-ударный и вращательный. И всё это требовало создания всё новых и более совершенных буровых долот, потому что стоимость проводки скважин по мере увеличения их глубин, значительно возрастала. А это побуждало к дальнейшему совершенствованию и оптимизации проводки скважин за счет более прогрессивной техники и технологии бурения скважин, на основе использования новых и более дорогостоящих материалов: высоко-сортных сталей, драгметаллов и даже алмаза. Ко всему этому востребованными стали всё новые научные наработки в аспекте математического моделирования динамических процессов, происходящих на забое скважин, появилась классификация породоразрушающих инструментов связанная с физико-механическими свойствами горных пород, начиная с мягких М и заканчивая ОК.

К настоящему времени конструкция буровых породоразрушающих инструментов базируется в основ-

ном, на трехшарошечных долотах и на конструктивных схемах типа PDC где, кстати, и используются драгметаллы (серебро) в конструкциях опорных подшипников шарошечных долот и алмазосодержащие частицы в конструкциях породоразрушающих элементов (зубков) долот типа PDC.

Вместе с тем, к настоящему времени всё большие перспективы просматриваются в конструктивных схемах одношарошечных буровых долот. И связано это со следующими обстоятельствами: во-первых, конструкции одношарошечных долот в изготовлении более технологичны; во-вторых, эти конструкции более надежны по прочностным характеристикам; в-третьих, разрушение горной породы в забое скважин осуществляется в процессе резания и скалывания. В трехшарошечном исполнении зубки работают в основном путем вдавливания.

Но надо заметить, что конструкции одношарошечных долот изначально имели существенный недостаток, заключающийся в том, что износостойкость вооружения (зубков) былакратно меньше износостойкости зубков в конструкции долот трёхшарошечных. Связано это с тем, что породоразрушающие зубки одношарошечных долот работают хотя и в облегченных условиях – на сферических поясах, но имеют сравнительно большие пути контакта с поверхностью забоя скважины. И эта задача была практически неразрешима в силу тех обстоятельств, что к тому времени, не была разработана методика вычисления кинетических критериев оценки работоспособности вооружения одношарошечных буровых долот.

Таким образом, что бы оптимизировать конструкцию бурового долота, в частности в одношарошечном исполнении, необходимо раздельно или в комплексе решать задачи оптимизации по динамике во-

оружения шарошки, по опорным подшипникам и по узлам промывочной жидкости.

Как уже сказано, основным критерием при бурении является экономический критерий и в аналитической форме он представляется в виде:

$$C = \frac{\Delta C(T_1 + T_2 + T_3) + C_0}{H} \quad (1)$$

где C – стоимость проходки на долото, сум; ΔC – стоимость 1 часа работы долота, сум; T_1, T_2 и T_3 – соответственно, время подготовительных операций, время спускоподъемных операций и время реального процесса бурения, h ; C_0 – стоимость бурового долота, сум; H – проходка на одно долото, m .

Очевидно, что в этой формуле все аргументы являются нормированными, т.е. известными заранее, кроме двух параметров – это T_3 и H , которые соответственно, находятся в прямой и обратной зависимости от основного критерия C .

Эти два параметра необходимо смоделировать математически, и тогда представленная формула будет служить критерием, по которому можно будет уже на стадии проектирования ожидать положительный эффект [2]. Но для этого необходимо было построить детерминированную математическую модель, которая бы однозначно и объективно определяла величину стоимостного критерия.

Первой и основной задачей здесь является построение прогнозных показателей в форме T_3 и H как функции от динамики вооружения шарошки.

Это является первой и основной задачей, потому, что построение этих параметров в форме T_3 и H связано с трудоемкой в математическом плане задачей. И более того, вычисления этих параметров в силу их сложности невозможно достаточно точно и оперативно вычислить без компьютерной техники.

Эти аргументы в конечной форме выглядят в следующем виде:

$$T_3 \sim \frac{1}{A_{\max}^i}, \quad (2)$$

$$H \sim \frac{1}{A_{\max}^o} A_{\min}^o, \quad (3)$$

где A_{\max}^i – максимальная относительная удельная контактная работа разрушения; A_{\min}^o – минимальная относительная удельная объемная работа разрушения.

Тогда, наш основной экономический критерий оценки эффективности вооружения шарошечного долота в общем виде будет иметь следующую форму:

$$C \sim \frac{\Delta C \left(T_1 + T_2 + \frac{1}{A_{\max}^i} \right) + C_0}{\frac{1}{A_{\max}^o} A_{\min}^o} \quad (4)$$

Вот в этом случае, наш экономический критерий построен на детерминированной основе, т.е. на основе заранее известных показателей, определяющих геометрию бурового инструмента. И вот почему, имея такие показатели, можно решать оптимизационные задачи ещё на стадии проектирования, поскольку они находятся в явной математической зависимости от геометрических параметров бурового инструмента. Но могут возникнуть вопросы, связанные физико-механическими свойствами горной породы и режимом бурения.

Ответ на эти вопросы кроется в том, что при вычислении относительных контактных A_j^i и объемных A_k^o работ разрушения – параметры входят в них посредством траекторий контакта зубья шарошек при заданной, а не вычисленной глубине погружения зубьев шарошек в породу. Именно поэтому наши кинетические критерии и являются относительными. Иначе говоря, при проектировании нового более эффективного бурового инструмента необходимо исходить из меньшей величины A_{\max}^i и большей величины A_{\min}^o по сравнению с этими критериями оптимизируемой конструкции.

Рассмотрим в общем случае построение аналитических зависимостей критериев, определяющих эффективность бурового породоразрушающего инструмента в двух существующих на сегодняшний день аспектах, т.е. в аспекте стохастического и детерминированного моделирования. В аспекте стохастического моделирования, как правило, исходят из критерия в форме зависимостей механических скоростей бурения в форме функций от параметров режима бурения.

И так, в этом случае мы имеем:

$$V = f(P, Q, n),$$

где V – механическая скорость бурения; P – осевая нагрузка на долото; Q – количество подаваемой жидкости для промывки забоя от шлама; n – число оборотов бурового долота в единицу времени.

При детерминированном моделировании критериями оценки эффективности бурового долота являются относительные удельные контактные A_j^i и объемные A_k^o работы разрушения.

Причем, эти относительные удельные работы разрушения являются безусловно, функциями в общем случае всей триады в форме бурового долота, свойств горных пород и режимов разрушения породы на забое скважины.

В этом случае мы имеем два критерия оценки эффективности работы бурового долота в форме:

$$A_j^i = f(D, \Pi, \Xi), \quad (5)$$

$$A_k^o = f(D, \Pi, \Xi), \quad (6)$$

где, в общем случае, критерии относительных контактных и объемных работ разрушения A_j^i и A_k^o являются заранее вычисляемые, т.е. ещё на стадии проектирования бурового долота в форме явных функций от совокупности геометрических параметров бурового долота D и неявных функций Π и Ξ , т.е. от геомет-

рии (конструкции) долота D , свойств горных пород Π и энергетического режимов бурения \mathcal{E} как задаваемой функции глубину δ внедрения зубьев шарошки в породу.

А это как раз и позволяет вычислить стоимостный критерий оценки эффективности в форме (1) ещё на стадии проектирования в форме (4) в относительных единицах, т.е. при изменении тех или иных явных геометрических параметров

бурового долота можно найти наиболее эффективную конструкцию с гарантией. Но следует заметить, что это касается только фактора процесса разрушения горной породы, т.е. процесса оптимизации динамики вооружения.

За критерий относительного абразивного износа вооружения венцов принята функция удельной контактной работы, однозначно определяемая длиной пути контакта зуба каждого венца шарошки, со сферической поверхностью забоя скважины за полный оборот шарошки вокруг своей оси:

$$A'_j = S_j \cdot F_j, \quad (7)$$

где A'_j - работа зуба на пути контакта; S_j - путь контакта зуба j -го венца, мм;

$F_j = const$ - сила сопротивления движению зуба j -го венца в контакте с породой, принята за единицу. Критерием относительной интенсивности поражения забоя скважины служит функция суммы контактных работ зубьев венцов, работающих на соответствующих уровнях сферического забоя скважины, с учетом их количества и геометрии:

$$A''_k = \frac{\sum_{j=1}^N S_{j,k} \cdot F_j \cdot d_j \cdot z_j}{V_k}, \quad (8)$$

где A''_k - работа разрушения породы на k -м уровне j -ми венцами; z_j - количество зубьев на j -и венце, шт.; d_j - количество единичной длины лезвий j -го венца, шт.; V_k - объем породы, приходящийся на разрушение на k -м уровне (кольцевом забое скважины) за один оборот долота, mm^3 .

Объем породы, приходящийся на разрушение, определяется по формулам:

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{\pi \delta}{j} (R_c^2 - R_k^2), \\ V_N &= \frac{\pi \delta}{i} R_{N-1}^2, \quad (K = 2 \div N - 1), \\ V_K &= \frac{\pi \delta}{i} (R_{K-1}^2 - R_K^2), \end{aligned} \quad (9)$$

Таблица 1

Выходная форма кинетического паспорта долота									
Кинетический паспорт долота I 250,8						Передаточное число - 0,767 Глубина внедрения, мм - 1,00 Угол наклона, град. - 30,00 Количество венцов - 7 Количество сфер - 3 Количество венцов на сферах - 3, 2, 2 Радиус скважины, мм - 125,400 Количество зубков венца, шт - 70			
Геометрические параметры						Кинетические параметры			
Номер венца j	Высота венца по оси шарошки H	Радиус венца r, мм	Радиус на забое скважины R, мм	Число зубков на венце z	Шарина зуба венца D	Скорость зубка V _ж (°)	Удельная контактная работа, А	Высота уровня	Удельная объемная работа, А''
1	46,00	116,66	124,03	7,0	16,00	45,08	68,861	18,49	22,086
2	30,00	121,76	120,45	7,0	16,00	35,31	95,012	34,90	5,808
3	20,00	123,79	117,21	14,0	16,00	29,05	108,481	44,58	3,424
4	23,00	116,14	89,08	7,0	16,00	0,02	68,358	33,41	1,460
5	41,00	111,07	75,69	14,0	16,00	-12,37	102,721	46,47	1,138
6	76,00	81,45	32,54	14,0	16,00	-39,02	65,872	15,50	1,660
7	90,00	65,65	11,85	7,0	16,00	-50,19	102,558	19,72	1,790

где δ - глубина внедрения точек рабочих выступов в порошу, мм.

Совокупность критериев оценки относительной работоспособности вооружения шарошки, выраженная формулами относительных кинетических характеристик (7), (8), представляет собой относительный кинетический паспорт одношарошечного долота.

Нами разработан кинетический паспорт одношарошечного бурового долота I-250.8 С. Выходная форма кинетического паспорта этого долота представлена на табл. 1, а графическое представление кинетических критериев оценки его работоспособности дано на рис. 1. Табличное и графическое представления кинетических характеристик одношарошечных долот рекомендованы для сравнительного анализа их работоспособности и решения оптимизационных конструкторских и технологических задач.

Максимальный эффект при оптимизации динамики вооружения можно и не достичь, если раньше выйдет из строя опора бурового шарошечного долота или недостаточно срабатывает система очистки забоя скважины от выбуренного шлама.

Но и сам процесс разрушения горной породы ещё зависит от ориентации и свойств породоразрушающих элементов (зубьев). Что касается вооружения шарошечных долот, то на современном этапе этот вопрос имеет второстепенное значение. Зубья, изготавливаемые в настоящее время на основе вольфрам-кобальтового сплава, да ещё и с алмазосодержащей пылью (крошкой) при вооружении долот типа PDC, сегодня пока имеют достаточный запас надёжности.

Что касается оптимизации конструкций опорных подшипников, то при проектировании буровых долот в одношарошечном исполнении существует больше возможностей для их варьирования в силу больших размерных параметров. А это позволяет использовать и размещать в опорах буровых одношарошечных долот многорядовые подшипники скольжения и качения, размещать более ёмкие и более сложные кон-

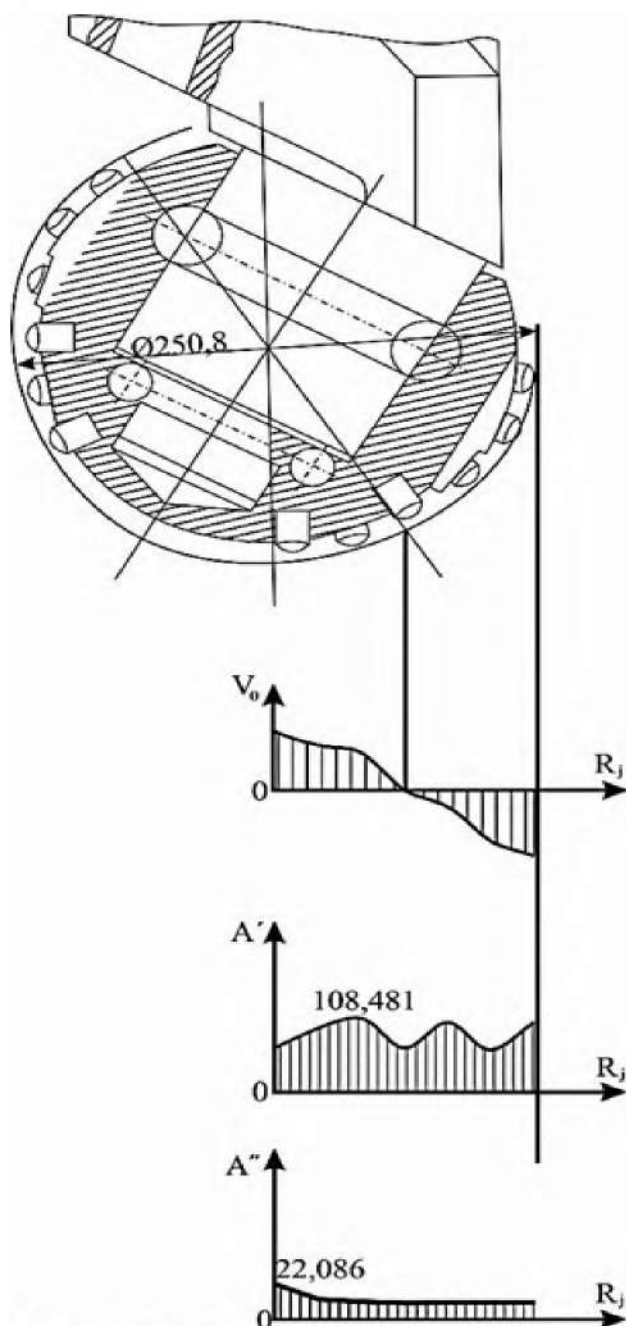


Рис. 1. График кинетического паспорта долота $\varnothing 250,8$ С.

струкции, например, опоры на базе многоступенчатых и многослойных пластинчатых подшипников скольжения при наличии довольно объемных камер для смазочных материалов [3]. При этом следует отметить, что подобная компоновка конструктивной схемы герметизирующих узлов имеет достаточно большие возможности для творческих изысканий как в плане конструктивных схем, так в плане использования новых материалов на базе металлических, в том числе и драгметаллов; резиновых и иных упругих материалов; в плане размещения разного рода камер для смазочных материалов с учетом их динамики в процессе работы долота.

Естественно, при этом опоры подшипников шарошечных долот должны обеспечивать постоянную герметизацию опор на полный промежуток времени бурового процесса. И здесь, безусловно, все три фактора, и конструктивная схема, и детали материала герметизирующих узлов, и соответствующие материалы смазочных узлов должны быть использованы на основе последних достижений науки и практики. В силу этого обстоятельства, нами сейчас принимаются меры всеобъемлющего использования полученной закономерности затрат энергии динамических систем, от сил сопротивления движения, в первооснове которой заложены классические законы динамики функционирования самого разного рода таких систем. Но первоосновой этих закономерностей является принцип наименьших затрат энергии, основоположником которых был (1744 г.) французский ученый Мопертюи [4].

Не случайно здесь обращено внимание на названную закономерность. Во-первых, это касается функционирования любых конструкций динамических систем, в том числе и бурового долота. Кстати говоря, при наших исследованиях, и в плане построения, детерминированном математической модели динамики вооружения шарошек, это использовано при определении (вычислении) передаточного числа шарошки и в аспекте использования этой закономерности при изобретении новых более эффективных опорных подшипников одношарошечных долот.

Но самое главное и эффективное использование этой закономерности должно быть при конструировании и оптимизации промысловых узлов одношарошечных долот.

Не вдаваясь в детали конструкции такого промыслового узла, заметим то, что эта закономерность присуща и гидродинамическим системам, которыми и являются промысловые узлы шарошечных долот, но и буровым долотам любых иных конструкций.

На базе упомянутой закономерности были объяснены, так называемые, вторичные эффекты гидродинамики. Именно это и послужило нам отправной точкой при проектировании промысловых узлов буровых породоразрушающих инструментов. При этом, основной целью является избавление от процесса сальникообразования, что в значительной степени отрицательно влияет на показатели бурового процесса, особенно при бурении скважин в мягких глинистых породах. Поскольку планируемые конструктивные схемы новых промысловых узлов находятся в процессе экспериментальных исследований и патентования, то мы заострим здесь внимание лишь на основных вопросах, связанные с динамикой омываемых тяжелых частиц, которыми и являются шламовые частицы, составляющие материал образуемых сальников.

Теперь встанут вопросы, связанные с оптимизацией динамических составляющих по совершенствованию опорных поверхностей шарошечных узлов и по оптимизации динамики промысловой жид-

кости в области буровых долот, обозначенных в схеме (рис. 2, 3).

Обратимся в начале к вопросу оптимизации опорных узлов одношарошечных долот.

Известно, буровое долото, у которого уплотнение опоры заключается в том, что по неподвижному металлическому кольцу на эластичной кольцевой подкладке вращается металлическое кольцо, подпертое эластичным кольцом со стороны шарошки [5]. Недостатком этого технического решения является ничем не гарантированная стабильность посадки вращающегося кольца, размещенного в теле шарошки к легко нарушающий натяг между подвижным в выточке шарошки и неподвижным на теле цапфы кольцами из-за непосредственного контакта подвижного кольца с цапфой.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому техническому решению является уплотнение опоры шарошечного долота по патенту № IAP 03953 UZ, где надежность уплотнения обеспечивается за счет улучшенной и сдублированной системы размещенных металлических и эластичных колец в проточке шарошки и за счет выноса контактирующих поверхностей металлических колец подпертых эластичными кольцами в неконтактную непосредственно с телом шарошки и цапфой плоскость. Эта задача решена за счет того, что в опоре шарошечного долота, содержащей цапфу для установки на ней шарошки с расточкой, уплотнение в виде контактирующих друг с другом металлических и эластичных колец, в теле шарошки с зазорами относительно цапфы и лапы долота установлено фиксирующее уплотнение в расточке тела шарошки посредством резьбового соединения центрирующей оправки, в котором выполнена кольцевая выемка под смазочный материал, при этом металлические кольца уплотнения установлены с обоесторонними радиальными зазорами относительно цапфы и центрирующей оправки, поперечно подперты с обеих сторон эластичными кольцами, причем крайние эластичные кольца установлены с односторонними радиальными зазорами относительно поверхности цапфы, в срединное эластичное кольцо с радиальным зазором относительно шарошки – внутри кольцевой выемки.

Выполнение уплотнения опоры шарошечного долота в такой форме решает вопрос повышения её износостойкости, а, следовательно, и повышения эффективности бурового долота за счет увеличения времени его работы с заданной динамикой разрушения горной породы при бурении скважин.

Недостатком этого технического решения является ничем не гарантированная подача смазочного материала из кольцевой выемки под смазочный материал, поскольку относительные радиальные смещения контактирующих металлических колец весьма ограничены конструктивно и эффективны при жестком поджатии друг к другу.

Задачей является создание опоры шарошечного долота с надежной подпиткой смазочным материалом из кольцевой выемки контактирующих металлических колец в процессе кругового движения их относительно друг друга.

Поставленная задача решается тем, что на периферии контактирующих плоскостей металлических колец имеются направленные по хордам с укороченными их длинами канавки, причем направления их в плане однозначны относительно хода часовой стрелки и у одного из этих контактирующих колец канавки выполнены исходящими из дуговых выемок выполненных по торцу этого кольца.

Выполнение контактирующих колец в описанной выше форме гарантирует постоянное поступление смазочного материала из выемок под смазочный материал через перекрещивающиеся в процессе относительного кругового движения контактирующих металлических колец по укороченным хордонаправленным канавкам. А это способствует повышению абразивной стойкости опоры бурового долота, следовательно, его эффективности в процессе бурения скважин.

Сущность изобретения поясняется чертежами (см. рис. 2 а) конструктивных элементов устройства уплотнения, а на рис. 2 б – расположения зазоров в системе этого уплотнения.

Уплотнение опоры шарошечного долота (см. рис. 2, 3) состоит из системы попарно контактирующих металлических колец 1 и 2 с обоесторонними радиальными зазорами $\delta 1$ и $\delta 2$ и подпертых поперечно с обеих сторон эластичными кольцами 3, 4, 5 с односторонними радиальными зазорами $\delta 3$, $\delta 4$, $\delta 5$. При этом, крайние эластичные кольца 3 и 5 установлены с радиальными зазорами $\delta 3$ и $\delta 5$ относительно цапфы 6, а срединное эластичное кольцо 4 с радиальным зазором $\delta 4$, относительно шарошки 10 внутри выемки 8 под смазочный материал центрирующей оправки 7, установленной с зазорами $\delta 6$ и $\delta 7$ относительно цапфы 6 и лапы 9 долота и фиксирующей систему колец в расточке тела шарошки 10 посредством резьбового соединения 11.

При этом, одно из пары колец 1 и 2 (см. рис. 2) выполнено с дуговыми выемками 12 (см. рис. 3, а) и хордонаправленными канавками 13 (см. рис. 3, б), а второе контактирующее с ним кольцо только с хордонаправленными канавками 13 (см. рис. 3, а, б).

Работает уплотнение опоры шарошечного долота следующим образом.

При вращении шарошки 10 вокруг цапфы 6 относительное круговое перемещение их в этом уплотнении осуществляется через плотно контактирующие пары металлических колец 1 и 2, которые в свою очередь имеют возможность относительно упругого радиального перемещения за счет радиальных зазоров $\delta 1$, $\delta 2$, $\delta 3$, $\delta 5$ и эластичных колец 3, 4, 5. При этом пары металлических колец 1 и 2 способны не выходя из плоскостного контакта, упруго отреагировать на радиальные, угловые и осевые колебательные перемещения шарошки 10 относительно цапфы 6. Исклю-

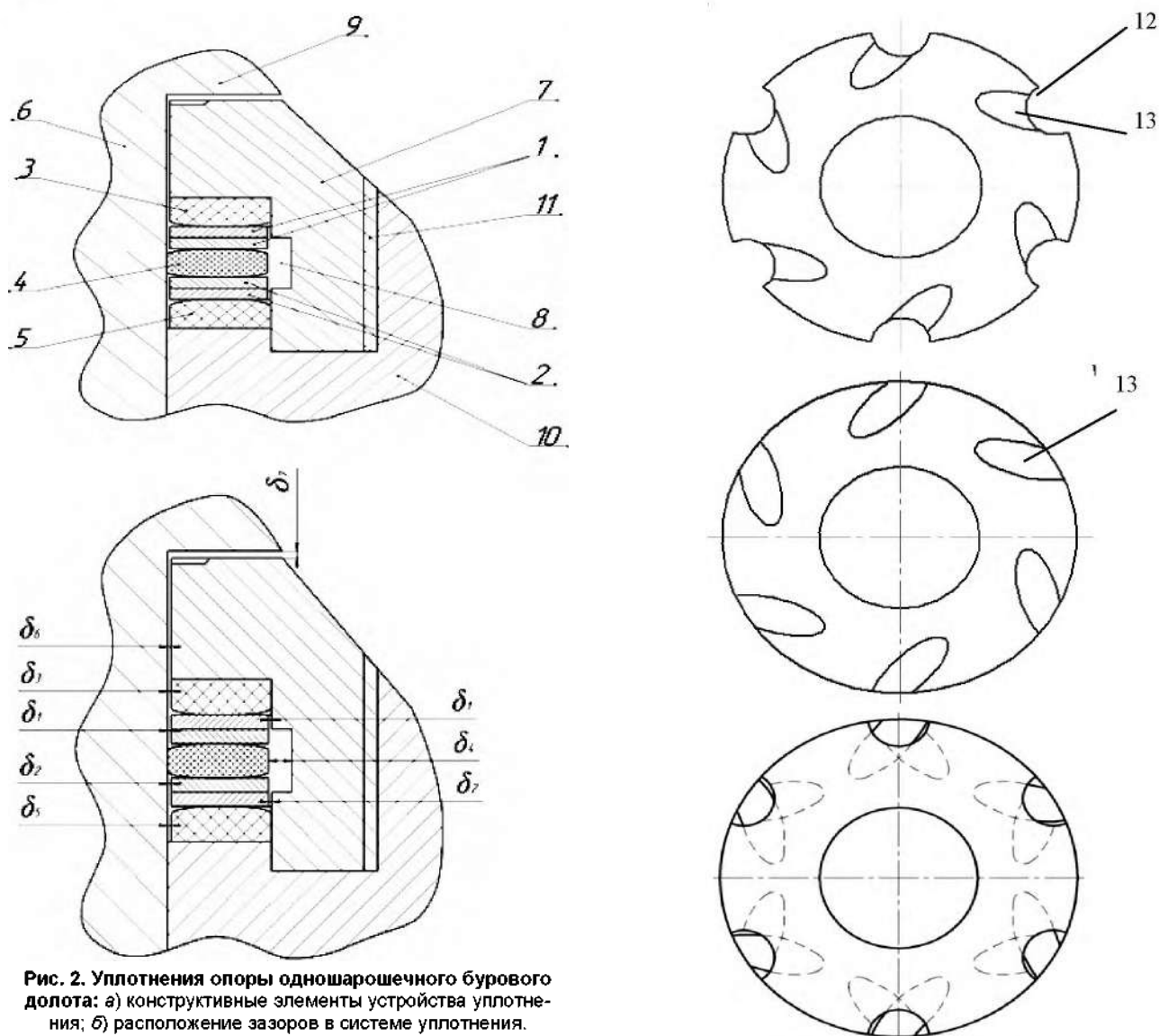


Рис. 2. Уплотнения опоры одношарошечного бурового долота: а) конструктивные элементы устройства уплотнения; б) расположение зазоров в системе уплотнения.

чается и прихват трущихся пар металлических колец 1 и 2 по причине предоставленных им возможностей плотно-контактных относительных радиальных колебательных смещений и в силу того, что их трущиеся поверхности постоянно снабжаются смазочным материалом из кольцевого резервуара 8, за счет того, что смазочный материал из резервуара 8 постоянно будет поступать на контактирующие поверхности пары колец 1 и 2 через средство периодического перекрестного пересечения укороченных хордонаправленных канавок 12 с дугообразными выемками 13 (см. рис. 3,б) перекрещивающимися с ними кольцом только с хордонаправленными канавками 12 (см. рис. 2,б).

Опора шарошечного долота, содержащая цапфу шарошку, установленную с зазорами относительно цапфы и посредством резьбового соединения в теле шарошки центрирующую оправку, в которой выполнена кольцевая выемка под смазочный материал и уплотнение в виде эластичных и попарно контактирующих друг с другом металлических колец. При этом

металлические кольца уплотнения установлены с обоесторонними радиальными зазорами относительно цапфы и центрирующей оправки и поперечно подперты с обеих сторон эластичными кольцами, установленными с односторонними радиальными зазорами относительно цапфы.

Срединное эластичное кольцо – с радиальным зазором относительно шарошки внутри кольцевой выемки, на периферии плоскостей попарно контактирующих металлических колец выполнены направленные по хордам канавки, причем направления их в плане однозначно относительно хода часовой стрелки.

При этом, нами были рассмотрены вопросы оптимизации динамики вооружения и опоры одношарошечного бурового долота диаметром 250,8 mm на детерминированной основе и получена кинетическая характеристика, обеспечивающая равномерное распределение нагрузок на зубки по каждому венцам при проектировании высокоэффективных буровых долот.

Библиографический список

1. Тошов Ж.Б. Повышения эффективности бурения взрывных скважин на путях оптимизации трех составляющих динамики буровых долот / Горный информационно-аналитический бюллетень. -М.: МГТУ, 2014. - № 6. -С. 281+287.
2. Стеглянов Б.Л. От Как? к Почему? (Аспекты динамики буровых долот и других физических моделей) ГФНТИ. Ташкент. 2001, 68 с.
3. Патент № IAP 03953. UZ.
4. Бухгольц Н. Н. Основной курс теоретической механики. Ч. 1. 10-е изд. - Спб.: Лань, 2009. - 480 с. - ISBN 978-5-8114-0926-6.
5. Патент № RU 2107800.

УДК 622.24.051(531)

© Атакулов Л.Н., Тошов Б.Р., Бойназаров Г.Г., Хайдарова М.Э. 2017 г.

СПОСОБЫ БУРЕНИЯ ШПУРОВ И ИХ ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Атакулов Л.Н., декан горного факультета, доцент кафедры «Горная электромеханика», канд. техн. наук НГГИ; **Тошов Б.Р.**, зав. кафедрой «Горная электромеханика», доцент, канд. техн. наук НГГИ; **Бойназаров Г.Г.**, ассистент кафедры «Горная электромеханика»; **Хайдарова М.Э.**, студент III-курса горного факультета НГГИ

Toq` jinstlarini kesuvchi – parchalovchi ta`sirli (PSD) instrument bilan kuchlar ta`sirini ifodalovchi model taklif etilmoqda. Modelni aylanma, aylanma – zarbali, zarbali – aylanma burg`ulash usullari uchun toq` jinsining qattiqligi bo`ylab ishlash chegarasi ko`rsatilgan.

Tayanch iboralar: aylanma, aylanma - zarbali, zarbali - aylanma burg`ulash, o`qiy kuch, kesish kuchi, instrumentni natijaviy kuchi, tog` jinsiga burg`uni kirishiga uning qarshilik kuchi, tog` jinsini uyulishiga uning qarshilik kuchi, tog` jinsining natijaviy qarshiligi, tog` jinsi buzilishining chegaraviy kuchlanishi.

It is proposed the model of force interaction of the rock destruction tool of cutting-chipping action (CCA) with rock. Its scope for rock strength for rotary, rotary-percussion and percussion-rotary drilling is demonstrated.

Key words: rotary, rotary-percussion, percussion-rotary drilling, axial force, cutting force, resultant force of the instrument, penetration resistance, cutting resistance, resulting rock resistance, limit stress for rock failure.

Для сооружения шпуров различного технологического назначения широкое применение нашли механические способы бурения [1-4]. Их особенностью, в отличие от немеханических (термический, ультразвуковой, плазменный и др.), является непосредственное воздействие на породу породоразрушающего инструмента. Именно механический способ разрушения горных пород при бурении шпуров в промышленном объеме до настоящего времени остается единственным.

По характеру работы инструмента на забое и приложению силовых нагрузок механическое бурение можно разделить на следующие способы:

- вращательное;
- вращательно-ударное;
- ударно-вращательное;
- ударно-поворотное или ударное.

При вращательном бурении (рис. 1) разрушение породы на забое скважины происходит благодаря движению инструмента, имеющего форму резца, по винтовой линии. Такое движение является результатом сочетания вращательного и поступательного движения. Вращательно-поступательное движение

инструмента на забое шпура осуществляется за счет приложения к буровому инструменту значительного крутящего момента и больших осевых усилий. Ударные нагрузки при этом отсутствуют.

Процесс бурения геологоразведочных скважин вращательным способом характеризуется совокупностью взаимосвязанных параметров, которые можно разделить на управляемые и неуправляемые.

К управляемым параметрам относятся: величина осевого усилия, частота вращения буровой штанги,

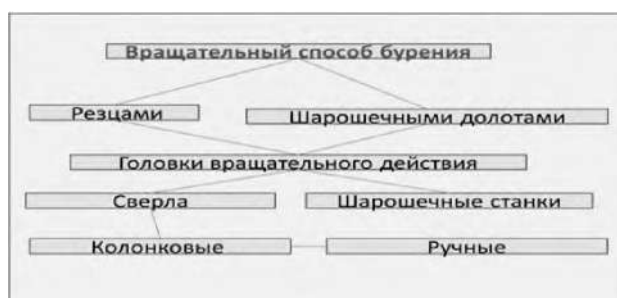


Рис. 1. Способы вращательного бурения.

удельная подача резца. К неуправляемым параметрам относятся: конструктивные параметры породоразрушающего инструмента (схема расположения резцов на торце долота) и физико-механические свойства горных пород.

Как видно, отсюда, если мы находим выражение определяющие управляемые параметры, то с помощью математической модели можем определить неуправляемые параметры процесса бурения вращательным способом. При вращательном бурении действующие силы на перо бурового резца можно представить в виде схемы, изображенной на рис. 2. Со стороны машины на перо бурового резца действует пара сил: P_y – осевое усилие и P_z – усилие резания.

Совместно, они действуют на разрушаемый массив, как результирующая сила P . В свою очередь со стороны породы на инструмент действует сила R_y , которая характеризует сопротивление породы внедрению инструмента и R_z , характеризующая сопротивление породы резанию. Результирующая сил, действующих со стороны породного массива на инструмент обозначена как R . При достижении напряжений в разрушаемой породе критического уровня произойдет скол перед передней гранью режущего инструмента. Затем инструмент повернется на некоторый угол вокруг своей оси, упрется в недавно образованный сколом уступ и процесс повторится.

При вращательно-ударном бурении режущая часть инструмента внедряется в породу под действием осевого усилия R_y и осевого импульса $P_{уд1}$ с одновременным вращением инструмента (рис. 3). Наложение на буровой резец дополнительного осевого импульса позволяет обеспечить внедрение и объемное разрушение разбуриваемого массива, что распространяет область применения данного способа бурения на породы с крепостью выше, чем при вращательном способе. При вращательно-ударном бурении мощность, затрачиваемая на вращение значительно больше мощности, потребляемой ударным механизмом.

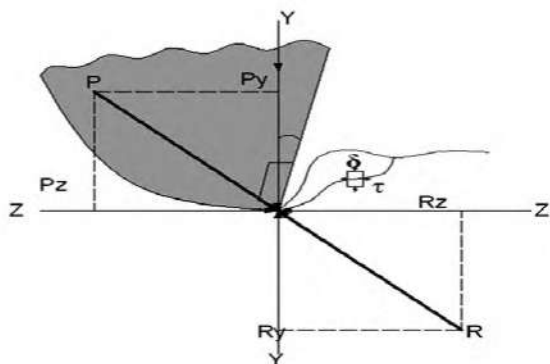


Рис. 2. Схема действующих сил при вращательном бурении. P_y – осевое усилие; P_z – усилие резания; P – результирующее усилие инструмента; R_y – сопротивление породы внедрению; R_z – сопротивление породы резанию; R – результирующее сопротивление породы; σ , τ – предельные напряжения разрушения породы.

Ударно-вращательное бурение имеет такой же механизм воздействия на инструмент, что и вращательно-ударное, за исключением того, что мощность, потребляемая ударным механизмом, превышает мощность, потребляемую механизмом вращения. Такое соотношение прикладываемых к инструменту энергий позволяет распространить ударно-вращательный способ бурения на более крепкие породы, чем для вращательно-ударного способа.

Ударно-поворотный или ударный способ бурения характеризуется тем, что инструмент, заточенный в виде клина, внедряется в породу только под действием кратковременного осевого импульса, направленного вдоль его оси. При этом, осевое усилие, необходимое для того чтобы инструмент находился в постоянном контакте с забоем, практически отсутствует. Инструмент после совершения удара отскакивает от забоя и поворачивается на некоторый угол для нанесения удара по новому месту. Крутящий момент, необходимый для поворота инструмента, имеет незначительную величину.

При вращательном, вращательно-ударном и ударно-вращательном бурении, на эффективность разрушения породы на забое значительное влияние оказывает величина и направление равнодействующей нагрузки P . Величина и направление вектора P зависит от многих факторов, а именно от соотношения силовых воздействий накладываемых на инструмент со стороны машины, от прочностных свойств разбуриваемой породы, от типа и состояния инструмента, а также от случайных воздействий (трещины, твердые включения и др.). Очевидно, что для каждого конкретного случая бурения существует такое направление и такая величина вектора P , которая будет обеспечивать наибольшую эффективность разрушения породы. Управляя направлением вектора P можно определить

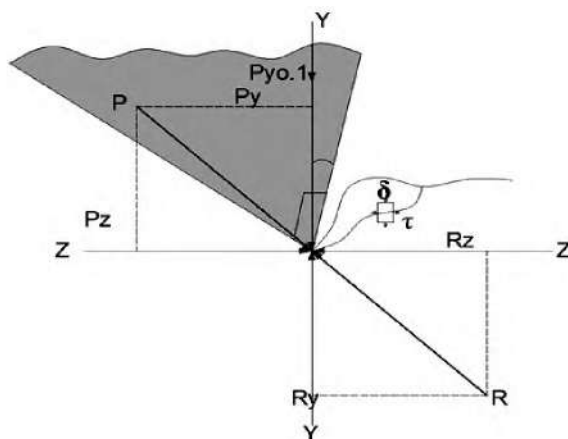


Рис. 3. Схема действующих сил при вращательно-ударном бурении. P_y – осевое усилие; P_z – усилие резания; P – результирующее усилие инструмента; $P_{уд1}$ – осевой импульс; R_y – сопротивление породы внедрению; R_z – сопротивление породы резанию; R – результирующее сопротивление породы; σ , τ – предельные напряжения разрушения породы.

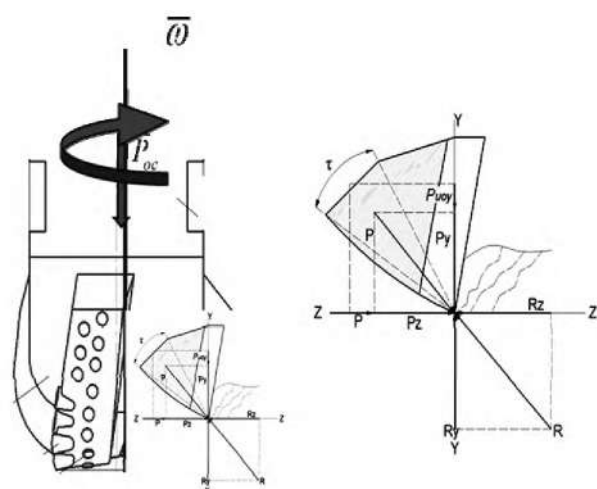


Рис. 4. – Схема действующих сил при вращательном бурении с наложением импульсов осевого усилия и крутящего момента. P_y – осевое усилие; P_z – усилие резания; P – результирующее усилие инструмента; $P_{им\ y}$ – осевой импульс; $P_{им\ z}$ – импульс крутящего момента; R_y – сопротивление породы внедрению; R_z – сопротивление породы резанию; R – результирующее сопротивление породы; τ – возможная область изменения направления равнодействующей R .

рациональное направление результирующей нагрузки на инструменте (рис. 4). Наложение осевого импульса на инструмент с различной частотой и амплитудой, при постоянном крутящем моменте, позволяет увеличивать вертикальную силовую составляющую, т.е. осуществлять изменение направления и величины результирующей нагрузки на инструменте R , а, следовательно, реализовать управление равнодействующей нагрузкой, позволяет увеличивать угол приложения результирующей нагрузки на инструмент τ . Для изменения угла τ в другом направлении, а именно его уменьшении необходимо совместно с импульсами осевого усилия $P_{им\ y}$ накладывать на инструмент импульсы крутящего момента $P_{им\ z}$.

Появление и применение четырех описанных способов бурения шпуров обусловлено необходимостью проводить работы по породам с различными физико-механическими свойствами, к основ-

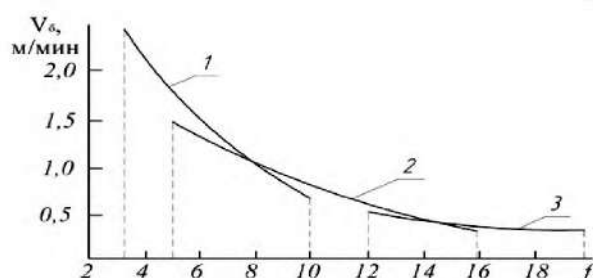


Рис. 5. Зависимости влияния крепости породы на скорость бурения при различных способах: 1 – вращательный; 2 – вращательно-ударный; 3 – ударно-поворотный.

ным из которых относятся крепость породы по шкале проф. М.М. Протодьяконова (f) и абразивность (a). Абразивность горной породы (a) – это способность горных пород изнашивать контактирующий с ними породоразрушающий инструмент. В зависимости от крепости породы f , скорость бурения V_b для различных способов бурения при одинаковых удельных затратах энергии приблизительно изменяется по зависимостям, представленным на рис. 5.

Из рис. 5 видно, что для пород крепостью f до 8 ед. рекомендуется применять вращательный способ бурения, для пород крепостью f от 8 до 14 ед. вращательно-ударный, а для пород крепостью f свыше 14 ед. ударно-поворотный способ. Однако, данный график носит условный характер и однозначного разделения областей применения различных способов бурения в настоящее время не существует. Наибольшие сложности с выбором способа бурения и его параметров возникают в областях «перехлеста» кривых, а именно на породах с крепостью $f = 5 - 10$ и $f = 12 - 16$.

Принимая во внимание описанные выше схемы действующих сил на пико бурового резца при различных способах бурения и неоднозначность выбора способа бурения некоторых пород можно сделать вывод, что требуется установление закономерностей, обеспечивающих выбор наиболее целесообразного способа бурения, а также определения и поддержания на рациональном уровне рациональных параметров выбранного способа бурения.

Библиографический список

1. Ганджумян Р.А., Калинин А.Г., Сердюк Н.И. Расчеты в бурении. – М: РГГРУ, 2007. – 668 с.
2. Нескоромных В.В., Борисов К.И. Аналитическое исследование процесса резания – скалывания горной породы долотом с резаками PDC. Известия Томского политехнического университета. 2013. Т. 323. №1. С. 191-195.
3. Гринько Д.А. Физическое моделирование режимных параметров бурения шпуров с наложением на инструмент осевых и моментных импульсов // Современные проблемы и образования. – 2014. - №1
4. Сысоев Н.Н., Мирный С.Г., Основы теории функционирования бурильных машин вращательного действия, Новочеркасск. Южно-Российский государственный технический университет (НГПИ). 2006

РАЗРАБОТКА И ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПЯТИОКСИДА ВАНАДИЯ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ВАНАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Петухов О.Ф., начальник геотехнологической лаборатории по урану ЦНИЛ НГМК, канд. техн. наук; Каримов А.К., зам. главного технолога Северного РУ НГМК; Тураев Ф.Э., начальник цеха производства серной кислоты Северного РУ НГМК; Ашуров О.Т., инженер цеха производства серной кислоты Северного РУ НГМК; Рузиев Б.Т., инженер – технолог ЦНИЛ НГМК.

Ushbu maqolada Ukraina, Tojikiston va O'zbekiston Respublikasi Olmaliq KMK, Shimoliy KB mutaxassislarining ishlatilgan vanadiy katalizatorlarini qayta ishlash texnologiyasini ishlab chiqish tadqiqotining asosiy natijalari yoritilgan.

Shimoliy KB oltingugurt kislotasini ishlab chiqarish sexida o'tkazilgan, ishlatilgan vanadiy katalizatorlarini qayta ishlash yangi texnologiyasining sanoat – tajribalari sinovlari V_2O_5 ning 94-98 % miqdorida vanadiyning beshoksidini olish imkonini tasdiqladi.

Tayanch iboralar: vanadiy katalizatorlari, sanoat – tajribalari sinovlari, oltingugurt kislotasini ishlab chiqarish, vanadiy beshoksidi, eritma olish, oksidlangan atmosfera, ishqor yoki ammiakli so'ndirish, pulpani filtrlash, eritmani yuvish, ammiakli suv bilan ishlov berish, filtrat olish, aralashmalar.

This article highlights the key findings of studies on the development of processing technology of spent vanadium catalysts by specialists of Ukraine, Tajikistan and Almalyk MMC, Northern Mining Administration of the Republic of Uzbekistan.

Pilot testing of new technologies for processing of spent vanadium catalysts have conducted in sulfuric acid production shop of Northern Mining Administration, confirmed the possibility of obtaining the vanadium pentoxide with the content of V_2O_5 of 94-98%.

Key words: vanadium catalyst, pilot testing, sulfuric acid production, vanadium pentoxide, solution extracting, oxidizing atmosphere, precipitation of alkali or ammonia, pulp filtering, solution washing, treatment with ammonia water, filtrate obtaining, impurities.

Отработанные ванадиевые катализаторы (ОВК) являются одним из лучших видов вторичного сырья для извлечения из них ванадия и производства V_2O_5 и его производных (катализаторов, феррованадатов и др.). Необходимость использовать в качестве источника ванадия ОВК обуславливается также тем, что сбрасываемые в отвал отработанные катализаторы вызывают загрязнение окружающей среды высокотоксичными соединениями ванадия. Ежегодно в мире образуется порядка 35 тыс. т ОВК [1].

Пирометаллургические способы переработки ОВК предусматривают их обжиг для удаления и утилизации сернистого газа, с последующей выплавкой в электропечи кремний – ванадиевого сплава и получения вязкого материала на основе возгонов оксидов щелочных металлов и кремния [2]. По другому способу [3] рекомендуется обжигать ОВК и утилизировать сернистый газ, затем из остатков получать ванадий-кальциевый концентрат, а из растворов готовить удобрения.

Гидрометаллургические способы основаны на выщелачивании ванадия из ОВК с последующим извлечением его из растворов [4 - 11]. Специалистами Украины разработана и освоена в промышленности технология [4, 5], предусматривающая выщелачива-

ние ванадия из ОВК раствором серной кислоты с концентрацией 200 г/л при температуре 105-110°C в течение 2 h при перемешивании. Силикатную основу отделяют от раствора, трижды промывают горячей водой и направляют на приготовление новых порций катализатора. Полученный после выщелачивания раствор обрабатывают раствором аммиака до pH=8.5 в присутствии перекиси водорода, полученный осадок отделяют, сушат, прокаливают в окислительной атмосфере при 450-600°C в течение 4 - 6 h, затем обрабатывают кипящей водой при соотношении Ж:Т = 8-20:1 в течение 1-5 h, сушат и прокаливают. Готовый продукт содержит 90 % пентаоксида ванадия. Такая технология оказалась очень сложной, хотя и позволяет получать довольно чистые продукты. Образующиеся сульфаты калия и аммония пригодны в качестве удобрений. Технология, разработанная ЦНИИчерметом [6] предусматривает восстановительное выщелачивание в присутствии металлического железа, осаждение четырехвалентного ванадия щелочью или аммиаком, окисление ванадия пероксидом водорода в пульпе, очистку от примесей, гидролитическое осаждение пентаоксида ванадия, его сушку и прокаливание. Ванадий теряется на стадии очистки от примесей из-за образования труднорастворимых

ванадатов железа. Использование пероксида водорода в качестве окислителя (требуется 2—3-кратный избыток) приводит к удорожанию процесса.

Описана также технология [7], по которой выщелачивание производят 7—12 % -ным раствором формалина (отход производства Горловского химического завода). Такое восстановительное выщелачивание позволяет максимально извлечь ванадий из ОВК. В качестве окислителя предлагается использовать газообразный хлор из баллона или барботаж воздухом в щелочной среде (pH=8,5—9,0). Технология оказалась малоэффективной, извлечение ванадия составило 85 %, а содержание в готовом продукте $V_2O_5 < 80\%$.

Разработана и внедрена на ПО "Востокремет" (Таджикистан) технология утилизации ОВК [8, 9], позволяющая получать товарный оксид ванадия и жидкие удобрения. Технология включает сернокислотное выщелачивание ванадия из ОВК, осаждение черного концентрата аммиаком при pH = 2-8, растворение осадка щелочью, подкисление щелочного раствора серной кислотой до pH 1,5 – 2,0, термогидролиз, конверсию образовавшегося осадка и нитратом аммония и прокалку ванадата аммония до V_2O_5 . Технология отличается многооперационностью и большим расходом реагентов. Содержание в готовом продукте V_2O_5 примерно 90 %.

Специалистами Алмалыкского ГМК (Республика Узбекистан) разработана технология переработки ОВК [10], согласно которой проводят водное выщелачивание ОВК при нагревании, отделение твердого осадка (силикатной основы), гидролиз водного раствора, сгущение, фильтрацию, сушку и прокалку осадка. При этом твердый осадок, отделенный после водной обработки подвергают содово-аммиачной обработке при температуре 65-70 °C в присутствии активатора, а раствор после водной обработки подвергают воздействию окислителя. К недостаткам технологии относятся две стадии выщелачивания (водное и содово-аммиачное) и большой расход дефицитных реагентов (перекись водорода, ПАВ, сода, аммиак).

В настоящей статье освещены основные результаты исследований по разработке технологии переработки ОВК. Опытные-промышленные испытания новой технологии переработки ОВК, проведенные в цехе сернокислотного производ-

Таблица 1
Состав исходных ванадиевых катализаторов, ОВК и готовой продукции

Наименование продукта	Нормативный документ	Содержание, %				
		V_2O_5	K_2O	N_2O	SiO_2	Совщ
Катализатор ванадиевый (исходный)	ТУ 6-09-5502-85	6,5 – 7,0	10-12	2,5-3,0	-	-
ОВК	ТУ 113-08-613-87	3-5	-	-	-	-
Пятиокись ванадия, V_2O_5	ТУ 48-4-429-82	98,5% (ВнО 1) 97% (ВнО 2)				
Феррованадий	ГОСТ 27130-94	35-40% V (FeV40)				
ОВК СКЗ Северного РУ	Данные ЦНИЛ	2,7 – 3,6	3-6	1-2	50-56	12-15

ства Северного РУ, подтвердили возможность получения пятиоксида ванадия с содержанием V_2O_5 94-98 %.

В табл.1 представлены данные по содержанию V_2O_5 и некоторых примесей в исходных катализаторах, ОВК и готовой продукции согласно нормативным документам и фактическим данным.

Ванадий присутствует в ОВК в степени окисления как V^{+4} , так и V^{+5} .

Выщелачивание ванадия из ОВК. Исследования по кинетике выщелачивания ванадия из ОВК проводили в титановом реакторе, снабженном электро-механической мешалкой с числом оборотов, $n = 500$ г/мин. Выщелачивание проводили раствором серной кислоты с концентрацией H_2SO_4 40 г/л, при температуре 20-25 °C и отношении Т:Ж = 1:3. По окончании выщелачивания пульпу фильтровали под вакуумом, и осадок промывали водой из расчета Ж:Т = 3:1. Осадок сушили при температуре 60 °C и анализировали. Первоначально изучали кинетику сернокислотного выщелачивания ванадия из ОВК с измельчением и без измельчения исходного продукта. Задачей являлось оценить целесообразность предварительного измельчения ОВК с точки зрения извлечения ванадия в раствор. Результаты представлены в табл. 2.

Как видно из представленных в табл. 2 данных, предварительное измельчение ОВК до класса – 0,1 мм

Таблица 2
Кинетика сернокислотного выщелачивания ванадия из ОВК
исходная концентрация $H_2SO_4 = 40$ г/л

Время выщелачивания, h	Исходный ОВК (гранулы)		Измельченный ОВК (класс -0,1 мм)	
	V_2O_5 (в осадке), %	Извлечение, %	V_2O_5 (в осадке), %	Извлечение, %
0.0	3,70	0,0	3,70	0,0
0.5	1,98	46,5	1,69	54,3
1.0	1,57	57,6	1,46	60,5
2.0	0,98	73,5	0,79	78,6
3.0	0,67	81,9	0,59	84,0
4.0	0,67	81,9	0,59	84,0

Таблица 3

Кинетика выщелачивания ванадия из ОВК при различной исходной концентрации серной кислоты

Время, h	H ₂ SO ₄ = 0, g/l		H ₂ SO ₄ = 20, g/l		H ₂ SO ₄ = 40, g/l		H ₂ SO ₄ = 50 g/l	
	V ₂ O ₅ , %	E, %	V ₂ O ₅ , %	E, %	V ₂ O ₅ , %	E, %	V ₂ O ₅ , %	E, %
0.0	3.70	0.0	3.70	0.0	3.70	0.0	3.70	0.0
0.5	3.42	7.5	2.66	28.0	1.98	46.5	1.95	47.3
1.0	3.32	10.2	2.31	37.7	1.57	57.6	1.59	57.0
2.0	3.08	16.8	1.86	49.6	0.98	73.5	0.96	74.1
3.0	2.79	24.5	1.57	57.5	0.67	81.9	0.66	82.1
4.0	2.71	27.1	1.29	65.0	0.67	81.9	0.66	82.1

не приводит к существенному повышению извлечения ванадия в раствор. Учитывая также, что гранулы катализатора после извлечения из них ванадия могут быть утилизированы, предварительное измельчение ОВК перед выщелачиванием не представляется целесообразным. Поэтому все дальнейшие исследования проводили на ОВК без измельчения.

Далее исследовали кинетику выщелачивания ванадия из ОВК в зависимости от исходной концентрации серной кислоты в растворе при следующих постоянных условиях: Т:Ж = 1:3, температура 25°C, n = 500 г/мин. По окончании выщелачивания пульпу фильтровали по вакуумом, и осадок промывали водой из расчёта Ж:Т = 3:1. Осадок сушили при температуре 60°C и анализировали. Результаты представлены в табл. 3.

Примечания:

- при выщелачивании ОВК водой при температуре 25°C в течение 3 h pH фильтрата составил pH = 1,7, что говорит о выщелачивании SO₃, сорбированной в порах гранул ОВК. Извлечение ванадия при этом составило 15-17 %;

- при выщелачивании ОВК водой в течение 3 h при температуре 80-90 °C извлечение ванадия возрастает до 35 %, что согласуется с данными работы [10].

Анализ данных табл. 3 позволяет сделать вывод о том, что оптимальной исходной концентрацией серной кислоты при выщелачивании ванадия из ОВК следует считать концентрацию 40 г/л. Повышение исходной концентрации серной кислоты до 50 г/л практически не приводит к повышению ни скорости

процесса, ни полноты извлечения ванадия в раствор. Полученные результаты хорошо согласуются с данными работ [8, 9].

Учитывая, что ванадий в ОВК находится как в степени окисления V⁴⁺, так и в степени окисления V⁵⁺, исследовалось влияние добавок восстановителей (Fe^{II} в виде магнитной фракции) и окислителей (Fe^{III} в виде сульфатной соли) на полноту извлечения ванадия из ОВК при выщелачивании его серной кислотой с исходной концентрацией 40 г/л. Результаты представлены в табл. 4.

Как видно из результатов табл. 4, добавка восстановителя в виде Fe^{II} практически не приводит к повышению извлечения ванадия. Добавка окислителя в виде Fe^{III} в количестве 5.0 kg/t ОВК приводит к незначительному (примерно на 5%) повышению извлечения ванадия из ОВК в раствор.

Фильтрация пульпы после выщелачивания ОВК проводили на воронке Бюхнера под вакуумом. В качестве фильтровальных тканей использовали полипропиленовую ткань и ткань хлорин. Результаты по фильтрации приведены в табл. 5.

Полученный в результате фильтрации осадок промывали водой при температуре 25 °C. В табл. 6 приведены данные по влиянию отношения Ж:Т на остаточное содержание V₂O₅ в осадке.

Как видно из представленных в табл. 6 данных, при промывке осадка оптимальным следует признать соотношение Ж:Т = 3:1. Промывные растворы целесообразно использовать в процессе выщелачивания новой партии ОВК в качестве оборотных, доукрепив их серной кислотой до концентрации 40 г/л. Использование промывных растворов в качестве оборотных растворов позволит сократить расход серной кислоты и воды, а также увеличить концентрацию ванадия в продуктивном растворе.

Получение черного концентрата ванадия. Для получения черного концентрата ванадия продуктивный раствор обрабатывали аммиачной водой (25 % NH₄OH) до pH 6.0-6.5, перемешивали в течение 3 h при температуре 20-25 °C и фильтровали. В результате, получили фильтрат, содержащий г/л: [V⁵⁺] = 0,04; [V⁴⁺] = 0,01; [K⁺] = 13,3 ([K₂SO₄] = 29,7) и [(NH₄)₂SO₄] = 24,5.

Осадок на фильтре - черновой концентрат ванадия отмывали от примесей (SO₄, K⁺, NH₄⁺ и др.) на фильтре водой. В табл.7 приведены данные по отмывке черного концентрата от серы (в виде сульфат иона) в зависимости от Ж:Т отмывки.

Согласно данным табл. 7, для эффективной отмывки черного концентрата от соединений серы (сульфаты калия, аммония, алюминия и натрия) необходимо поддерживать Ж:Т = 8:1. В сухом отмывом черновом концентрате содержание V₂O₅ находится в пределах 16-18 %.

Таблица 4

Выщелачивание ванадия из ОВК с участием восстановителя и окислителя. Исходная концентрация H₂SO₄ = 40 г/л, время выщелачивания 3 h, Т:Ж = 1:3

Расходы реагентов, kg/t ОВК	Восстановитель, Fe ⁰		Окислитель, Fe ³	
	V ₂ O ₅ (в осадке), %	Извлечение, %	V ₂ O ₅ (в осадке), %	Извлечение, %
0.0	0.67	81.9	0.67	81.9
5.0	0.67	81.9	0.54	85.4
50.0	0.64	82.7	0.53	85.6

Получение ванадата аммония (NH₄)VO₃
 Получение ванадата аммония из черного ванадиевого концентрата проводили следующим образом. Полученный промытый черновой концентрат растворяли при Ж:Т =15-17:1 в растворе аммиака с концентрацией 10-15 г/л, при температуре 60-70 °С в течение 2-3 ч. Полученную суспензию фильтровали. Фильтрат использовали для получения ванадата аммония.

Осадок, выход которого составлял 1-2 % от исходного черного концентрата, с содержанием 1-2 % V₂O₅ в дальнейших опытах не использовали.

Ванадат аммония получали методом высаливания. Для этого в аммиачный раствор добавляли сухой нитрат аммония из расчёта 100 г/л. После медленного перемешивания в течение 15-20 мин раствор выстаивали до выпадения из него ванадата аммония. Полученный ванадат аммония отделяли от раствора фильтрованием. Содержание V⁺⁵ в фильтрате не превышало 30 мг/л, V⁺⁴ – следы.

Получение пентаоксида (пентаоксида) ванадия (V₂O₅). Полученный осадок ванадата аммония сушили и прокачивали в фарфоровом тигле в муфельной печи при температуре 550-600°С в течение 1,5 ч.

В результате получили пентаоксид ванадия, который соответствует ТУ 48-4-429-82 марки ВнО-2.

На рис. 1 опытно-промышленная технологическая схема переработки ОВК с получением в качестве готовой продукции пентаоксида ванадия.

Выщелачивание исходных отработанных ванадиевых катализаторов (ОВК) проводится в реакторе (1) с воздушным перемешиванием при следующих условиях: температура окружающей среды 20-30 °С, исходная концентрация H₂SO₄ = 40 – 50 г/л, время выщелачивания 3 ч, Т:Ж = 1:3. Соотношение Т:Ж поддерживается путем использования оборотных растворов со стадий промывки выщелачивания ОВК и отмывки черного концентрата с добавлением технической воды (при необходимости).

Фильтрование выщелоченных осадков ОВК и промывка осадка проводится на фильтре (5) под вакуумом Р = 0,3 КПа до остаточной влаги в осадке 40-60 %. Фильтровальное полотно – полипропилен.

Промывка осуществляется при соотношении Ж:Т=3:1 и температуре окружающей среде. В качестве промывной воды используют техническую воду. Промывные растворы возвращаются на операцию выщелачивания в качестве оборотных растворов. Отмытые осадки с содержанием V₂O₅=0,5-0,65 % и влажностью 40-60 % высушиваются и утилизируются. Продуктивный раствор направляют на операцию осаждения черного концентрата ванадия.

Извлечение V₂O₅ на операциях выщелачивание-отмывка составляет 80-82 %.

Таблица 5

Результаты по фильтрации пульпы после выщелачивания ОВК

Фильтровальная ткань	Время фильтрации, ч	Производительность фильтрации, т/м ² ч	Влажность осадка, %
Полипропиленовая	0,10	57,5	50,0
Хлорвин	0,12	47,8	48,6

Таблица 6

Результаты по отмывке осадка на фильтре

Ж:Т	1:1	2:1	3:1	4:1	5:1	6:1
V ₂ O ₅ (в осадке), %	2,6	1,1	0,67	0,67	0,67	0,67

Таблица 7

Результаты по отмывке черного концентрата от серы (в виде сульфат - иона)

Ж:Т (отмывки)	0	2	4	6	8	10
Содержание S, %	6,5	4,2	1,8	1,2	0,4	0,3

Выделение черного концентрата ванадия из продуктивных растворов выщелачивания осуществляется путём обработки растворов аммиачной водой (20-25 % NH₄OH) при pH 6,0 – 6,5 и температуре 20 – 25 °С в реакторе (2) с воздушным перемешиванием в течение 3 ч с последующим фильтрованием образующейся суспензии на фильтре 6 под давлением 3,0 kgs/cm². Фильтровальные полотна – двухслойный BILTENG. Фильтрование проводят до остаточной влаги в осадке 30-40 %. В результате получают фильтрат с содержанием сульфата калия 25-30 г/л, сульфата аммония 20-25 г/л и ванадия менее 0,05 г/л. Осадок – черновой концентрат ванадия, - собирают на фильтре (6), промывают от растворимых соединений сульфатов.

Промывка черного концентрата от примесей растворимых сульфатов проводится технической водой на фильтре при температуре 20-25 °С и Ж:Т=8:1. Промывные растворы направляются на операцию выщелачивания ОВК в качестве оборотных. Черновой концентрат с содержанием V₂O₅=18 % и влажность 30-40 % направляется на дальнейшую переработку.

Получение ванадата аммония из черного ванадиевого концентрата проводят путем растворения черного концентрата при Ж:Т=15-17:1 в реакторе 3 с воздушным перемешиванием в растворе аммиака с концентрацией 15-20 г/л, при температуре 60-70 °С в течение 3 ч. Полученную суспензию фильтруют на фильтре (7). Фильтрование образующейся суспензии осуществляют на фильтре под вакуумом при 0,3 КПа. Фильтровальное

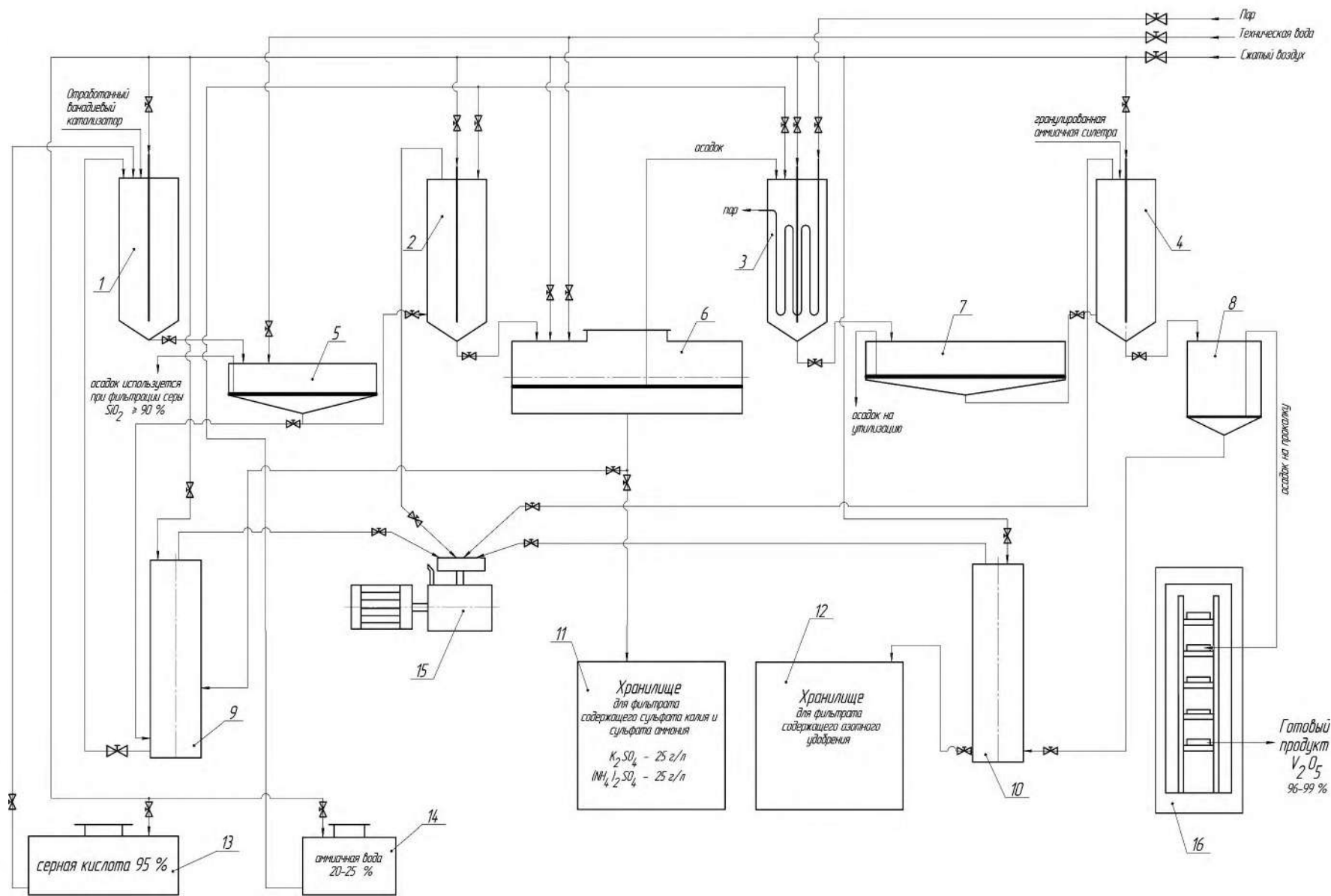


Рис. 1. Технологическая схема получения пятиоксида ванадия из отработанных ванадиевых катализаторов: 1, 2, 3 и 4 – реакторы; 5, 6, 7 и 8 – фильтры; 9 и 10 – сборники вакуумного насоса; 11 и 12 – хранилища фильтратов; 13 – ёмкость для серной кислоты; 14 – ёмкость для аммиачной воды; 15 – вакуум насос; 16 – печь для сушки и прокаливания.

полотно – двухслойный BILTENG. Фильтрацию проводят до остаточной влаги в осадке 30-50 %.

Осадок, выход которого составляет 1-2 % от исходного черного концентрата, направляют на утилизацию. Фильтрат используют для получения ванадата аммония. Для этого в реактор (4) добавляют нитрат аммония (аммиачную селитру) в виде соли из расчета 100 г/л, перемешивают суспензию в течение 5 – 7 мин и фильтруют. Фильтрацию образующейся суспензии осуществляют на фильтре 8 под вакуумом при 0,3 Кра. Фильтровальное полотно – двухслойный полипропилен.

Фильтрацию проводят до остаточной влаги в осадке 30-50 %.

Осадок на фильтре представляет собой ванадат аммония - NH_4VO_3 , который направляют на получение пентаоксида ванадия. Фильтрат, содержащий менее 3 мг/л ванадия, направляют на утилизацию.

Получение пентаоксида ванадия проводят из ванадата аммония без дополнительной отмывки. Ванадат аммония сушат при температуре 105-110 °С и прокалывают при температуре 550-600 °С в печи (16) в течение 1,5 ч. В результате получают пентаоксид ванадия с содержанием $\text{V}_2\text{O}_5 = 96,0-99,0 \%$.

Библиографический список

1. Мухленов И. П., Добкина Е. И., Дерюшкина В. И., Сороко В. Е. Технология катализаторов. — Л.: Химия. - 1989.
2. Ажихина Ю. В., Серегин А. Н., Рудин В. Н. Металлургическая технология переработки отработанных ванадиевых катализаторов сернокислотного производства // Тез. докл. VII Всерос. совещ. 16—20 сентября 1996 г., Пермская обл., г. Чусовой. — С. 46.
3. Сирина Т. П., Красненко Т. И. Технология переработки ОВК, получающихся при производстве серной кислоты // Тез. докл. VII Всерос. совещ. 16—20 сентября 1996 г., Пермская обл., г. Чусовой. — С. 78.
4. Патент SU № 1162093. МКИ В 01 F 23/92. Способ извлечения V_2O_5 из ОВК // Авторы И. В. Винаров, Р. Г. Янкевич, О. В. Владимиров, И. В. Починок. — Оpubл. 23.05.90. Бюл. № 19.
5. Винаров И. В., Владимиров О. В., Починок И. В., Янкевич Р. Г. Регенерация ценных компонентов отработанного катализатора окисления SO_2 // Комплексное использование минерального сырья. — 1992. — № 6 (168). — С. 77.
6. Киселев К. А., Велитиченко В. Л., Рыльков С. А. Разработка экономичной технологии извлечения V_2O_5 из отработанных ванадиевых катализаторов // Тез. докл. VII Всерос. совещ. 16—20 сентября 1996 г., Пермская обл., г. Чусовой. — С. 69.
7. Безруков И. Я., Кляйн С. Э., Набойченко С. С. Проблемы и способы переработки отработанных ванадиевых катализаторов сернокислотного производства // Горный журнал. — 1997. - №11-12.
8. Терлихабаева А. Ж., Фильцев Ю. Н., Козлов В. А. и др. Комплексная утилизация отработанных ванадиевых катализаторов сернокислотного производства // Комплексное использование минерального сырья. — 1994. — № 3 (183). — С. 87.
9. Разыков З.А. Гусаков Э.Г., Юносов М.М., Бакулина Г.К., Епанешников Ю.А. Промышленное освоение выпуска пентаоксида ванадия из отработанного ванадиевого катализатора на базе уранового производства // Цветные металлы. — 2004. — №1. — С. 40-42.
10. Патент РУз № IAP 02704 МКИ В 01 F 23/92 от 16.07. 1998 года. Способ переработки ОВК // Авторы В.Н. Сигедин, Р.Н. Хадиев и др.
11. Касикова Н.И., Касиков А.Г., Маслова М.В. О возможности совместной утилизации ОВК и отходящих сернистых газов // Цветные металлы. — 1999. — №8. — С.37-39.

УДК 669.292.3

© Петухов О.Ф., Шмакина М.Г., Очилова И.Д., Коваленко В.И. 2017 г.

ИССЛЕДОВАНИЯ СОРБЦИИ ВАНАДИЯ ИЗ СУЛЬФАТНЫХ РАСТВОРОВ

Петухов О.Ф., начальник геотехнологической лаборатории по урану ЦНИЛ НГМК, канд. техн. наук; Шмакина М.Г., зам. начальника ЦНИЛ НГМК; Очилова И.Д., инженер-технолог ЦНИЛ НГМК; Коваленко В.И., инженер I кат. аналитической лаборатории ЦНИЛ НГМК.

Ishda turli ion almashuvchi smolalardan foydalangan holda murakkab sulfatlar eritmalaridan iborat vanadiy sorsiyasi o'rganildi. Vanadiy (+4) va vanadiy (+5) konsentratsiyasi titrimetrik metod bilan aniqlandi. Tajribalarda modelli eritmalaridan foydalanildi. Temir (+3) va alyuminiy (+3) ionlari asosiy kation aralashmalari sifatida mavjud bo'lgan kislotali sulfat eritmalaridan iborat vanadiy sorbsiyasi o'rganilgan. Vanadiy bilan birgan amfolit temirni ham samarali sorbsiya qilinishi belgilandi.

Tayanch iboralar: murakkab sulfatli eritmalar, ion almashuvchi smola, model eritma, vanadiy sorbsiyasi, sulfat eritmalar, temir sorbsiyasi, temir va alyuminiy aralashmalari, kam kislotali muhit, perikis vodorodning oksidlangan eritmasi, amfolit, kationit va anionit.

This work studies the sorption of vanadium from complex sulphate solutions using a variety of ion exchange resins. The concentration of vanadium (+4) and vanadium (+5) is determined titrimetrically. The studies used a model solution. Sorption of vanadium from acidic sulphate solutions containing as basal cation impurity ions of iron (3) and aluminum (+3) was examined. It was established that iron effectively absorbs with vanadium ampholyte.

Key words: complex sulphate solutions, ion exchange resin, model solution, vanadium sorption, sulphate solutions, iron sorption, aluminum and iron impurities, weak acid medium, oxidation of solution with hydrogen peroxide, ampholyte, cationite and anionite.

Ванадий широко применяется в черной металлургии как легирующая добавка в стали, в катализаторах для производства серной кислоты и других областях промышленности. Несмотря на высокое содержание в земной коре ванадий практически не образует собственных промышленно значимых месторождений, обычно его извлекают попутно в процессе переработки некоторых видов минерального сырья или из отходов производства. Однако имеется лишь ограниченное число публикаций об особенностях сорбции ванадия из растворов сложного состава.

Выделение ванадия из растворов осуществляют главным образом методом осаждения [1]. Этот метод предполагает относительно высокие исходные концентрации ванадия в растворах (более 1 г/л, преимущественно 5-30 г/л). При концентрации ванадия на уровне десятков и сотен мг/л осадительные методы становятся технологически и экономически неприемлемыми.

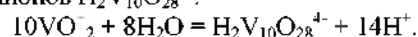
Сорбция ванадия с применением ионообменных смол позволяет извлекать ванадий из растворов практически с любыми исходными концентрациями. Для извлечения ванадия из многокомпонент-

ных растворов, в которые он переходит при гидрометаллургической переработке рудного и вторичного сырья, также рационально использовать метод ионообменной сорбции.

Эффективное использование того или иного вида ионообменной смолы зависит от многих факторов, в том числе и от формы нахождения ванадия в растворе. Для ванадия характерно большое разнообразие форм его нахождения в растворах, которое зависит от pH, концентрации металла и лигандов, температуры, Eh и других факторов [2]. Например, в кислых растворах с pH=0-3 ванадий образует ванадил-катион VO_2^+ , а в сильноокислой среде катион VO_3^+ . При повышении pH более 3 в растворе характерно присутствие анионных форм ванадия: ванадат-ионов VO_3^- , а также анионов типа HVO_4^{2-} , $V_2O_4^{7-}$, $V_3O_{12}^{4-}$ и др.

На рис. 1 представлена номограмма для определения некоторых форм нахождения ванадия в растворах в зависимости от pH.

Учитывая, что для выщелачивания ванадия используется главным образом доступная и относительно дешёвая серная кислота, интерес представляют сведения о формах нахождения ванадия в сульфатных растворах. В работе [3] показано, что в сульфатных растворах при концентрации ванадия менее 50 мг/л и pH 2-3, ванадий находится в катионной форме в виде ванадила VO_2^+ , и образует малоустойчивые анионные комплексы с сульфат-ионами $VO_2SO_4^-$. При повышении концентрации ванадия в растворе и повышении pH раствора протекает обратимая реакция полимеризации катиона ванадила VO_2^+ с образованием достаточно устойчивых декаванадат-анионов $H_2V_{10}O_{28}^{4-}$:



Наличие в растворе сульфат-ионов приводит к снижению концентрации $H_2V_{10}O_{28}^{4-}$ -анионов из-за образования сульфатных комплексов с катионами VO_2^+ .

Что же касается исследований по использованию различных марок ионообменных смол для сорбции ванадия, то здесь в основном внимание уделялось анионитам и амфолитам (табл. 1).

В работе [8] показано, что катиониты, кроме фосфорнокислого катионита D5041, ванадий из сульфатных растворов практически не сорбируют.

В настоящей работе изучена сорбция ванадия из сложных сульфатных растворов с использованием различных ионообменных смол. Концентрацию

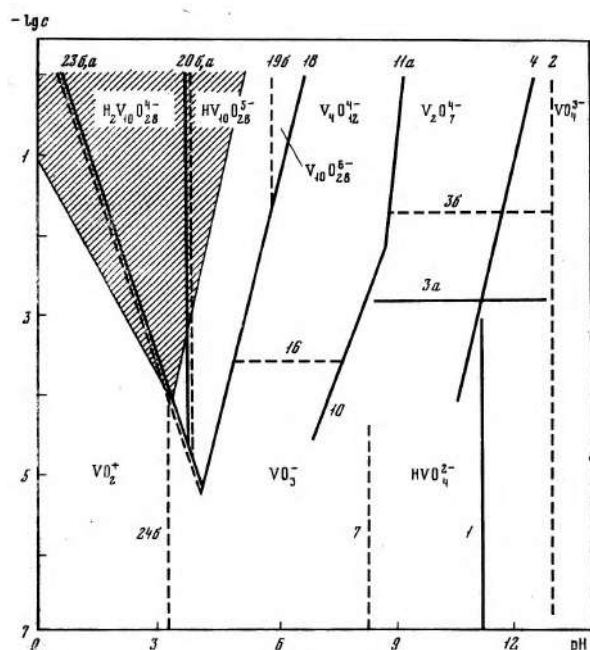


Рис. 1. Номограмма для определения некоторых форм нахождения ванадия в растворах в зависимости от pH в среде $NaClO_4$ [2].

ванадия (+4) и ванадия (+5) определяли титриметрическим методом [10]. В исследованиях использовали модельный раствор, состав которого представлен в табл. 2.

Сорбцию проводили в статическом режиме: перемешивание осуществляли в пачуках при объёмном соотношении смола: раствор, $V_{см}:V_p = 1:2000$, температуре 25°C, времени перемешивания $\tau = 24$ h.

Результаты по сорбции ванадия представлены в табл. 3.

Как видно из результатов табл. 3, из раствора с pH 1.8, в котором ванадий представлен в четырёхвалентном состоянии в виде ванадил-катиона VO^{2+}_2 , сорбции ванадия с применением анионитов не происходит. При этих условиях ванадий сорбируют амфолит и катионит. Насыщение амфолита ВПК по ванадию составило 8,7 mg/g,

а по основной катионной примеси $Fe^{3+} - 57.2$ mg/g. При этих условиях сорбция ванадия также возможна с использованием катионитов – для карбоксильного катионита КУ2x8 насыщение по ванадию

составило 4,7 mg/g, а по железу 42,2 mg/g.

Для сложных сульфатных растворов, содержащих примеси железа и алюминия, перевод ванадия (+4) в ванадий (+5) путём повышения pH до pH 3-5 невозможен, вследствие того, что из раствора начнут выпадать осадки гидроокисей. Поэтому, для перевода ванадия из катионной в анионную форму было использовано свойство ванадия образовывать в слабокислой среде дипероксованадат - анионы типа $[VO_3(O_2)]^{2-}$ и $[VO_2(O_2)_2]^{3-}$ [2]. Для этого исходный ванадий содержащий раствор (табл. 2) был обработан перекисью водорода. Для опытов был использован концентрированный раствор перекиси водорода с концентрацией H_2O_2 30 % (удельный вес 1,112 kg/dm³). Окисление раствора перекисью водорода проводили в реакторе с мешалкой при температуре 25°C и времени перемешивания 10 min. При добавлении перекиси водорода ванадий-содержащий раствор изменил окраску из слабо-зелёного до жёлто-коричневого. Результаты по окислению ванадия перекисью водорода приведены в табл. 4.

Как видно из результатов табл. 4, при добавлении в раствор 1ml/l перекиси водорода (массовое

Таблица 1

Аниониты и амфолиты для сорбции ванадия

Марка	Тип	Оптимальный, pH	Насыщение по V, mg/g	Литература
ВП-1п, ВП-3п, ВП15П, ВП15Ап	Аниониты на основе винилпиридина	pH 1.0	800	[4, 9]
АМЭ-1	Слабосионой анионит, макропористый	pH 2 pH4	117 148	[5, с.12]
АД-1	Слабосионой анионит, макропористый	pH 2 pH4	182 161	[5, с.13]
АТ-1	Сильноосионой анионит, макропористый	pH 2 pH4	192 176	[5, с.29]
ВПК, АНКБ-2	Амфолиты			[5, с.41]
АФИ -22	Амфолит макропористый			[6]
Ambersep 920	Анионит	pH 1,8-2,0		[7]
A-500	Сильноосионой анионит	pH 3 -5		[8]
A - 111	Слабосионой анионит	pH 3 -5		[8]

Таблица 2

Состав модельного ванадийсодержащего раствора

Компонент	V ⁴⁺	V ⁵⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	SO ²⁻ ₄	Cl ⁻	ОВП, mV	pH
Концентрация, mg/l	72.8	<5.0	125	650	n/g	45800	1500	508	1.8

Таблица 3

Результаты по сорбции ванадия различными смолами

Смола	Емкость смолы, mg/g	
	V	Fe
Амфолит ВПК	8.7	57.2
Сильноосионой анионит BD 706	0.1	0.4
Среднеосионой анионит D-301G	0.1	0.2
Карбоксильный катионит Токем (КУ2x8)	4.7	42.2

соотношение $V:H_2O_2 \approx 1:4,6$ ванадий (+4) полностью окислился до ванадия (+5). Из окисленного перекисью водорода раствора проводили сорбцию ванадия в статическом режиме: перемешивание осуществляли в пачуках при объёмном соотношении $V_{см}:V_p = 1:2000$, температуре 25°C, времени перемешивания $\tau = 24$ h. Результаты по сорбции ванадия представлены в табл. 5.

Как видно из результатов табл. 5, после окисления раствора перекисью водорода, сорбция ванадия анионитами протекает достаточно успешно.

Таблица 4

Окисление ванадийсодержащего раствора с помощью H₂O₂ (30%)

Добавлено H ₂ O ₂ , ml/l	ОВП, mV	V ⁴⁺ , mg/dm ³	V ⁵⁺ , mg/dm ³	Примечание
0.0	508	72.8	0.0	pH = 1.8 [Fe ⁺³] = 0.65 g/dm ³ ; [Fe ⁺²] = 0.0 g/dm ³
0.1	625	67.8	5.0	
0.2	661	51.7	21.1	
0.4	680	27.5	45.3	
0.6	654	14.3	58.5	
0.8	637	4.3	68.5	
1.0	630	0.0	72.8	
1.2	630	0.0	72.8	

Таблица 5

Результаты по сорбции ванадия из раствора, окисленного перекисью водорода

Смола	Емкость смолы, mg/g	
	V	Fe
Амфолит ВПК	18.3	57.2
Сильноосновной анионит BD 706	12.5	0.4
Среднеосновной анионит D-301G	6.8	0.2
Слабоосновной анионит А-110	13.2	0.2
Слабоосновной анионит А-110FL	15.2	0.2
Карбоксильный катионит Токем (КУ2х8)	0.1	42.2

Из выбранных анионитов наилучшие показатели по насыщению ванадием обеспечивает применение слабоосновных анионитов А-110 и А-110FL (фирма Purolite). Амфолит ВПК сорбирует ванадий с насыщением даже выше, чем аниониты, но он также эффективно сорбирует железо. Катионит Токем ванадий не сорбирует.

В результате проделанных работ сделаны следующие выводы.

Изучена сорбция ванадия из кислых сульфатных растворов, содержащих в качестве основных катионных примесей ионы железа (+3) и алюминия (+3). В качестве ионообменных смол использовали амфолит, катионит и аниониты.

Установлено, что наилучшие показатели по насыщению обеспечивает амфолит ВПК, который сорбирует ванадий, находящийся как в четырёх-, так и в пятивалентном состоянии. Однако наряду с ванадием амфолит эффективно сорбирует и железо.

Показано, что для эффективной сорбции ванадия анионитами из кислых сульфатных растворов (pH=1,8), необходимо проводить предварительное окисление растворов перекисью водорода при массовом отношении V:H₂O₂ ≈ 1:4,6. Железо при этом практически не сорбируется.

Библиографический список

1. Киндяков П.С., Коршунов Б.Г., Фёдоров П.И., Кисляков И.П. Химия и технология редких и рассеянных элементов. - М.: Высшая школа. - 1978. - С. 26-28.
2. Музгин В.Н., Хамзина Л.Б., Золотаевин В.Л., Безруков И.Я. Аналитическая химия ванадия. - М.: Наука. - 1981. - С. 10-29.
3. Ивакин А.А., Воронова Э.М. Формы нахождения ванадия в сульфатных растворах // Журнал неорганической химии. - 1973. - Т.28. - №7. - С. 1809.
4. Ласкорин Б.Н., Фёдорова Л.А., Рябова Е.К. Исследования механизма сорбции ванадия (V) пористыми винилпиридиновыми ионитами методом ИК – спектроскопии // Журнал неорганической химии. - 1973. - Т.43. - №4. - С.720-725.
5. Жукова Н.Г., Водолазов Л.И. и др. Ионообменные материалы для процессов гидрометаллургии, очистки сточных вод и водоподготовки. Справочник. - М.: ВНИИХТ. - 1983.
6. Ласкорин Б.Н. Современное состояние и перспективы развития гидрометаллургических процессов. В книге Гидрометаллургия. - М.: Наука. - 1976. - С. 7-19.
7. Денисенко А.П., Пеганов В.А. и др. Способ комплексной переработки руд. - Патент РФ № 2477327. 2011.
8. Москалюк Е.В. Сорбция ванадия (V) из сульфатных растворов на ионитах с различными функциональными группами. - Санкт – Петербург: Материалы научной конференции СГПТИ. - 2014. - С.113.
9. Маурина А.Г., Зонтов Н.В. Способ извлечения ванадия из растворов и пульп сорбцией. - Патент SU № 833277. 1979.
10. МВИ массовой концентрации ванадия в технологических растворах титриметрическим методом // Сборник МВИ №Ц -01.16-12:2012 – Навои: НГМК. – 2012.

ИЗГИБНАЯ ЖЕСТКОСТЬ И НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БАЗАЛЬТОВОЛОКНИСТОГО ФИЛЬТРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА

Курбанов А.А., доц. кафедры «Металлургия» НГГИ, докт. техн. наук; Сатторов Л.Х., магистрант «Химико-металлургического» факультета НГГИ; Туробов Ш.Н., магистрант «Химико-металлургического» факультета НГГИ.

O'zbekistonda keyingi yillarda mahalliy mineral xom-ashyolardan tayyorlangan, yangi, arzon, raqobatbardosh sanoat mahsulotlariga bo'lgan talab oshib bormoqda. Bu o'z navbatida kon-metallurgiya va xom-ashyolarni qayta ishlovchi sohalarni rivojlanishiga bevosita bog'liq. Bunday sharoitda sanab o'tilgan masalalarni hal qilish dolzarb vazifalardan hisoblanadi va bazaltli tolalarning har xil kuchlar ta'sirida ishlashini tadqiq qilib, bazal't tolasidan foydalanish samaradorligini oshirishga erishish hamda ekologik toza, sifatli va ko'p yil xizmat qiluvchi mahsulotlarni ishlab chiqaradigan sanoat korxonasini tashkil qilishga olib keladi.

Tayanch iboralar: *filtr, material, salqilik, aerazol, quruq qoldiq, basalt materiali, filtrlovchi to'siq, tog' jinslari, egilish sirti, qattqlik darajasi, elastic deformatsiya, qatlamlar, qoldiq massasi, og'brlik kuchi, plastic deformatsiya, ishqalanish koeffisienti, qoldiq deformatsiya, aeropol, egilish kattaligi, kuch ta'siri.*

In recent years, is growing demand of Uzbekistan in new, cheap, competitive products from local raw materials, which is directly connected with the expansion and development opportunities of the mining and metallurgical and processing industries. In such conditions, the solution of the above problems is a very urgent problem and requires a comprehensive research of power parameters of basalt fiber, aimed at further improving the efficiency of local basalt raw materials and the manufacture of new, long-lasting, high-quality and ecologically clean products.

Key words: *filter, material, hardness, spray, dry residue, basalt material, filter baffle plate, rocks, bending surface, hardness, degree of bending, bundle, weight of the residue, force of gravity, plastic deformation, coefficient of friction, residual deformation, aerosols, bending size, effect of force.*

Опыт показал, что в процессе фильтрации решающее значение имеет учет взаимодействия фильтрующего материала с газовой и жидкой средой. Особенно представляет практический интерес деформированное состояние материала фильтра, его изгиб, которые возникают под влиянием силового воздействия потока газа или жидкости с перегородкой. Это играет немаловажную роль на качественное выполнение процесса фильтрации.

Качество фильтрации в производственных условиях и экономия воды являются весьма актуальными и востребованными задачами, решение которых позволяет создать новые технологии и фильтрующие материалы. В данной статье для решение подобных задач предлагаются базальтовые фильтры, которые могут быть применены для обезвоживания золотосодержащей пульпы, с последующим использованием сточной воды в обороте водоснабжения. В этом плане большую научную ценность представляет разработка методики по расчету параметров фильтров, таких как: жесткость, прочность, деформация, изгиб и т.д., от которых зависит качественное изготовления фильтров.

Исследование параметров изгибной жесткости фильтра полученного из базальтовых волокон Узбекистана при фильтрации жидкости. Анализ инфор-

мации технических литературных источников и данные, полученные по линии Интернет, показывают, что при расчетах фильтрации газа и жидкостей, влияния на процесс следующих параметров таких как: эластическая и пластическая деформация, изгибная жесткость и сопротивление на изгиб базальтовых волокон, взаимодействие материалов фильтра со средой, и на силовые параметры, уделялось мало внимания. Расчеты в основном велись по определению объема жидкости, массы фильтрата, скорости и производительности фильтрации, массы аэрозоли, геометрические параметры и технологические параметры очистительных сооружений.

Одной из преимущественных особенностей базальтового фильтра (изготовленные из базальтов Узбекистана) является его пригодность для фильтрации газов от пыли и дегенерации жидкой фазы от твердой [2], а также продления срока службы данного материала. Высокая результативность применения в качестве фильтрующего материала базальтоволокнистого материала доказала, что базальтовое волокно имеет хорошие перспективы. Особенно характерны положительные технологические показатели таких материалов, которые намного превосходят материалы действующих фильтров, использующихся для фильтрации, например золотосодержащей пульпы. Последние показатели дают хорошие рекомендации для использования

данного фильтрующего материала для фильтрации неомогенных сред.

В целом, проанализировав полученные данные в лабораторных условиях в процессе фильтрации золотосодержащей пульпы на действующем фильтре «Традиционный фильтрующий материал» и сопоставления показателей с технологическими возможностями базальтового фильтра, выявлена целесообразность применения последнего для фильтрации неомогенных сред. В процессе исследования работоспособности базальтового фильтрующего материала экспериментально доказано приоритетное применение рекомендуемого фильтрующего перегорodka, обладающего следующими свойствами:

- не содержит на лицевой поверхности шламов и других вредных примесей;
- хорошо задерживает твердые частицы суспензии;
- имеет достаточное гидравлическое сопротивление потоку фильтрата;
- легко отделяется от осадка суспензии;
- устойчив к химическим воздействиям разделяемых веществ;
- не набухает при соприкосновении с жидкой фазой суспензии и промывной жидкостью;
- имеет достаточную механическую прочность;
- теплоустоек при температуре фильтрации.

В результате достигнута возможность по расширению области использования местных базальтовых сырьевых ресурсов Узбекистана. Это позволит сократить технологические затраты по производству базальтовой продукции, получить экологически чистые продукции и валютные средства.

В статье, опубликованной в ранних номерах данного журнала [1] были изложены результаты экспериментального исследования фильтрации газов от пыли. Приводятся факты о возможности использования базальтового фильтра для фильтрации газов от пыли литейных цехов металлургических заводов. В данной статье рассматриваются результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению возможности использования в гидрометаллургическом производстве базальтовых фильтров полученных из базальтов Узбекистана. Анализ показал, что фильтры, изготовленные из базальтов Узбекистана превосходно конкурируют с традиционными импортными фильтрующими материалами в

процессе дегенерации жидкой фазы от твердой. При этом, базальтовые фильтры дольше сохраняют свою работоспособность. В данном случае, важную роль непосредственно играли такие параметры материалов фильтра как: прочность, устойчивость и изгибная жесткость.

В ранее опубликованных работах авторов [2], было отмечено, что величина изгиба базальтового фильтра как и всех других фильтрующих материалов, зависит от силы давления газа или жидкости потока на фильтр. Рекомендуется взять в учет для расчета силовых параметров поправочный коэффициент, величина которого зависит от геометрических параметров материала фильтра. Таким образом, изменяя величину давления, можно рассчитать показатели изгибов базальтового фильтра и сопоставили с данными, полученными в процессе проведенных экспериментов.

Опыт показывает, что влияние силовых параметров, связанных с процессом фильтрации, является одним из важнейших показателей, которые определяют работоспособность в различных производственных условиях, долговечность и качество работы фильтров. В данном случае практический интерес представляет изучение вопроса взаимодействия фильтра и осадков в момент очистки газов и жидкостей от примесей.

Исследованием установлено, что базальтовый фильтрующий материал как любой другой фильтр в момент фильтрации приобретает выпуклую или вогнутую форму. Если длина объекта будет иметь значительную величину, то выпуклостей и вогнутостей будет несколько. При этом изгибная жесткость (далее ИЖ) объекта состоит из суммы ИЖ выпуклых и вогнутых частей объекта. В момент исследования состояния базальт волокнистого фильтра в статике и динамике рассматривался вопрос о поведении кристаллического базальтового волокна в процессе работы и покоя. Поэтому нами рассматривалась формула для расчета базальтового фильтра без учета изгиба его волокон [3-7].

Базальтовые фильтрующие материалы, в зависимости от назначения, могут иметь круглую или 4-х угольную форму. В рабочей зоне фильтры могут находиться в поджатом или в защемленном по краям состоянии. В нашем случае базальтовый фильтр защемлен по краям, т.е. по периметру, тем самым, будет обеспечиваться неподвижность фильтра по периметру.

Такое явление можно объяснить тем, что в процессе возникающего давления со стороны жидкой или газовой фазы, за счет сосредоточенной силы на серединной поверхности фильтрующего материала, последний принимает цилиндрическую форму. Такая

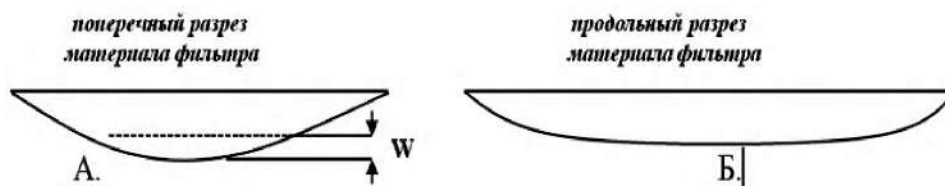


Рис. 1. Условная форма фильтра в продольном и поперечном разрезах.

примерная условная форма показана на рис. 1 А и Б (в данном случае рассматривается фильтр имеющий четырех угольную форму).

На рис. 2. показаны изгибающие моменты на заземленных местах базальтового фильтра. При этом крутящие моменты в сечениях, параллельных координатным осям исследуемого фильтра, не возникают и $M_{xy} = 0$.

Установлено, что в случае цилиндрического изгиба, механического напряжения, деформация и прогиб «W» будут зависеть только от одной координаты «X» [8-9]. Применяв известную методику для нашего случая, из показанного объекта исследования выделим полоску шириной 1 см и рассмотрим изгиб этой полоски (далее балку) с теми граничными условиями, которые имеют место на всех сторонах базальтового фильтра. Для таких случаев в теории применяем уравнение С. Жармен-Лагранжа, предназначенное для расчета изгиба балки.

Сравнивая известные уравнения изгиба балки $EI \frac{d^2 w}{dx^2} = M$ и $EI \frac{d^4 w}{dx^4} = q$ с уравнением для расчета изгиба балки отметим, что в нашем случае базальтовая балка шириной 1 см, соответствует изгибной жесткости EI цилиндрической формы тела,

$$D = \frac{Eh^3}{12(1 - \mu^2)}$$

Следует отметить, что в среднем сечении базальтоволоконного фильтра, напряжений и изгибающих моментов в два раза меньше, чем в заделке, так как максимальные изгибающие моменты и изгибные напряжения будут возникать в концевых сечениях. Максимальный прогиб пластины в середине пролета, будет соответствовать результатам, известным из курса сопротивления материалов.

Используя метод И.Г. Бубнова, предложенный в 1902 г. и расчетную формулу, введем поправочный коэффициент, зависящий от отношения условно взятой ширины фильтра на длину, которые ранее не учитывались

$$w = \Theta \frac{qa^4}{16u^4 D} \left[\frac{ch(1 - 2x/a)}{chu} - 1 \right] + \frac{qa^2 x}{8u^2 D} (a - x).$$

где Θ - поправочный коэффициент.

Анализ показал, что при значительной величине поперечного давления «q» (из курса сопротивления материалов), напряжение в базальтоволоконном фильтре, с неподвижными, заземленными кромками по периметру, окажется значительно меньше. Максимальный прогиб в середине фильтра, также будет незначительным, так как механическое напряженное состояние фильтра зависит от давления потока, которое можно регулировать и тем самым легко найти расчетным путем. С учетом изложенного, можно найти расчетную величину чистого изгиба материала базальтоволоконного фильтра.

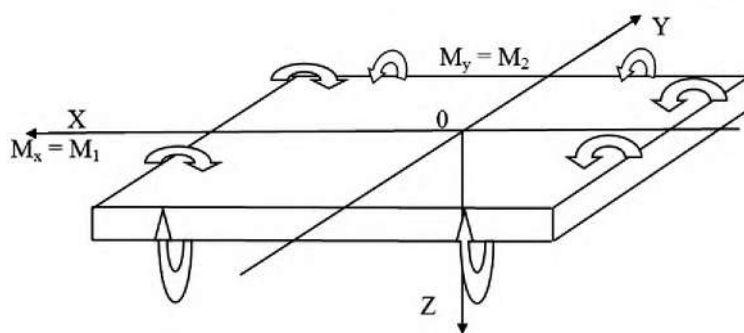


Рис. 2. Изгибающие моменты на заземленных местах базальтового фильтра.

Чистый изгиб фильтра в данном случае является изгибом, при котором касательное напряжение в сечениях материала равно нулю, а поперечное сечение поворачивается, оставаясь плоским и нормальным к деформированной оси.

Таким образом, зная величину давления воздуха или жидкости, подаваемых через трубопровод, можно произвести расчет нужных нам силовых параметров. В данном случае для расчета чистого изгиба базальтоволоконного фильтра используются постоянные моменты M_1 и M_2 .

$$w = -\frac{1}{2D(1 - \mu^2)} \Theta \left[(M_1 - \mu M_2)x^2 + (M_2 - \mu M_1)y^2 \right]$$

Последние уравнения позволили разработать алгоритм компьютерной программы для расчета параметров механического напряженного состояния базальтоволоконного фильтра [10].

В целом, создаются условия для выявления геометрических параметров базальтового фильтра, изгибающих моментов, с помощью которых возможно рассчитать прогиб фильтра. Зная давление газа или жидкой среды, можно регулировать давление с помощью измерительных приборов. Такой расчет позволяет определить чистый изгиб фильтрующего материала, находящегося под определенным усилием, от которого зависит конструкция будущего фильтра и его назначение.

Напряженное состояние базальтового фильтра. В любом случае процесс фильтрации газа или жидкости осуществляется при силовом взаимодействии очищаемого объекта посредством фильтрации. В зависимости от разнородности фильтров эти силы по-разному могут воздействовать на поверхность фильтрующего объекта. Эти силы являются одним из факторов, определяющих работоспособность и долговечность фильтрующих материалов. В данном случае таким материалом является базальтовое волокно [1-6].

В технических источниках не была обнаружена информация о деформированном состоянии базальтовых фильтрующих материалов, находящихся под воздействием потоков газа или жидкости. Поскольку поведение фильтрующего материала является

одним из факторов, влияющих на качество фильтрации, то считали необходимым изучение состояния базальтового фильтра. Поэтому были использованы известные законы физики и механики, а также введены поправочные коэффициенты, которые ранее в других источниках не были использованы.

Следует учесть, что степень влияния действующих сил, в первую очередь, будет зависеть от ламинарности или турбулентности потока газа или жидкости (в дальнейшем потока), проходящего через фильтрующий объект. При ламинарном потоке поверхностное силовое взаимодействие происходит по всей лицевой поверхности фильтра. Когда поток обеспечивает турбулентность течения, то силовое взаимодействие происходит посередине поверхности фильтра. Тогда процесс силового воздействия на поверхность фильтра можно рассматривать, как объект, воспринимающий волновой удар. Однако такого волнового удара со стороны потока на фильтр не будет, так как с момента поступления потока в магистраль и далее на фильтр величина оказываемого давления будет постепенно расти до ее максимального значения, установленного прибором или потребителем и носить временный характер.

Базальтовый фильтр - это совокупность определенного тела, образовавшегося в результате многослойного поджатия запрессованных, многочисленных базальтовых волокон. Базальтовый фильтр может иметь разную жесткость и толщину в зависимости от величины поджатия-запрессовки. В таком случае если базальтовый фильтр окажется под давлением потока, то сила последнего будет распределена по всей поверхности тела. Эту силу принято называть равномерно распределенной силой. В данном случае влияние потока на поверхность фильтра можно считать объемным, поскольку сила не приложена на конкретную точку.

Кроме того, влияние нагрузки потока на фильтр не является мгновенным, а плавно возрастающим от нуля до своего конечного значения. Поскольку при этом влияние нагрузки остается неизменным, то ее можно представлять как статическую. Окончательно примем, что на фильтр будет действовать давление ламинарного потока. Как уже было отмечено, сила воздействия потока на фильтр не является мгновенной, а плавно возрастающей и равномерно распределенной по всей поверхности.

Очевидно, давление потока можно регулировать с помощью технических средств. Под влиянием потока фильтр испытывает воздействие силы давления, что является причиной появления деформации тела в целом. В результате деформации тела фильтрующего материала возникает внутреннее напряжение, которое старается растягивать фильтр вниз. В нашем случае фильтр будет испытывать одноосный изгиб и сжатие, так как направление потока происходит по линейному закону, исходя из работы объекта фильтрации.

Сила давления потока является поверхностной, где точки контакта газа или жидкости находятся на лицевой стороне фильтра. Подобное распределение силы давления потока по всей поверхности тела можно встретить на практике, например, при возникновении давления пара внутри цилиндра турбинных машин, при возникновении давления газа или жидкости на внутренней поверхности трубопровода, при возникновении давления двигателей внутреннего сгорания, при возникновении давления в неомогенных средах в процессе фильтрации пульпы и т.д.

Учитывая кристаллическую структуру базальтового волокна, можем отметить, что базальтовый фильтр осуществляет незначительную упругую деформацию и полную пластическую деформацию, так как базальтовое волокно под давлением потока не растягивается. Будет иметь незначительную деформацию и после ослабления давления потока незначительную восстановленную форму фильтра, которую можно не учитывать.

Одной из гипотез, на которых базируется данная теория, является «гипотеза упругости объемной деформации» [8-10]. Согласно этому, объемная деформация прямо пропорциональна среднему, нормальному напряжению тела в целом. Для анализа такого механического напряженного состояния используют коэффициент пропорциональности «К», который связывает объемную деформацию «Δ» со средним напряжением σ_0 .

$$\Delta = \frac{\sigma_0}{K}; \quad K = \frac{E}{3(1-2\mu)}; \quad \mu = \frac{1}{\varphi} + 1,3,$$

где, E- модуль упругости материала фильтра.

Для таких случаев использовали формулы, связывающие изгибающие и крутящие моменты M_x , M_y и M_{xy} , приходящиеся на единицу ширины фильтра, усилия « N_x , N_y и Δt », приходящихся на единицу ширины фильтра, а также параметры m , Λ и T .

$$N_x = \frac{Eh}{1-\mu^2} (\varepsilon_x^0 + \mu\varepsilon_y^0) + m + \Lambda T;$$

$$N_y = \frac{Eh}{1-\mu^2} (\varepsilon_y^0 + \mu\varepsilon_x^0) + m + \Lambda T;$$

$$T = \frac{Eh}{1-\mu^2} \frac{1-\mu}{2} \gamma_{xy}^0 + m + \Lambda T;$$

$$M_x = D(\eta_x + \mu\eta_y) = -D\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right),$$

$$M_y = D(\eta_y + \mu\eta_x) = -D\left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right),$$

$$M_{xy} = D(1-\mu)\chi = -D(1-\mu) \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y},$$

где D - величина погонной изгибной жесткости ба-

зальтового фильтра: m - масса примесей, оставшихся на фильтре; Y - поправочный коэффициент, учитывающий отношение ширины и длины базальтоволокнистого фильтра; Λ - притягивающая сила тяжести фильтра вниз; T - коэффициент трения потока о поверхности базальта. Данный параметр известен под названием «цилиндрическая жесткость», с учетом образования цилиндр образной формы [8-9].

В ходе исследования было обнаружено, что в процессе фильтрации газов и жидкостей практически отсутствует растяжение кристаллических волокон. Это вполне соответствует свойственным показателем базальтов. Замечено, что вогнутость базальтового фильтрующего материала будет происходить за счет перемещения волокон базальта относительно друг друга. Величина вогнутости, которая может привести к разрыву материала фильтра, зависит от силы давления оказываемого со стороны газа или жидкости на фильтрующий материал. Очень характерен показатель изгибной жесткости, величина которого меняется в зависимости от давления потока газа или жидкости. Данный показатель определяет величину напряжения фильтрующего материала, которая является функцией времени и позволяет предотвратить перегрузку фильтра и его разрыв.

На основе полученных результатов теоретического исследования изгибной жесткости и других силовых расчетных параметров представляющие технические характеристики базальтового фильтрующего материала созданы базы данных, которые представлены в табл. 1.

Опытные образцы базальтового фильтра для их производственного испытания представлены в табл. 1. На всех образцах базальтовых фильтров геометрические параметры (на экспериментальных исследованиях использовались сточные водные средства) оставались без изменений.

Результаты, проведенных экспериментальных исследований показали, что на втором и на третьем образцах, базальтовый фильтр по времени фильтрации способностью очищения сточных вод, по показаниям массы сухого остатка превосходит традиционный фильтрующий материал, что доказывает работоспособность базальтового, фильтрующего средства для очищения сточных вод. Данное заключение укреплено результатами химического анализа фильтрованной воды. Результаты приведены в табл. 2.

Полученный 0,813 г/л результат показал заметную дегенерацию сточных вод от твердых частиц и примесей. В целом, если до фильтрации содержание взвешенных веществ было 16,135 г/л, то после очистки осталась 0,027 г/л и общая минерализация составила 1,630 г/л.

Таблица 1
Техническая характеристика базальтового фильтра

Название показателей	Показатели образцов базальтового фильтра				Объем воды, пропущенный через фильтр, ml
	I	II	III	IV	
Размеры базальтового фильтра до и после за-прессовки:					
-толщина, mm	10*	10	10	10	
-диаметр, mm	120	120	120	120	
-площадь попереч. сеч., mm ²	130	13	113	113	
Влажность базальтоволокнистого материала до фильтрации, %	13	13	13	13	-
Масса образцов, до намачивания и после запрессовки и сушки, g:					
-до:	9,3	9,3	9,3	9,3	
-после:	12	24	17	15	
Силы давления потока жидкости, на фильтр, kg/sm ²	0,3	0,6	0,9	1,2	-
Величина фактического прогиба базальтового фильтра, mm	1,5	3,3	5,3	5,4	-

Примечание. * Ф:эн = 1:2,74. Класс - 0,074, 90 %. Лаборатория технологии и геотехнологии Центрально научно-исследовательской лаборатории Государственного Предприятия Навоийского горно-металлургического комбината. ** Химический анализ фильтрованной воды проводился, согласно «РД (руководящего документа) 118.3897485.6-92».

Таким образом, доказана пригодность базальтового фильтрующего материала для очистки сточных вод в промышленных условиях. На основании табличных данных построен график зависимостей величины изгиба базальтового фильтра от силы давления жидкости, который показан на рис. 3.

Сопоставление полученных теоретических и экспериментальных данных показали, что величина изгиба фильтра зависит от массы осадка, силы давления потока и степени набивки, где последний определяет показатель прессования материала фильтра. Поскольку базальтовое волокно практически не впитывает жидкость, то масса самого фильтра остается без изменения.

На основании выполненных математических расчетов создана возможность проанализировать параметры исходного базальтового фильтра и его деформированного состояния. Для упрочнения про-

Таблица 2
Результаты химического анализа сточных вод, после фильтрации через базальтовый фильтр

Название исследуемого объекта	Взвешенные вещества, g/l	Общая минерализация (сухой остаток), g
Сточная вода до очистки	16,135	2,443 g
Сточная вода после очистки	0,0275g/l	1,630 g
Итого		0,813 g

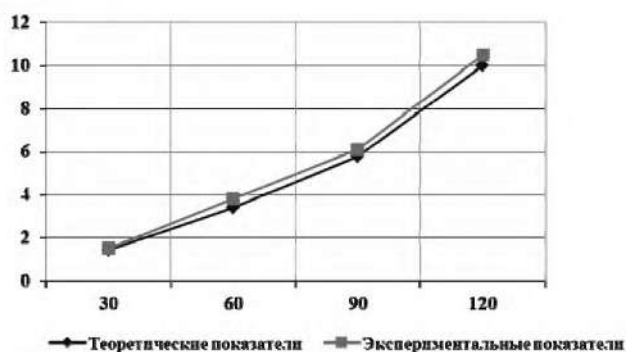


Рис. 3. Графики зависимости величины изгиба базальтоволокнистого фильтра от силы давления жидкости: 1-теоретические показатели и 2- экспериментальные показатели.

цедуры разработан алгоритм компьютерной программы для расчета параметров деформированного состояния фильтрующего материала. Полученные результаты исследования способствуют правильному выбору величины нагрузки, от которой зависит скорость фильтрации жидкости или газов, габаритные размеры базальтового фильтра, срок службы фильтрующего материала и его долговечность, связанная с направлением применения фильтра.

В лабораторных условиях с использованием существующих традиционных методов выявлено, что находясь под давлением газа или жидкости, материал любого фильтра испытывает ИЖ. Как и на всех фильтрах, на поверхности базальтового фильтрующего материала будет образовываться цилиндрическая вогнутость (выпуклость в сторону течения потока). Выявлено, что качество фильтрации будет зависеть от геометрических (толщины, длины и ширины) параметров и, в том числе, от силовых. В данный момент, в числе силовых параметров характерную осо-

бенность представляют изгибная жесткость и механическое напряженное состояние фильтрующих материалов, появляющихся в процессе фильтрации жидкой или газовой фазы. В процессе исследования обнаружился пропорциональный рост изгибной жесткости и деформации материалов фильтра.

Установлено, что сравнительная высокая изгибная жесткость базальтового волокна по сравнению с другими минеральными волокнами, его кристаллическая структура способствует созданию механической прочности, а также высокому коэффициенту сопротивления. Отсутствие коэффициента растяжения благоприятствует образованию искусственной решетки – типа легкой сетки, препятствующей прогибу фильтра и тем самым, ускоряющему процесс фильтрации с улавливанием при этом крупных частиц.

Опыт показал, что при изготовлении фильтрующего материала из базальта получается беспорядочное залегание волокон друг на друга, в результате которого между ними образуется свободное пространство для протекания жидкости. Отсутствие гигроскопичности и набухаемости, а также сохранение постоянной пористости базальтовых волокон противодействует образованию осадков на пути протекания жидкой массы через фильтр, при любой скорости фильтрации, обеспечивая тем самым высокую производительность. Оставшиеся на поверхности фильтра частицы – осадки золотосодержащей пульпы, легко удаляются промывкой с поверхности фильтра, что создает условия для повторного использования фильтра в последующей фильтрации.

Вышеизложенное позволяет рекомендовать базальтовые фильтрующие материалы использовать в гидрометаллургии, для обезвоживания пульпы с возможностью применения сточной воды в обороте водоснабжения в замкнутом цикле технологического процесса.

Библиографический список

1. Sattorov, Kh. L., Atakulova D. D. Filtration process of industrial gases from dust using basaltic filter// RMZ – «Materials and Geoenvironment», periodical for mining, metallurgy and geology. – Slovenia, 2015. - vol. 62, № 4 - pp. 211-292.
2. Курбанов А.А. «Разработка рациональной технологии переработки разнотипных базальтов Узбекистана» автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук, Ташкент, 2016.
3. Алиев М.А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. Справочник. М. «Металлургия». 1986.-543с.
4. Курбанов А.А., Абдурахманов С.А., Музаффаров А.М. Методика определения скорости фильтрации пульпы с применением фильтра - «Базальтовая вата». МВИ НГМК Ц-34.20-39. Методика. – Навои: ЦНИЛ-НГМК и НГТИ, 2010. – 11 с.
5. Требушко О.П. Основы теории упругости и пластичности. М., «Наука» 2002.-318 с.
6. Отчет по научно-исследовательской работы (НИР) бюджетной теме А5-030. - Навои, Навоийский государственный горный институт (НГТИ). «Разработка эффективной технологии получения из местного базальтового сырья огнестойких и композиционных материалов». 2007. -143 с.
7. Отчет по НИР госбюджетной темы К6-018. НГТИ., «Разработка эффективной технологии получения из местного сырья огнестойких тканевых материалов». 2010. -110 с.
8. Ландау Л.Д. и Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. «Теория упругости», Изд. IV. М., «Наука» Главная редакция физико-металлургической литературы. 1987. -176 с.
9. Требушко О.П. Основы теории упругости и пластичности. М., «Наука» 2000.-318 с.
10. Курбанов А. А. О проблемах фильтрации газа, жидкости и о материалах фильтров. Научно-технический и производственный журнал «Горный вестник Узбекистана». - Навои, 2010. № 1.-С. 75-78.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС РЕЗАНИЕМ ОБКАТНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ (ШЕВЕР-ПРИКАТНИК)

Мардонов Б. Т., проректор НГГИ., канд. техн. наук.

Ushbu maqolada, tishli g'ildiraklarga ishlov berishdagi xatolikka texnologik omillarning ta'siri masalasi ko'rilgan. Tayanch iboralar: texnologik omil, xatolik, cilindrik tishli g'ildirak, qadam, umumiy normal uzunligi, tish qalinligi, aniqlik.

This article presents the research results of technological factors influence on the gear processing error.

Key words: technological factor, error, spur gear-wheel, step, base tangent length, tooth thickness, accuracy.

Опережающее развитие машиностроения требует дальнейшего повышения технического уровня и качества машиностроительной продукции, совершенствования методов обеспечения точности и её контроля.

Наряду с разработанной методикой исследования влияния технологических факторов на погрешности цилиндрических зубчатых колёс важную роль играет методика исследования технологических факторов по отклонениям отдельных параметров цилиндрических зубчатых колёс, т.к. она позволяет оценить степень влияния отдельных технологических факторов. Проведение подобных исследований также целесообразно, либо, в настоящее время погрешности зубообработки определяются по отклонениям, нормируемым по ГОСТ 1643-81 и др.

Анализ результатов исследований погрешностей зубчатых колёс позволяет считать, что не все вопросы влияния технологических факторов исследованы достаточно глубоко.

Приводим результаты аналитических и экспериментальных исследований влияния технологических факторов на погрешности зубообработки. Подобные исследования были либо слабо освещены в литературе, либо вообще не проводились.

Было замечено, что контролируемый параметр может иметь различный характер изменения. Это наблюдали например, при контроле погрешностей профилей зубьев колеса [1, 2]. Установлено, что при одних и тех же численных значениях отклонений контролируемых параметров имеются различные качественные показатели зубчатых передач [2].

В связи с отсутствием данных о величине и характере изменения отклонений зубчатого венца, мы провели теоретические и экспериментальные исследования величины, характера изменения и статических характеристик рассеяния значений отклонений параметров цилиндрических зубчатых колёс.

Основные контролируемые параметры зубчатого колеса: шаг, длина общей нормали, толщина зуба и др. можно измерить на различных участках зубчатого венца. Последовательным измерением отклонений по зубчатому венцу получим множество числовых значений вида:

$$X = \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\} \quad (1)$$

где X_1, X_2, \dots – значения величин отклонений контролируемого параметра.

В зависимости от контролируемого параметра, множество (1) можно получить измерением отклонений одного профиля, нескольких или всех профилей колеса, а также пределах партии колёс.

По численным значениям множество (1) можно графически изобразить характер изменения контролируемого параметра. Математическая обработка даст статистические характеристики точности исследуемого параметра.

Точность изготовления зубчатых колёс мы анализировали по следующим показателям:

- абсолютное максимальное значение отклонения;
- характер изменения значений контролируемого параметра по зубчатому венцу либо его части;
- статистические характеристики контролируемого параметра.

Первый показатель точности зубчатых колёс нормирован по ГОСТ 1643-81, второй и третий стандартами не нормированы.

Оценка точности зубчатых колёс одновременно по всем трем показателям весьма трудна, поэтому использование всех их при обработке результатов измерений вручную практически нецелесообразно. Применение компьютера в этом плане открывает большие возможности. Для использования указанных показателей точности зубчатых колёс необходима разработка специальных алгоритмов, основанных на математических моделях технологических процессов, протекающих при зубонарезании. Эти алгоритмы и использование компьютера позволят определять влияние технологических факторов на точность зубчатых колёс по всем перечисленным выше показателям точности.

При зубообработке точность зубчатых колес необходимо оценивать не только по численному значению отклонений контролируемых параметров, но и по характеру изменения этих погрешностей.

Библиографический список

1. Тайц Б.А. Точность и контроль зубчатых колес. М.: Машиностроение.
2. Калашников И.А. Исследование зубчатых передач. М.: Машиз.

УДК 622.7.017.24

© Боровков Ю.А., Якшибаев Т.М., Махмудов Д.Р. 2017 г.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ РАСТВОРОВ В РАЗЛИЧНЫХ СЕКТОРАХ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА

Боровков Ю.А., докт. техн. наук, проф. кафедры «Геотехнологические способы и физические процессы горного производства» МГРИ-РГГРУ; Якшибаев Т.М., асп. кафедры «Геотехнологические способы и физические процессы горного производства» МГРИ-РГГРУ; Махмудов Д.Р., зав. кафедрой «Платовые и угольные месторождения» ТашГТУ.

Maqolada Smart Wireless yangi interaktiv sistemasi ko'rib chiqilgan. Bu sistema turli sektorlarda eritma sarfini nazorat qilish, eritmada oltin chiqishining 3 % dan kam bo'lmagan miqdorga oshirish imkonini beradi, budan tashqari atrof muhitga ta'sirni kamaytiradi va sianid eritmasi sarfini 14 % ga kamaytiradi.

Tayanch iboralar: sianid, flotatsiyali konsentratlar, aglomeratsiya, to'p ishqorlash, chiqindilar, qoldiqlar, sektor, eritmalar tarqalishini nazorat qilish, holatni tekshirib turish, sug'orish quvurlari, o'lov jarayoni, interaktiv qurilma, muhit kislotaligi, yo'qotish.

The article describes a new interactive system Smart Wireless. This control system allows the flow of solution in different sectors, will increase the yield of gold in the solution to not less than 3%, and reduce the impact on the environment and reduce consumption of cyanide solution 14 %.

Key words: cyanide, concentrate froth, agglomeration, heap leaching, waste, tailing, sector, control of distribution solutions, status checkup, spray pipe, measurement process, media, acidity of the environment, wastage.

Современная технология кучного выщелачивания благородных металлов получила свое развитие в основном за последние 25 лет, хотя применение этого метода имеет давнюю историю, но остается весьма актуальной. Около 92 % всего произведенного в мире золота получено с использованием цианидов, остальное - это главным образом попутный продукт, извлекаемый из флотационных концентратов основных цветных металлов путем плавки и рафинирования.

Технология агломерационного кучного выщелачивания оказалась пригодной для переработки большинства руд, отходов, хвостов гравитационного и флотационного обогащения и привела к резкому увеличению объемов производства золота [1].

Извлечение золота из руды на месторождении Мурунтау ЦКВЗ производится путем выщелачивания. Процесс выщелачивания играет главную роль, извлечения золота из руды. Объем раствора подаваемого на площадку необходимо постоянно контролировать. Когда мы начинаем орошать определенный сектор, мы должны убедиться что до площадки дойдет определенный объем раствора. Засо-

рение оросительных труб может привести к тому, что объем добычи полезного ископаемого в данном секторе будет равен нулю.

Одна из сложных задач при кучном выщелачивании, заключается в обеспечении контроля за распределением растворов на площадке выщелачивания. Путем мониторинга расхода раствора и кислотности среды на площади свыше 1 млн м². Кроме того требуется сократить время присутствия на площадке выщелачивания персонала, проводящие регулярные проверки состояния оборудования которые могли привести к полному или частичному обрушению площадки кучного выщелачивания.

Основная идея работы заключается в снижении производственных и эксплуатационных затрат. Исследованиями установлено невозможность обеспечения требуемого коэффициента выщелачивания в оросительных трубах. Ежедневно рабочие поднимаются на площадку и перемещаясь по поверхности выполняют все необходимые измерения вручную. Процесс измерения занимает 2 h, а полученные результаты отражают ситуацию на момент измерения, и не дают

полную картину всех процессов протекающих в период определенного времени. В действительности существует большой риск, опасность производственной травмы в результате падения или попадания раствора на кожу, а также пары которые очень вредны для здоровья человека.

Использование инновационных технологий для устранения существующих опасностей позволит создать прочный защитный барьер для персонала и найти эффективные производственные решения.

Для решения поставленных задач на руднике ЦКВЗ Центрального рудоуправления НГМК, есть необходимость применения интерактивного оборудования Smart Wireless от компании Emerson, основанном на стандарте Mag 62591 Wireless Hard [2]. Данная установка представляет собой самоорганизующуюся беспроводную сеть, состоящую из расходомеров переменного перепада давления, передающая все данные измерения в главную диспетчерскую на большие расстояния в режиме реального времени рис. 1.

На рис. 2. показана интерактивная беспроводная установка Smart Wireless, которая уменьшают риск потери сигнала из-за повреждения кабеля. Легко устанавливается и легко перемещается с небольшими затратами.

Данная установка обеспечивает круглосуточную передачу данных по расходу раствора и уровня кислотности среды в режиме реального времени, для оптимизации процессов производства и управления. Применяемая нами система позволяет передавать информацию в пределах площадки на расстоянии 2 км без установки нескольких антенн и строительства дополнительной инфраструктуры рис. 3.

Для внедрения в производство нет необходимости останавливать процесс выщелачивания. Устанавливается, как и оросительные трубы, что позволяет избежать производственных потерь. Что в свою очередь позволит повысить эффективность технического обслуживания засоренных разбрызгивателей, предельно сократить время нахождения персонала на площадке выщелачивания, а также уменьшить риск разрушения площадки.

При внедрении новой системы Smart Wireless позволит повысить точность оценки производства и эффективность контроля процесса выщелачивания золота, а также снизился негативные факторы, влияющие на персонал связанные с процессом выщелачивания.

Анализ выполненных исследований установил, ранее в отдельных трубах оросительной системы расположенных в определенном секторе

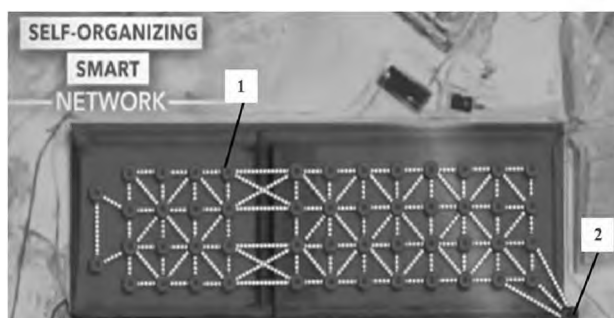


Рис. 1. Самоорганизующаяся беспроводная сеть: 1- беспроводной расходомер; 2-диспетчерская служба.



Рис. 2. Интерактивная беспроводная установка Smart Wireless от компании Emerson.



Рис. 3. Схема передачи сигнала беспроводной установка Smart Wireless.

подавалось больше раствора, чем в остальные трубы. Новая интерактивная система Smart Wireless позволяет контролировать расход раствора в различных секторах, позволит увеличить выход золота в растворе менее чем на 3 %, а также уменьшить влияние на окружающую среду и сократить расход раствора цианида на 14 %.

Библиографический список

1. Под редакцией проф., д-ра техн. наук М.И. Фазлуллина «Кучное выщелачивание благородных металлов». М. изд. Академия горн. наук 2001 г., стр. 6-9.
2. www2.emersonprocess.com

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НЕОДНОРОДНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД С УЧЁТОМ ОБЪЁМНОГО НАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ

Норель Б.К., гл. научный сотрудник института горного дела им. А.А. Скочинского; Боровков Ю.А., докт. тех. наук, проф. кафедры «Геотехнологических способов и физических процессов горного производства» МГРИ-РГГРУ; Насиров У.Ф., зав. кафедрой «Горное дело» ТашГТУ, докт. техн. наук; Очилов Ш.А., асс. кафедры «Горное дело» ТашГТУ.

Maqolada hajmli yuklashda tog` kon jinslari buzilishining chegaraviy yuzasi holati vazifasi fizik parametrlari va massiv buzilishining boshlanish qismiga o`tishni asoslashga imkon beruvchi o`sha yuz tenglamasi natijasi ko`rib chiqilgan.

Tayanch iboralar: tog` kon jinslari, mustahkamlik, yuklanish, hajmli yuklash, deformatsiyalanish, buzilish, chegaraviy yuz buzilishi, matematik model, holat funksiyasi, fizikaviy parametrlar, energetikaviy mustahkamlik nazariyasi.

In article physical parameters of function of a condition of a limit surface of destruction of rocks at volume loading are considered and a conclusion of the equation of this surface which allows proving transition to the beginning of destruction of the massif.

Key words: rocks, tenacity, loading, volumetric loading, deformation, destruction, limit surface of destruction, mathematical model, function of state, physical parameters, maximum-strain-energy theory.

Новая механическая модель горных пород представляет собой систему формул, которые получены при математической обработке результатов механических испытаний образцов горных пород, на специальной установке неравно компонентного трехосного сжатия [1] в объемном напряженном состоянии. В эти математические зависимости явным образом включен физический показатель-параметр Надаи, позволяющий численно оценивать влияние неоднородностей при различных видах объемных напряженных состояниях (по классификации А. Надаи [3]) в известных механических диаграммах $\sigma - \varepsilon$. Получение основных механических характеристик объемного напряженного состояния- инвариантов напряжений выполнено в соответствии с положениями общей теорией напряженного и деформированного состояния в точке сплошной среды [2].

Логическая схема настоящей работы состоит в следующем. Вначале, трехмерный тензор напряжений (1), а также тензор деформации с помощью уравнений равновесия и механических законов сохранения переводим в тензоры главных напряжений и главных деформаций в соответствии с математическими формулами механики сплошных сред [4]. Затем по результатам механических испытаний на установке трехосного неравнокомпонентного сжатия определяем компоненты поля напряжений и поля деформаций. Отметим, что для «основных видов нагружения «обобщенного» сдвига и «обобщенного» растяжения (8, 9) (по классификации А. Надаи [3]) показатели Надаи-Лоде для напряжений μ_σ и для деформаций μ_ε имеют близкие значения. Также подобны трехмерные тензоры для напряжений и для деформаций [7]. Эти физические соответствия сохраняются

вплоть до разрушения, поэтому компоненты главных напряжений и главных деформаций используются для вычисления физических характеристик – модуля сдвига G и модуля объемного сжатия K . Рассмотрим подробнее выделенные положения статьи.

Выполняемые за последнее время аналитические и экспериментальные исследования в различных областях горной науки свидетельствуют о значительно научном интересе к закономерностям формирования породного массива от внешних и внутренних воздействий. Определившаяся цепочка новых знаний в механике и геомеханике в физике и геофизике позволяют расширить знания о понимании протекания сложных физических процессов в массиве и при строительстве крупных производственных объектов. Многолетние исследования В.Н. Родионова при изучении проблем землетрясений выдвинул на первое место изучение проблем горной физики и механики недр – механики породных массивов. В монографии [1] изложены физические представления о горной породе в массиве.

Описывая физические свойства твердых тел, которые соответствуют природе горных пород и могут способствовать созданию механической модели, В.Н. Родионов обосновал влияние колебаний в объемной кристаллической решетке среды на процессы разрушения и деформирования с развитием трещиноватости и нарушенности. Он указал, что основными факторами влияющими на изменение состояния пород массива под нагружением это всестороннее равномерное сжатие и виды нагружения.

В настоящей публикации предлагается рассмотреть учет влияния неоднородностей и нарушенностей на деформирование среды при объемном нагружении

на макроуровне на механическую модель и включение в нее характерного параметра Надаи-Лоде, который в числовом выражении определяет вид объемного нагружения. В аналитическом исследовании рассмотрим тензор напряжений третьего порядка общего вида I диагонально тензора с тремя главными напряжениями и акцентируем внимание на последовательном использовании формул математической теории механики сплошных сред и результатов экспериментов.

Алгоритм решения задачи по получению тензора главных напряжений на основе соотношения механики сплошной среды [2, 3] составляется следующим образом.

Компоненты напряжения в точке среды в пространственной системе координат x, y, z описываются тензором напряжения:

$$T_{\sigma} = \begin{pmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{xy} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{xz} & \tau_{yz} & \sigma_z \end{pmatrix} \quad (1)$$

Прикладывая нормальное напряжение σ и касательное напряжение к площадке, установленной относительно осей Ox, Oy и Oz (напряжение σ может располагаться и не перпендикулярно к площадке), определяем направляющие косинусы l, m и n от нормального напряжения σ с нормалью OP к этим косинусам. На рис. 1 представлено направление полного напряжения σ , которое не совпадает с направлением нормали.

В силу закона симметрии касательных напряжений [2] принимаются условия $\tau_{xy} = \tau_{yx}, \tau_{yz} = \tau_{zy}$ и $\tau_{xz} = \tau_{zx}$. Тогда нормальное напряжение σ можно записать в форме:

$$\sigma = l^2 \sigma_x + m^2 \sigma_y + n^2 \sigma_z + 2mn \tau_{yz} + 2nl \tau_{zx} + 2lm \tau_{xy} \quad (2)$$

Компоненты действующего нагружения – осевое напряжение σ и касательное напряжение τ представляют собой в математическом смысле функции показателей тензора напряжений (1) и направляющих косинусов m, l, n . Выбор системы координат с соответствующими косинусами может быть произвольным и 9 компонент тензора напряжений при этом соответственно будут различными. Однако, величины m, l, n должны быть равными нулю [3]. Это условие будет выполнено, если величины частных производных от σ по l и m равны нулю и дополнительное соотношение равенства единице суммы квадратов всех трех направляющих выполняется. Итак,

$$\frac{\partial \sigma}{\partial l} = 0; \quad \frac{\partial \sigma}{\partial m} = 0; \quad l^2 + n^2 + m^2 = 1 \quad (3)$$

Значения l, m и n определяют направления главных осей напряжения. Тогда составляется кубическое уравнение относительно σ :

$$\sigma^3 - I_1 \sigma^2 + I_2 \sigma - I_3 = 0 \quad (4)$$

Инварианты I_1, I_2, I_3 через главные напряжения и через компоненты тензора напряжений выражаются

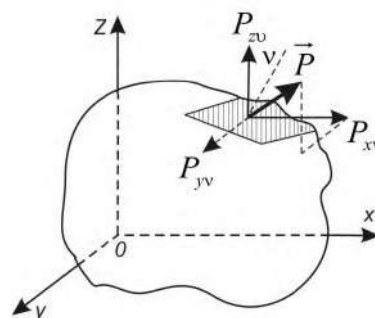


Рис.1. Обозначение полного напряжения в точке на площадке с заданной нормалью.

следующим образом [3]:

$$\begin{aligned} I_1 &= \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z; \\ I_2 &= \sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2 \sigma_3 + \sigma_1 \sigma_3 = \sigma_x \sigma_y + \sigma_y \sigma_z + \sigma_x \sigma_z - \tau_{yz}^2 - \tau_{xz}^2 - \tau_{xy}^2; \\ I_3 &= \sigma_1 \sigma_2 \sigma_3 = \sigma_x \sigma_y \sigma_z + 2\tau_{yz} \tau_{xz} \tau_{xy} - \sigma_x \tau_{yz}^2 - \sigma_y \tau_{xz}^2 - \sigma_z \tau_{xy}^2 \end{aligned} \quad (5)$$

После определения величин трех инвариантов I_1, I_2, I_3 из правых частей соотношений (5) для компонент напряжения тензора (1) вычисляем корни кубического уравнения (3), которые и являются искомыми главными напряжениями σ_1, σ_2 и σ_3 не «назначаются», как отмечают испытатели по механическим свойствам в объемном напряженном состоянии, а определяются по классической схеме механики сплошных сред.

Главным отличием главных напряжений $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ от любых других сочетаний трех взаимно перпендикулярных напряжений является то, что все касательные напряжения равны нулю.

В общем случае расположение главных напряжений $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ по числовым значениям в тензоре напряжений, строго говоря, не определено.

Включение в рассмотрение механического состояния среды параметра $\mu_{\sigma} = \frac{2\sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3}$ позволяет существенно расширить возможности аналитического анализа механических свойств среды. При этом, особенностью использования параметра Лоде (параметра Лоде-Надаи, параметра Надаи-Лоде) [3], при определении видов напряженных состояний среды в математических моделях механических свойств твердых тел является необходимость находится в рамках алгебраического неравенства

$$\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3. \quad (6)$$

Напряжения сжатия являются отрицательными, а напряжения растяжения – положительными. Если же величина одного из напряжений нарушает алгебраическое неравенство, то следует перенумеровать действующие напряжения, изменить оси действующих напряжений, пересчитать величину параметра Надаи-Лоде и соответственно классифицировать вид напряженного состояния. Объемное напряженное состояние в этом случае становится изменяющимся видом

напряженного состояния, и определять его надо как сложное нагружение. Для дальнейшего анализа следует указать, что любое объемное напряженное состояние разделяется на три более простых напряженных состояния, а именно:

$$T_{\sigma} = \begin{vmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 \end{vmatrix} = \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \mu_{\sigma} T_{13} \right) \delta_{jk} + T_{13} \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix} + 2 \mu_{\sigma} T_{13} \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix} \quad (7)$$

где $\delta_{jk} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$ - символ Кронекера;

$T_{13} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ - максимальное касательное напряжение.

Несколько другой вид разложения тензора напряжений, по нашему мнению, впервые был установлен Е.И. Шемякиным [4].

Разделение (7) позволяет проводить анализ широкого класса объемных напряженных состояний с учетом трех более простых стандартных условий объемных напряжений (всестороннее равномерное сжатие, «объемный» сдвиг и одноосное сжатие или одноосное растяжение).

Виды объемных нагружений (по классификации А. Надаи [3]) определяются следующим образом:

- обобщенное сжатие (8) ($\sigma_1 = \sigma_2, \mu_{\sigma} = +1$)

$$T_{\sigma} = \begin{vmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 \end{vmatrix} = \sigma_1 \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} + (\sigma_1 - \sigma_3) \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix};$$

- «обобщенный» сдвиг ($\sigma_2 = \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_3), \mu_{\sigma} = 0$)

$$T_{\sigma_{сдв}} = \begin{vmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_3) & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 \end{vmatrix} = \sigma_1 \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} + (\sigma_1 - \sigma_3) \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix}; \quad (9)$$

- «обобщенное» растяжение (10) ($\sigma_2 = \sigma_3, \mu_{\sigma} = -1$)

$$T_p = \begin{vmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 \end{vmatrix} = \sigma_3 \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} + (\sigma_1 - \sigma_3) \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Приведенные выше зависимости показывают, что произвольное объемное напряженное состояние мож-

но представить в виде трех физически более простых напряженных состояний. Параметр Надаи-Лоде для напряжений всегда будет находиться в пределах от -1 до +1 и определять при этом вид напряженного состояния.

Выполненные авторами публикации экспериментальные работы на установке трехосного неравнокомпонентного сжатия Донецкого физико-технологического института АНУССР [6] позволили получить дополнительные данные о механических параметрах горных пород при объемном нагружении.

В настоящее время развивается направление по использованию физико-механических характеристик, полученных в условиях приближенных к реальным. Наиболее перспективным, отражающим состояние горного массива, является физическое моделирование с использованием установок трехосного неравнокомпонентного сжатия (УТНС). Из всех существующих УТНС, предназначенных для испытания горных пород, только установка, разработанная и используемая в ДонФТИАНУССР [5], позволяет создавать независимые напряжения по всем трем направлениям нагружения и при этом изменять по соответствующим направлениям и фиксировать перемещения, пересчитываемые в деформации ϵ_1, ϵ_2 и ϵ_3 . Пределы регулирования нагрузок для призматических образцов с ребром до 50 мм составляют от 0,1 до 500 МПа.

В программе механических испытаний образцов углей марки «Т» из выбросоопасного угольного пласта «Бабаковский» шахты «Красный Октябрь» Донецкого бассейна, отобранных на горизонте 716 м, выполнялись девять серий опытов (3 серии с тремя различными величинами равномерного всестороннего сжатия и 3 серии с различными значениями μ_{σ} от -1 до +1).

Согласно первой серии проводились механические испытания образцов углей в напряженном состоянии «обобщенного» растяжения с предварительным равномерным обжатием. На каждый вид испытания предусматривалось проведение пяти опытов на образцах кубической формы, линейные размеры которых менялись от 4,9 до 5,4 см.

В каждом из пяти опытов фиксировалось $\sigma_1 = \sigma_0$ (начальное обжатие). По осям x_2, x_3 увеличивались сжимающие нагрузки при условии $\sigma_2 = \sigma_3$. Ясно, что в этом случае $\mu_{\sigma} = -1$ (см. формулу 10) и вид напряженного состояния соответствовал «обобщенному» растяжению (10).

В табл. 1 приводятся данные изменения компонента напряжения по трем осям разгрузки, а также величины $\sigma_{ср}, \sigma_{окт}, III_{\sigma}, \mu_{\sigma}$ [3]:

$$\begin{aligned} \sigma_{ср} &= \frac{1}{3}(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) \\ \sigma_{окт} &= \frac{1}{3} \left(\sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2} \right) \\ III_{\sigma} &= \sigma_1 \sigma_2 \sigma_3 \quad \mu_{\sigma} = \frac{2\sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3} \quad (11) \end{aligned}$$

По существу в табл. 1 представлены данные заранее выбранной программы испытаний, т.е. сжимающих напряжений по всем трем осям. Первые два интервала в табл. 1 означают предварительное нагружение примерно до 5 МПа. Затем по осям x_2 и x_3 увеличивались по абсолютной величине два напряжения σ_2 и σ_3 , причем при условии $\sigma_2 = \sigma_3$. В этом случае $\mu_\sigma = -1$ и вид напряженного состояния соответствует «обобщенному» растяжению, т.е. сумме двух напряженных состояний равномерное всестороннее сжатие плюс одноосное растяжение. Этим напряжениям соответствуют деформации образца по трем осям. Однако, есть существенная разница по природе данных напряжений и данных деформаций, которые представ-

лены в табл. 1 и 2. Если программа испытаний по напряжениям выбиралась нами заранее для определенного вида нагружения, то величины деформаций получились в результате проведения опытов. И так, в табл. 2 представлены величины деформаций по трем осям, девиаторы деформаций, $S_i = \varepsilon_i - \varepsilon_{cp}$, параметр Надаи-Лоде для девиатора деформаций $\mu_\varepsilon = \frac{2S_2 - (S_1 + S_3)}{S_1 - S_3}$.

По замерным величинам напряжений и деформаций по трем направлениям действие нагрузок получаем из прямых опытов сразу: механические характеристики G, K, ν, E , параметры вида напряженного и деформированного состояния μ_σ и μ_ε , энергетические показатели W_φ, W_σ . Такой достаточно полный перечень показателей представляет собой в определенной степени физически представительную выборку для механической функции состояния образца угля на каждом интервале нагружения.

$$K = \frac{1}{3} \frac{\sigma_\varphi}{\varepsilon_{cp}}; G = \frac{\sigma_{окт}}{\gamma_{окт}}; E = \frac{9KG}{3K+G}; \nu = \frac{3K-2G}{6K+2G};$$

$$\gamma_{окт} = \frac{2}{3} \sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_1 - \varepsilon_3)^2}$$

$$W_{\varphi,н} = \frac{\sigma_{окт}^2}{2G}; W_{\sigma,в} = \frac{\sigma_{cp}^2}{2K}; \mu_\sigma = \frac{2\sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3}$$

$$\mu_\varepsilon = \frac{2\varepsilon_2 - \varepsilon_1 - \varepsilon_3}{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}$$

$$W_{\varphi,г} = \frac{3}{4} G \gamma_{окт}^2; W_{\sigma,г} = \frac{K \varepsilon_\varphi^2}{2} \quad (12)$$

где K – объемный модуль, G – модуль сдвига, E – модуль деформации, ν – коэффициент Пуассона; $W_{\varphi,н}$ – энергия формоизменения в напряжениях; $W_{\varphi,г}$ – энергия формоизменения в деформациях; $W_{\sigma,в}$ – энергия

Таблица 1
Изменение величин компонент главных напряжений образцов угля марки «Т» при «обобщенном» растяжении ($\mu_\sigma = -1, \sigma_0 = -4,96 \text{ МПа}$)

$-\sigma_1, \text{ МПа}$	$-\sigma_2, \text{ МПа}$	$-\sigma_3, \text{ МПа}$	$-\sigma_{cp}$	$\sigma_{окт}, \text{ МПа}$	$-III_\sigma$	$-\mu_\sigma$
0,62	0,65	1,06	0,777	0,201	0,4272	0,86
3,97	4,16	4,23	4,12	0,110	69,86	0,46
4,96	5,20	5,29	5,15	0,139	136,44	0,45
4,96	10,4	10,6	8,65	2,614	546,79	0,93
4,96	20,8	21,2	15,65	8,133	2187,16	0,95
4,96	31,2	31,7	22,62	12,489	4905,64	0,96
4,96	41,6	42,3	29,62	17,440	8728,01	0,96
4,96	52,0	52,9	36,62	22,390	13643,97	0,96
4,96	62,4	63,5	43,62	27,329	19653,25	0,96
4,96	64,5	65,6	45,42	28,330	20986,75	0,96
4,96	66,6	67,7	46,42	29,320	22364,02	0,96
4,96	68,7	69,8	47,82	30,310	23784,35	0,96
4,96	70,8	72,0	49,25	31,323	25284,24	0,96

Таблица 2
Величина деформаций образца угля по трем осям нагружений при виде напряженного состояния «обобщенного» растяжения ($\sigma_0 = -4,96 \text{ МПа}, \mu_\sigma = -1$)

ε_1	$-\varepsilon_2$	$-\varepsilon_3$	$-\varepsilon_{cp}$	S_1	S_2	$-S_3$	μ_ε
-0	0	0	0	0	0	0	0
-0,19	0,258	0,503	0,260	0,070	+0,002	0,243	1,01
-0,266	0,378	0,584	0,409	0,143	+0,031	0,175	0,29
-0,247	0,457	0,785	0,496	0,249	+0,039	0,289	0,22
-0,228	0,577	0,986	0,597	0,369	+0,020	0,389	+0,45
-0,171	0,895	1,27	0,779	0,608	-0,116	0,491	-0,31
-0,057	1,27	1,71	1,012	0,955	-0,258	0,699	-0,47
-0,019	1,57	1,93	1,173	1,154	-0,397	0,757	-0,62
0,0228	1,83	2,15	1,250	1,478	-0,580	0,900	-0,73
0,323	1,91	2,22	1,266	1,589	-0,644	0,954	-0,75
0,684	2,01	2,37	1,232	1,916	-0,778	1,138	-0,77
1,31	2,27	2,60	1,187	2,497	-1,083	1,413	-0,66
2,02	2,60	2,92	1,167	3,187	-1,433	1,753	-0,87

изменения объема в деформации; $W_{\sigma,н}$ – энергия изменения объема в напряжениях.

В табл. 3 представлены расчеты дополнительных механических характеристик функции состояния по формулам (12).

Отметим, что подобные механические испытания и числовые расчеты были выполнены и для других видов нагружений. Соответствующие пары начальных нагружений составляли σ_0 и μ_σ [6]. Значения механических характеристик K и G естественно не совпадали для различных видов напряженных состояний и для различных величин σ_{cp} .

Записываем формулы механических характеристик модели образца горной породы для объемного нагружения по схеме «обобщенное» растяжение.

$$K_{расч} = \left(\frac{\mu_\sigma - 1}{2} \mu_\sigma \right) K; G_{расч} = \left(\frac{\mu_\sigma - 1}{2} \mu_\sigma \right) G \quad (13)$$

Таблица 3

Расчеты дополнительных механических характеристик

- σ_{cp}	0,776	4,116	5,15	8,65	15,65	22,62	29,62	36,62	43,62	45,02	46,42	47,82	49,25
- ϵ_{cp}	0	0,260	0,409	0,496	0,597	0,779	1,012	1,173	1,25	1,266	1,232	1,187	1,167
$\tau_{окт}$	0,20	0,110	0,139	2,61	8,125	12,48	17,42	22,4	27,3	28,3	29,3	30,3	31,3
$\gamma_{окт}$		0,235	0,262	0,442	0,618	0,911	1,397	1,657	2,105	2,263	2,723	3,538	4,5
K		1583	1259	1744	2621	2904	2927	3122	3490	3556	3784	4029	4220
G		46,8	53,5	590,5	1314,7	1369,6	1247	1350	1296,9	1250	1076	856	695
V					0,18	0,29				0,34		0,4	

По полученным экспериментальным данным испытаний действия нагружений образцов «обобщенным» растяжением, «обобщенным» сжатием и «обобщенным» сдвигом, определяем:

$$K = \frac{1 + \mu_{\sigma}}{2} \mu_{\sigma} K_{сж} + \frac{\mu_{\sigma} - 1}{2} \mu_{\sigma} K_{раст} + (1 - \mu_{\sigma}^2) K_{сдв} \quad (14)$$

$$G = \frac{1 + \mu_{\sigma}}{2} \mu_{\sigma} G_{сж} + \frac{\mu_{\sigma} - 1}{2} \mu_{\sigma} G_{раст} + (1 - \mu_{\sigma}^2) G_{сдв}$$

Фактический вид разрушения образца угля, расчетные данные по которому представлены в табл. 1-3, представлен на рис. 2. Формой разрушения являются отслоения (разрушение при «обобщенном» растяжении).

Выполненный анализ результатов механических испытаний для «обобщенного» сдвига и «обобщенного» сжатия представлен в работе [6]. Обращает на себя внимание характерный вид разрушения образца угля сдвигом по схеме нагружения «обобщенным» сдвигом.

Механические характеристики и энергетические показатели механической модели зависят от параметров вида напряженного состояния и от всестороннего равномерного сжатия. Физическая система – образец горной породы, включающая параметры поля напряжений, поля деформации и механические характеристики – уравнения связи между показателями, поэтому ее изменения описываются основными уравнениями равновесия и состояния механики сплошных сред. В результате механических опытов образцов горной

породы на установке трехосного неравнокомпонентного сжатия получены данные по деформированию и разрушению вплоть до разрушения, поэтому оказалось возможным построить систему соотношений, позволяющей описать изменение механического состояния испытываемых образцов при активном трехосном нагружении вплоть до начала разрушения. Первым уравнением системы является энергетический критерий прочности горных пород в объемном напряженном состоянии (9):

$$W_{\phi} + W_{\sigma} \leq \frac{1}{f^{(\sigma)}}$$

$$\left[\frac{1 + \mu_{\sigma}}{2} \mu_{\sigma} W_{II,сж}^* + \frac{\mu_{\sigma} - 1}{2} \mu_{\sigma} W_{II,раст}^* + (1 - \mu_{\sigma}^2) W_{II,сдв}^* \right];$$

$$W_{II,сж}^* = W_{\phi,сж}^* + W_{\sigma,сж}^*; \quad W_{II,раст}^* = W_{\phi,раст}^* + W_{\sigma,раст}^*; \quad W_{II,сдв}^* = W_{\phi,сдв}^* + W_{\sigma,сдв}^* \quad (15)$$

где $f^{(\sigma)}$ - коэффициент безопасности; μ_{σ} - параметр Надаи-Лоде для напряжений; W_{σ} , W_{ϕ} - механическая энергия изменения объема и механическая энергия формоизменения; $W_{II,сж}^*$, $W_{II,сдв}^*$, $W_{II,раст}^*$ - предельные величины механических энергий образца вплоть до разрушения в объемном напряженном состоянии соответственно при «обобщенном» сжатии, «обобщенном» сдвиге и «обобщенном» растяжении. Зависимость (15) позволяет оценивать уровень сопротивления горных пород разрушению при различных видах равномерного сжатия.

Численные величины механических показателей горной породы при нагружении могут быть близки к



Рис. 2. Разрушение образца отслоением (разрушение при «обобщенном» растяжении).



Рис. 3. Разрушение образца сдвигом (разрушение при «обобщенном» сдвиге).

своим предельным значениям, поэтому механические и прочностные свойства горной породы могут закономерно изменяться (порода накапливает поврежденность).

Учет изменения деформационных и прочностных характеристик среды осуществляется на основе второго соотношения дополнительных уравнений механической модели горной породы в объемном напряженном состоянии.

$$\frac{d\omega}{dn} = \left(\frac{\xi}{1-\omega} \right)^K; \quad (16)$$

где ω - функция повреждаемости с интервалом от 0 до 1; n - численное значение строчки фиксируемого наблюдения при нагружении образца горной породы в объемном напряженном состоянии; K - числовой коэффициент; ξ - уровень нагруженности.

Значительным научным результатом авторы статьи считают определенне функции повреждаемости

ω как разности параметров Надаи-Лоде для напряжений и деформаций, т.е.:

$$\omega = \Delta\mu = \mu_\sigma - \mu_\epsilon \quad (17)$$

Введем уровень загруженности ξ в форме

$$\xi = \frac{1}{f(\sigma)} \cdot \frac{W_n}{W_n^*}$$

Также представляется достаточно естественным в решении задач прочности различных конструкций. Соотношение (16) получено при использовании известного кинетического уравнения, предложенного Ю.Н. Работновым в теории разрушения [8].

В заключении отметим, что полученные аналитические зависимости и выполненные эксперименты на установках трехосного неравнокомпонентного сжатия позволяют исследовать физические процессы деформирования и потери прочности горных пород различных зон массива в широком диапазоне различных видов разрушений горных пород как твердых тел со структурными нарушениями.

Библиографический список

1. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. - Недра, 1986, 299с.
2. Фрейденталь А., Гейрингер Х. Математические теории неупругой сплошной среды. - М., Гос. изд. Физ.-мат. литер., 1962, 432 с.
3. Надаи А. Пластичность и разрушение твердых тел. Т.1. - М.: Мир, 1969, 648 с.
4. Егер Дж. К. Упругость, прочность и текучесть. - М., Гос. научн. техн. изд. машиностр. литер. 1961, 169с.
5. Шемякин Е.И. Две задачи механики горных пород, связанные с освоением глубоких месторождений руды и угля - Новосибирск, ФТПРПИ, 1975, №6, с. 29-45.
6. Алексеев А. Д., Осыка Е. Н., Тодесейчук А. Л. А. с. 394692 СССР Установка для испытания призматических образцов на трехосное сжатие. - Олуб. в Б.И. - 1973.-34-139 с.
7. Норель Б.К. Изменение механической прочности угольного пласта в массиве. М.: Наука, 1983 г., 127 с.
8. Работнов Ю.Н. Введение в механику разрушения. -М., Наука, 1987, 80 с.

УДК 662:515.2

© Шодиев Ф.Д., Нинназаров А.Ш. 2017 г.

К ВОПРОСУ КОНСТРУИРОВАНИЯ РЕГУЛИРУЕМЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ В ОТРАСЛЯХ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Шодиев Ф.Д., доцент кафедры «Технология машиностроения» НГГИ, канд. техн. наук; Нинназаров А.Ш., студент горного факультета НГГИ.

Maqolada konchilik sohasi tarmoqlarida qo'llaniladigan rostlanuvchan quyosh konsentratorlari tekis nur yig'gich moslamalarining optimal vaziyatlarini aniqlashning grafo-analitik usuli ko'rib chiqilgan.

Tayanch iboralar: quyosh energiyasi, ananaviy yoqilg'i turlari, quyosh energiyasini qayta ishlash, atmosfera, grafo-analitik ifoda, quyosh turishining balandligi, azimut, nur qaytargich, nur qabul qilgich, rostlanuvchan quyosh konsentratori, midel yuza, nur qaytargichning shakli va vaziyati.

The graphic-analytical way of definition of optimum provision of flat reflectors of the adjustable solar concentrator, applied in branches of mining industry is considered in the article.

Key words: solar energy, conventional fuels, solar energy conversion, atmosphere, graphic-analytical calculation, solar elevation, bearings, deflector, transducer, adjustable solar concentrator, midsection area, form and provisions of a reflector.

Солнечная энергия является энергией будущего. Во всем мире люди начинают отказываться от традиционных видов топлива из-за роста цен на газ и нефть. Многие страны мира разработали государственные программы развития использования солнечной энергии.

Следует отметить, что Узбекистан стал одной из первых среди стран Центральной Азии, где солнечная энергетика на основе собственных научных разработок вышла на новый уровень своего развития. В Ташкенте, Самаркандской области и других регионах Узбекистана установлены гелиоустановки, с помощью которых получают горячую воду.

Надо отметить, что в различных регионах страны уже действуют десятки установок по преобразованию солнечной энергии, с помощью которых обеспечивается стабильное электро- и теплоснабжение отдельных объектов. налажен выпуск кремниевых фотоэлектрических батарей, технология создания которых учитывает природные условия наших регионов. По количеству солнечных дней в году, а это более 320 дней, наша страна превосходит многие регионы мира.

Наиболее активно и результативно ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию низкопотенциальных установок для горячего водо- и теплоснабжения, фотоэлектрическим и термодинамическим преобразованиям для получения электричества, использованию солнечной энергии в технологиях синтеза специальных материалов, термообработки материалов и конструкций.

Отметим, что лучистая энергия Солнца, проходя через атмосферу, испытывает сложные преобразования - происходит поглощение и рассеивание. Именно за счёт рассеивания происходит главное ослабление световых солнечных лучей. Поэтому плотность ее потока у поверхности Земли относительно невысока, что является основным недостатком солнечного излучения как первичного источника энергии.

Создание концентрирующих систем позволяет снизить стоимость самой гелиоустановки, так как с применением отражающих элементов значительно уменьшается площадь поверхности дорогостоящих приемников (преобразователей) солнечной энергии.

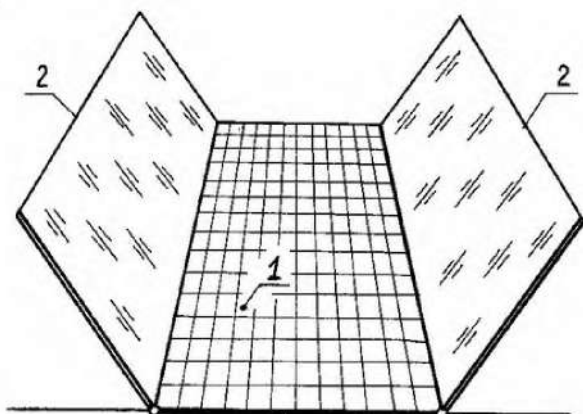


Рис. 1. Регулируемый солнечный концентратор: 1-приемник солнечного излучения, 2-отражатель.

Система концентрации может быть определена как специальная оптическая система, предназначенная для улавливания и перераспределения потока солнечного излучения с целью повышения его плотности до уровня, необходимого для эффективного использования. Здесь, принципиально важным является вопрос о положении и форме отражателей в зависимости от положения Солнца.

Рассмотрим графо-аналитический способ определения оптимального положения плоских отражателей регулируемого солнечного концентратора.

Пусть рассматриваемая гелиоустановка имеет возможность в течение солнечного дня вращаться по направлению азимута Солнца A^0 , и состоит из приемника l шириной m и двух плоских отражателей 2 шириной l , расположенных по бокам приемника (рис. 1).

Исследуем положение отражателей в зависимости от высоты солнцестояния H^0 , которая определяется из уравнения [1]. Расчетная схема факетно-регулируемого концентратора представлена на рис. 2.

Предположим, что падающие солнечные лучи состоят из пучка параллельных лучей. Обозначим угол наклона этих лучей с осью абсцисс через H^0 , тогда угол наклона отражателей с той же осью определяется по формуле

$$\alpha_1 = \varphi(H^0). \quad (1)$$

Определим значения α_1 для «левого» отражателя (рис. 3):

$$\left. \begin{array}{l} \text{из } \Delta AC_1 M_1 \text{ имеем } \frac{n}{l} = \sin \tau_1 \\ \text{из } \Delta AC_1 B \text{ имеем } \frac{n}{m} = \sin \beta_1 \end{array} \right\} \quad (2)$$

где $\tau_1 = \alpha_1 - H_i^0$ - угол между оптической осью отражателя и падающим лучом;

$\beta_1 = 180^0 - (2\alpha_1 - H_i^0)$ - угол наклона отраженного луча от отражателя с осью Ox .

Из системы уравнения (2) имеем,

$$m \sin(2\alpha_1 - H_i^0) = l \sin(\alpha_1 - H_i^0). \quad (3)$$

После некоторых преобразований уравнения (3) получим (4)

$$\cos^4 \alpha_1 - k \cos^3 \alpha_1 - \frac{4 - k^2}{4} \cos^2 \alpha_1 + \frac{k(2 - \sin^2 H_i^0)}{2} \cos \alpha_1 + \frac{1 + (1 - \sin^2 H_i^0)(1 + k^2)}{4} = 0,$$

где $k = l/m$.

Обозначив $\cos \alpha_1$ через y , получим (5)

$$y^4 - ky^3 - \frac{4 - k^2}{4} y^2 + \frac{k(2 - \sin^2 H_i^0)}{2} y + \frac{1 + (1 - \sin^2 H_i^0)(1 + k^2)}{4} = 0.$$

Для решения уравнения (4) используем метод Феррари [2], т.е. четыре корня уравнения (5) находят-ся как корни двух квадратных уравнений (6):

$$y^2 - \frac{k}{2} y + \frac{z_1}{2} = \pm$$

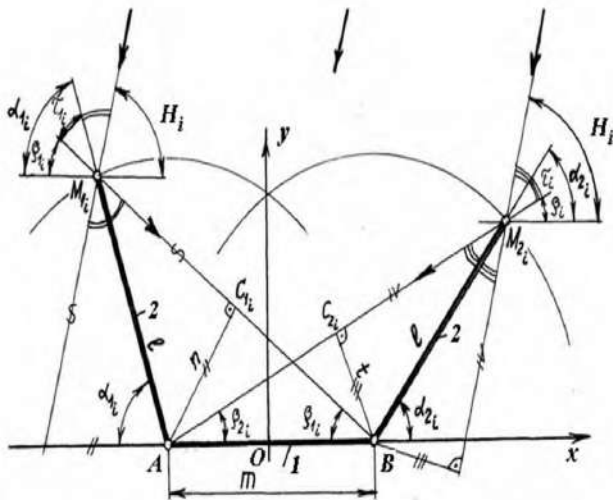


Рис. 2. Расчетная схема фасетно-регулируемого концентратора.

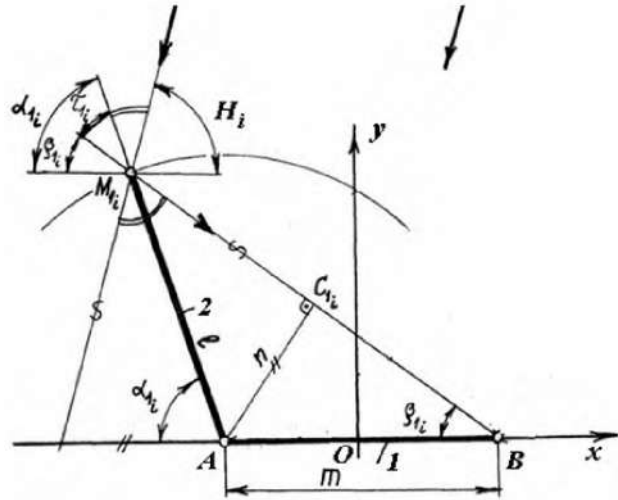


Рис. 3. Схема к расчету для «левого» отражателя.

$$\pm \sqrt{(1-z_i)y^2 - \frac{k(z_i+2-\sin^2 H_i^0)}{2}y + \frac{z_i^2-1+(1+k^2)(1-\sin^2 H_i^0)}{4}}$$

где z_i – произвольный корень кубического уравнения (7):

$$z^3 + \frac{4-k^2}{4}z^2 - \frac{(2+k^2)\sin^2 H_i^0}{2}z - \sin^2 H_i^0 - \left(\frac{k \sin^2 H_i^0}{2}\right) = 0,$$

заменяя переменную z а $z = x - \frac{4-k^2}{12}$, имеем (8)

$$x^3 + \left[\frac{(2+k^2)\sin^2 H_i^0}{2} + \frac{(4-k^2)^2}{48} \right]x - \sin^2 H_i^0,$$

$$\left[1 - \frac{(2+k^2)(4-k^2)}{48} \right] - \left(\frac{k \sin H_i^0}{2} \right)^2 + 2 \left(\frac{4-k^2}{12} \right)^2 = 0,$$

корни, которого зависят от знака дискриминанта

$$D = \left(\frac{P}{3} \right)^3 + \left(\frac{q}{2} \right)^2, \quad (9)$$

где

$$\frac{P}{3} = - \left[\frac{(2+k^2)\sin^2 H_i^0}{6} + \frac{(4-k^2)^2}{12} \right],$$

$$\frac{q}{2} = \left(\frac{4-k^2}{12} \right)^3 - \frac{\sin^2 H_i^0}{2} \left[1 - \frac{(2+k^2)(4-k^2)}{24} \right] - \frac{1}{2} \left(\frac{k \sin^2 H_i^0}{2} \right)^2$$

а) если $D < 0$ и $P < 0$, то произвольный корень уравнения (7) определяется

$$z_i = 2 \sqrt{-\frac{P}{3}} \cos \frac{\gamma}{3} - \frac{4-k^2}{12}, \quad (10)$$

где

$$\cos \gamma = - \frac{\frac{q}{2}}{\sqrt{-\left(\frac{P}{3}\right)^3}}$$

б) если $D \geq 0$ и $P < 0$, то

$$z_i = A + B - \frac{4-k^2}{12}, \quad (11)$$

где

$$A = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}}, \quad B = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}}$$

Исходя из уравнения (6), учитывая предыдущие обозначения и закон отражения, определяем единственно возможное положение отражателя

$$\alpha_1 = \arccos \left[\frac{b + \sqrt{b^2 + \frac{k(2+z_i - \sin^2 H_i^0)}{2} - 2z_i}}{2} \right] \quad (12)$$

где

$$b = \frac{k}{2} - \sqrt{1+z_i}.$$

Определим значения α_2 для «правого» отражателя в зависимости от высоты солнцестояния H_i^0 (рис. 4):

$$\left. \begin{array}{l} \text{из } \triangle BC_2 M_2, \quad \text{имеем} \quad \frac{1}{l} = \sin \tau_2, \\ \text{из } \triangle BAC_2, \quad \text{имеем} \quad \frac{1}{m} = \sin \beta_2, \end{array} \right\} \quad (13)$$

$$\text{где } \tau_2 = H_i^0 - \alpha_2, \quad \beta_2 = 2\alpha_2 - H_i^0.$$

Из системы уравнения (13) имеем

$$k \sin(H_i^0 - \alpha_2) = \sin(2\alpha_2 - H_i^0). \quad (14)$$

Тогда уравнения (4) для «правого» отражателя примет вид

$$\cos^4 \alpha_{2i} + k \cos^3 \alpha_{2i} - \frac{4-k^2}{4} \cos^2 \alpha_{2i} + \frac{k \sin^2 H_i^0}{2} \cos \alpha_{2i} + \frac{1 - (1 - \sin^2 H_i^0)(1+k^2)}{4} = 0. \quad (15)$$

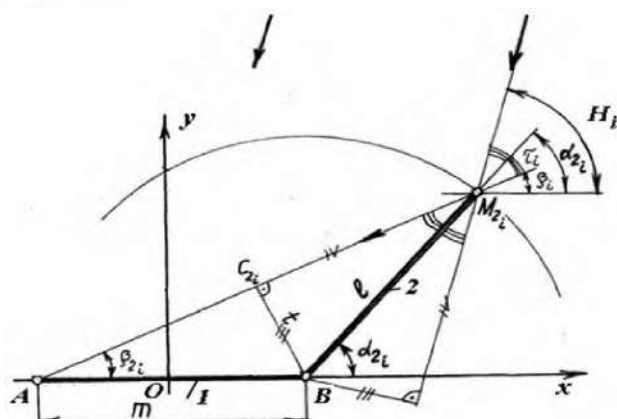


Рис. 4. Схема к расчету для «правого» отражателя.

Аналогичном образом, решая уравнение (15), как было показано для «левого» отражателя, получим

$$\alpha_{2_1} = \arccos \left[\frac{\sqrt{b^2 + k(2+z_1 - \sin^2 H_1^0)} - 2z_1 - b}{2} \right] \quad (16)$$

Выведенные зависимости (12) и (16) позволяют определить площади мишени концентраторов солнечного излучения, которые являются основой для расчета оптико-энергетических характеристик регулируемых концентраторов.

Библиографический список

1. Шодиев Ф.Д., Аслонов Ф.Ф. Преобразователи солнечного излучения применяемые в отраслях горной промышленности // Горный вестник Узбекистана. - 2016. №1. с.62-65.
2. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука. 1984. 831 с.

УДК 666. 712/691.42

© Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Джобберганов Дж.С., Рузимов Ё.С. 2017 г.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА В ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕДСТВЕННЫХ РЕГИОНАХ

Бабаев З.К., заведующий кафедрой "Химические технологии" канд. техн. наук, доц УрГУ; Матчанов Ш.К., доц кафедры "Химические технологии", канд. техн. наук УрГУ; Джобберганов Дж.С. преподаватель кафедры "Химические технологии" УрГУ; Рузимов Ё.С. магистрант УрГУ.

Maqolada devorbop keramik g'isht ishlab chiqarishda noan'anaviy xom ashyo - qumli soztuproqdan foydalanish istiqbollariga oid texnologik tadqiqot natijalari bayon qilingan. Qumli soztuproqning kimyoviy, mineralogik va granulometrik tarkiblari taxlil qilinib unga mexanik ishlov berish xisobiga massa sifatini yaxshilash mumkinligi ko'rsatib o'tilgan. Massa tarkibini bentonit va shisha chiqindisi kukuni bilan modifitsirlash hisobiga suv shimuvchanligi 3,0-6,0 %, sovuqqa chidamliligi 100 tsikl, siqilishga mexanik mustaxkamlik chegarasi 200-450 kg/sm², zichligi 1900-2100 kg/m³ teng bo'lgan namunalari olishga erishilgan. Turli harorat rejimlarida kuydirilgan namunalarning tavsiflari keltirilgan.

Kuydirilgan namunalarning elektron mikroskopik va rentgenografik taxlillari o'tkazilgan. G'ishtni pishirish jarayonini qaytaruvchi muhitda olib borish xisobiga pishirish haroratini kamaytirish mumkinligi ko'rsatib o'tilgan.

Tayanch iboralar: qumli soztuproq, ekologik inqiroz xududlari, sho'rlanish, g'ishtning emirilishi, tashqi agressiv muhit, mustaxkamligi yuqori, keramik g'isht, kimyoviy turg'unlik, pishirish harorati, suyuq fazali kuydirish.

Prospects received of a high-quality ceramic brick from low-grade loess of loams are given in article. The chemical, mineralogical and granulometric composition of loess loam is studied. The mechanical method of preparation of initial raw materials, properties of the formed weight allowing improvement is developed. In the way modifying of weight by means of bentonite and glass powder with the subsequent roasting received samples by water absorption 3,0-6,0 of %, frost resistance of 100 cycles, a limit of mechanical durability in case of compression of 200-450 kg/cm², density 1900-2100-kg/m³.

Electronic and microscopic and radiographic pictures are presented. Opportunities receiving a qualitative brick are established at rather low temperatures by the organization of recovery roasting.

Key words: loess loam, environmentally critical areas, saline soil, external aggressive environment, corrosion of ceramic bricks, mechanical strength, burning temperature, liquid-phase sintering.

Состояние производства керамического кирпича в настоящее время в Республики Узбекистан характеризуется следующими проблемами: дефицит высококачественных глин, отсутствие возможности производства качественных керамических кирпичей на основе низкосортного глинистого сырья без корректирующих добавок, высокие энергетические затраты производства.

Основным потребляемым сырьевым ресурсом в производстве керамического кирпича является лессовидный суглинок, который считается широко распространённым, недефицитным, характеризующийся низким качеством сырья. Достижение устанавливаемых качественных показателей (ГОСТ.595-2007) керамических стеновых материалов на основе лессовидного суглинка возможно посредством использования различных методов специальной обработки глинистого сырья, к которым относятся электрокинетическое воздействие, ультразвуковая и электромагнитная обработка, гидромеханическое разделение сырца [1-3]. Все вышеперечисленные методы требуют больших материальных и энергетических затрат, связанных с закупкой и установкой импортных специализированных аппаратов и технологий, что не всегда приемлемо для производителей. Из литературных источников известно, что существует возможность улучшения свойств изделий за счет введения в керамические массы. В связи с производством стеновых керамических изделий со сложившейся тенденцией перехода на качественно новый уровень ресурса и энергосбережения и эксплуатационных характеристик существует необходимость в более детальном изучении лессовидных суглинков и подборе оптимальных добавочных компонентов и также технологических параметров производства.

В связи производства стеновых керамических изделий со сложившейся тенденцией перехода на качественно новый уровень ресурса и энергосбережения и эксплуатационных характеристик существует необходимость в более детальном изучении лессовидных суглинков и подборе оптимальных добавочных компонентов и также технологических параметров производства.

В строительстве индивидуальных домов, промышленных объектов экологически бедственных регионах, особенно с солончаковой почвой, применяемый строительный керамический кирпич вследствие агрессивности окружающей среды быстро изнашивается, в результате чего наблюдается преждевременный выход их из строя. В связи с этим, актуальным является разработка технологии получения керамического кирпича с высокими механическими показателями и химической стойкостью. Наиболее приемлемым материалом в таких условиях является особый вид керамического кирпича так называемый клинкерный кирпич, получаемый, как правило, из высокосортных качественных белоглиучих тугоплавких глин с

широким интервалом спекания. Месторождения таких глин в Республике Узбекистан ограничены. Последние годы в исследованиях ряда зарубежных ученых имеются сведения о возможности применения лессовидного суглинка как основной составляющей керамической композиции при получении клинкерного строительного кирпича [1-2]. Лессовидные суглинки считаются распространенным сырьевым материалом [3].

Предлагаемая керамическая масса содержит лессовидный суглинок, бентонитовую глину, молотое силикатное стекло при следующем соотношении компонентов, мас. %: лессовидный суглинок – 70,0-80,0; бентонитовая глина - 10,0-15,0; бой тарного стекла - 10,0-15,0. При этом для приготовления керамической массы были использованы лессовидные суглинки, содержащие, мас. %: SiO₂ 50,58-55,08; Al₂O₃ 11,58-13,16; Fe₂O₃ 3,72-5,19; CaO 12,2-14,86; MgO 2,3-3,03; Na₂O 1,44-3,88; K₂O 0,73-0,94; п.п.п. 2,53-5,3. В качестве бентонитовой глины было использовано сырьё Мешкилинского месторождения, характеризующееся следующим составом, мас. %: SiO₂ 46,02-46,5; Al₂O₃ 38,69-40,17; TiO₂ 0,47-0,52; Fe₂O₃ 0,55-0,92; CaO 0,05-0,19; п.п.п. 13,34-13,97. В качестве инициатора образования жидкой фазы в состав массы был использован бой тарного стекла (стеклобой), размолотого до получения порошка с удельной поверхностью 2500-3500 см²/g. В табл. 1 приведены составы керамической массы. Компоненты дозируются в требуемых количествах, смешивали и готовили керамическую массу с влажностью 20-23 %.

Из керамической массы пластическим способом формировали изделия, которые затем подвергались сушке и обжигу при температуре 950, 1000, 1050°C в лабораторной муфельной электрической печи по заранее рассчитанному режиму обжига. Для получения высококачественного изделия из низкосортного суглинка нами разработан технологический режим обжига, т.к. для достижения полного спекания клинкера, не вызывая его деформации, необходим очень медленный подъём температуры обжига, выдерживание (40 h) изделий при температуре близкой к спеканию и очень медленное охлаждение без притоков воздуха. Происходящие изменения в процессе обжига связаны с увеличением цикла обжига, снижением тяги по сечению печи и созданием в процессе обжига окислительно-восстановительной среды.

Таблица 1
Состав экспериментальной керамической массы

Компоненты	Составы, мас. %		
	КС-1	КС-2	КС-3
Лессовидная суглинка	80,0	75,0	70,0
Бентонитовая глина	10,0	12,5	15,0
Бой тарного стекла	10,0	12,5	15,0

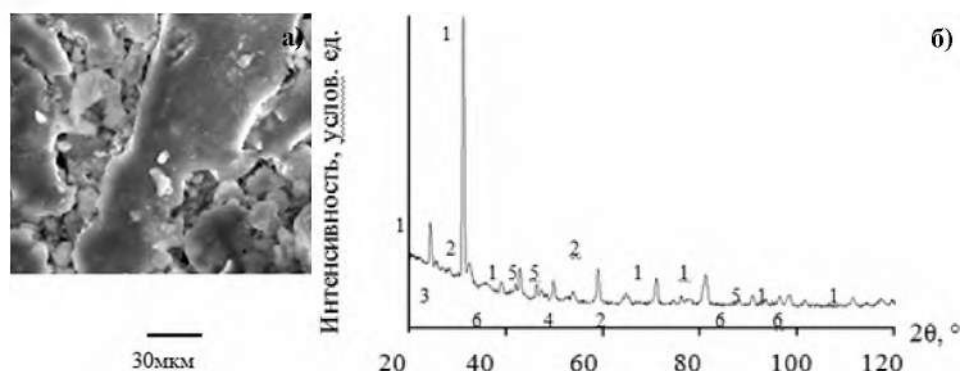


Рис. 1. Структура обожженного керамического кирпича, полученного на основе 100 масс.ч. глины, 8 масс.ч. воды и 10 масс.ч. стеклобоя: а) фотография поверхности, полученная при увеличении в 2000 раз; б) рентенограмма минерального состава. 1) SiO₂ - кварц (81,1 ± 0,5 %); 2) CaO Al₂O₃ 2SiO₂ - анортит (3,4 ± 0,1 %); 3) Al₂O₃ SiO₂ - силлиманит (1,2 ± 0,2 %); 4) MgO Al₂O₃ - шпинель (4,9 ± 0,2 %); 5) CaO MgO 2SiO₂ - диопсид (1,9 ± 0,3 %); 6) Fe₂O₃ - гематит (7,5 ± 0,3 %).

б) ностной энергии. Образовавшаяся жидкая фаза играет роль интенсификатора процесса спекания [4]. По всей видимости, образовавшийся восстановительный режим слоя спекающего материала способствует к восстановлению Fe²⁺ до Fe⁺. Как известно, в химическом отношении Fe⁺ более активнее, чем Fe²⁺, что предопределяет ускоренное формирование легкоплавких соединений с участием оксидов железа. Полученные образцы испытывали классическими методами анализа [5].

Как видно из табл. 2, наиболее удовлетворительными показателями отвечающими ГОСТ 530-2007 обладает опытные образцы, полученные при температуре обжига 950 °С. Получению при такой температуре качественного керамического кирпича способствует по нашему мнению введенный в состав массы стекольный бой, как инициатор образования жидкой фазы в процессе обжига.

Таким образом, проведенными лабораторными исследованиями показана возможность получения высококачественного керамического кирпича из местного сырья, путем модификации керамической массы. Определены оптимальные температуры обжига и составы масс.

Составы опытных масс	Качественные показатели				
	Водопоглощения, %	Межфазная прочность при сжатии, kg/sm ²	Плотность, kg/m ³	Морозостойкость, цикл	Внешний вид
Температура обжига -950 °С					
КС-1	6,0	200	1900	100	зеленоватого цвета с четкой гранью
КС-2	5,0	280	1950	100	зеленого цвета с четкой гранью
КС-3	4,0	300	1980	100	зеленого цвета с незаметной деформацией
Температура обжига -1000 °С					
КС-1	4,0	300	1980	100	зеленого цвета с незаметной деформацией
КС-2	3,0	325	2000	100	зеленого цвета с незаметной деформацией
КС-3	3,0	350	2050	100	зеленого цвета с незаметной деформацией
Температура обжига -1050 °С					
КС-1	3,0	375	2100	100	Деформировалось
КС-2	3,0	400	2100	100	Деформировалось
КС-3	3,0	450	2100	100	Деформировалось

Структура керамического кирпича, модифицированного стеклобоем (рис. 1) свидетельствует о растекании аморфной фазы по поверхности частиц керамики, а изменение количества кристаллических фаз объясняется переходом части структуры в аморфную составляющую. При введении добавок возрастает доля хемосорбированных катионов Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, образующими связи с кремнекислородными тетраэдрами. То есть, структура модифицированной керамики будет представлять собой чередование областей кристаллического и аморфного характера.

В исходном состоянии пористое тело, полученное прессованием порошков и имеющее развитую внутреннюю межфазовую поверхность, представляет собой систему повышенных запасов свободной поверх-

Библиографический список

1. Крупа А.А., Городов В.С. Химическая технология керамических материалов – К.: Высшая шк., 1990. – 398 с.
2. Коледа В.В., Михайлюта Е.С., Алексеев Е.В., Цыбулько Э.С. Технологические особенности производства клинкерного кирпича // Стекло и керамика. – 2009. – №4. – С. 17-20.
3. Исмаилов А.А., Шерназарова М.Т., Якубов Т.Н. Стеновая керамика с использованием палеоглин и лессовых пород. Т.: Фан, 1993. -С. -41-45.
4. Yunusov M.Y., Babaev Z.K., Saidnazarova I.S., Matchanov Sh.K., Yunusova F. Clinker bricks based on loess clay loam Uzbekistan. BaltSilica 2011. 5th Baltic Conference on Silicate Materials. – Riga: Riga Technical University, 2011. P. 41-42
5. Августинник А.И. Керамика. Л.: Стройиздат, 1975. - С.-167-168.

СУҒОРИЛАДИГАН СУР ТУСЛИ ҚҰНҒИР, СУР ТУСЛИ ҚҰНҒИР-ЎТЛОҚЛИ ВА ЧЎЛ-ЎТЛОҚЛИ ТУПРОҚЛАРНИНГ МЕЛИОРАТИВ ҲОЛАТИ

Қўшақов А.Ж., ўқув ишлари бўйича НавДПИ проректори; Парпиев Ғ.Т., Тупроқшунослик ва агрохимё илмий тадқиқот институти катта илмий ходими, қ-х.ф.н; Ахмедов А.У., Тупроқшунослик ва агрохимё илмий тадқиқот институти бўлим бошлиғи, қ-х.ф.н; Исмонов А.Ж., Турдалиев Ж.М., Тупроқшунослик ва агрохимё илмий тадқиқот институти илмий ходимлари.

В статье изложена роль климата в формировании своеобразия орошаемых земель Канимехского района, обоснована взаимосвязь природных условий и антропогенных факторов в образовании запасов соли в верхних слоях почвы глубиной до 1 м, аргументировано выявление тенденции повышения запасов солей незасоленных земель, указанных в картограмме засоленности почв орошаемых земель района; даны сведения о мелиоративном состоянии орошаемых земель с серо-бурой, с серо-буро-луговой и пустынно-луговой почвами, о появлении засоления почв, их количественных показателях и причинах возникновения, разработаны и рекомендованы пути решения и вопроса улучшения мелиоративного состояния и повышения плодородия орошаемых земель данного региона.

Опорные слова: мелиоративное состояние орошаемых серо-бурых, серо-буро-луговых и пустынно-луговых почв, площади засоленной почвы на орошаемых участках земли, сильный уровень засоленности почвы, вторично засоленные почвы на орошаемых участках земли.

The climate role in forming of an originality of the irrigated lands of Kanimeh district is stated in article, the interrelation of an environment and antropogenic factors in formation of inventories of salt in the upper layers of earth up to 1 m in depth is proved, identification of an upward tendency of inventories of salts of the not salted lands specified in a cartogram of salinity of soils of the irrigated lands of the area is reasoned; the information on a meliorative condition of the irrigated lands with gray-brown, with gray and brown and meadow and desert and meadow soils, about emergence of saline soils, their quantitative indices and origins is supplied, developed and recommended a solution and a question of improvement of a meliorative condition and increase in fertility of the irrigated lands of this region.

Key words: ameliorative condition of irrigated gray-brown, gray-brown-meadow and desert-meadow soils, area of saline soils in irrigated plots, strong level of soil salinity, secondary saline soils in irrigated plots.

Республикамиз кишлок ҳўжалигида фойдаланиладиган суғориладиган ерлари тупроқларининг шўрсизлантириш, суғориладиган шўрланган ерларни мелиорациялаш ишларига катта маблағ ва меҳнат сарфланаётганлигига қарамадан, бир қатор суғориш массивларида шўрланган тупроқлар майдони ортиб бораётганлиги кузатилмоқда. захарли тузларнинг меъеридан ортиқча тупланиши тупроқ унумдорлиги ва кишлок ҳўжалиги экинлари ҳосилини камайишига олиб келмоқда. Ҳозирда республикамизнинг 4304,2 минг га суғориладиган ерларининг 60 % га яқини турли даражада шўрланган бўлиб, кучсиз шўрланган ерларда пахта ҳосилини шўрланмаган унумдор ерларга нисбатан 20-30 %, ўртача шўрланган ерларда 40-60 %, кучли шўрланган ерларда эса 80 % гача камайиши илмий тадқиқотларда аниқланган. Республикамиз суғориладиган ерларида иккиламчи шўрланиш жараёнларини олдини олиш ва мелиорация муаммоларини муваффақиятли ҳал қилиш учун суғориладиган ерларининг мелиоратив-экологик ҳолатини чуқур ўрганиш, суғориладиган шўрланган ер майдонларида тадқиқот ишларини ўтказиш, олинган янги маълумотлар асосида тупроқларни механик таркиби, шўрланиш даражаси, шўрланиш химизми, илдииз катламидаги тузлар

захирасининг ўртача микдорий кўрсаткичларини ҳисобга олган ҳолда, шўр ювиш меъерлари, муддатлари, шунингдек бошқа агромелиоратив тадбирлар тизимини қўллаш бўйича илмий асосланган таклиф ва тавсиялар ишлаб чиқиш бугунги куннинг энг долзарб масалаларидан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2014 йил 24 февралдаги №39-сонли “2013-2017 йиллар даврида суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш ва сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш бўйича Давлат дастурининг сўзсиз бажарилишини таъминлашга доир қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги қарорларида мамлакатимиз суғориладиган кишлок ҳўжалик ерларида “шўрланган тупроқларни харитага тушириш” ишларини амалга ошириш кўрсатиб ўтилган.

Бунда кўзда тутилган асосий мақсад-тадқиқотларда олинган тупроқ намуналарини таҳлил маълумотлари асосида туман суғориладиган ер майдонлари тупроқларининг шўрланганлик даражаси ва типлари, шўрланган тупроқларнинг тарқалиш майдонлари, шўрланишнинг тупроқ унумдорлиги ҳамда кишлок ҳўжалик экинлари ҳосилдорлигига кўрсатадиган салбий таъсирини аниқлаш, экинларни

жойлаштириш тадбирларини режалаштириш ва тупроқларни шўрини ювиш бўйича илмий асосланган тавсиялар ишлаб чиқишдир.

Тадқиқот жойи ва бажариш услублари. Зарафшон водийсининг ўрта оқимида жойлашган, Ўзбекистонни тупроқ-иклимий районлаштириш схемасига кўра Зарафшон округига, Ўзбекистонни физик-географик районлаштириш схемасига кўра эса қуйи Зарафшон округига киритилган, Навоий вилояти Конимех тумани суғориладиган кишлоқ хўжалиги ер майдонлари тадқиқот жойи сифатида танланди.

Тадқиқотлар услуби асосини Ўзбекистон Республикасида “Давлат ер кадастрини юритиш учун тупроқ тадқиқотларини бажариш ва тупроқ карталарини тузиш бўйича йўриқнома” (2013 й.), шунингдек киёсий-геокимёвий ва лаборатория-аналитик таҳлил услублари ташкил этади. Тадқиқотлар ЎзПИТИ (1973 й.) ва ТАИТИ (2004 й.) институтларида ишлаб чиқилган ва умумқабул қилинган услублар асосида бажарилди.

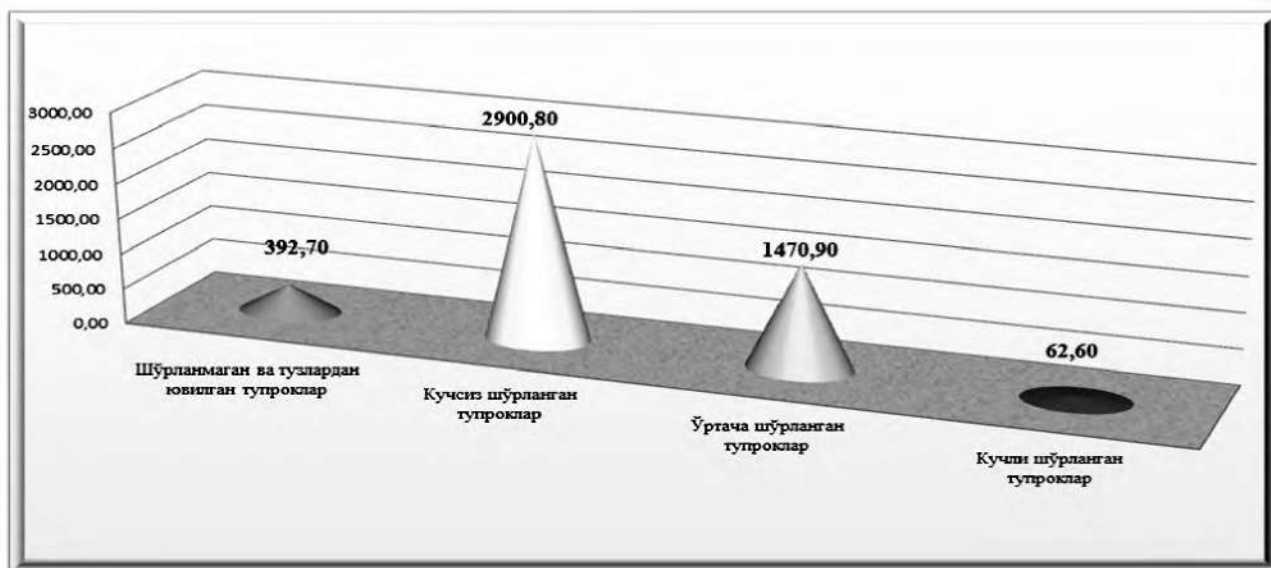
Тадқиқот натижалари ва муҳокамаси. Навоий-Конимех худуди жанубдан Зарафшон тоғ тизмалари тармоқлари билан чегараланган, Зарафшон дарёси водийсининг ўрта қисмларида жойлашган. Худуд шимолдан пролювиал-делювиал тоғ олди қия текисликлари, жанубдан Автобачи учламчи платоси ва Қизилтепа платосига аста-секин уланиб борувчи пролювиал-делювиал тўлқинсимон қир-адирли ерлар билан чегараланган. Геологик-литологик нуқтан назардан асосан неоген даврининг қум-лойли ва тўртламчи давр ётқизикларидан иборат бўлиб, уларнинг қалинлиги 30 м гача этади, асосий майдонларда 15-17 м ни ташкил этади. Худудни ўраб турган Автобачи, Қизилтепа, Қоракўл, Денгизкўл платолари ва Конимех “чўли” кўтарилган юзалари ҳам неоген қумли-лойли чўкиндилари билан қопланган, кўп жойларда пролювиал-делювиал шағалли ва шағалли-кумоқ келтирилмалар, конгломератлар, кумтошлар ва кумлар билан қопланган (Кўзиев ва б. 2010). Худуднинг Конимех қисми аллювиал ва ирригацион кумоқлардан, кумлоқлардан, чекка қисмларида пролювиал-делювиал кумоқлардан, кумлоқлардан, кумлардан, баъзан шағал аралашмаларидан ташкил топган бўлса, унинг Навоий қисмида аллювиал ётқизиклар қопланган аллювиал ва агроирригацион кумоқлар ва кумлоқлар билан қопланган шағал ва кумлардан иборат. Зарафшоннинг қуйи оқими худудлари мезокайназой даврида ҳосил бўлган кучсиз ривожланган, шу билан бирга кучли эрозиялашган платода жойлашган бўлиб, ҳозирда фақат унча баланд бўлмаган тепаликлар сакланиб қолган.

Ўрганилган худуд суғориладиган тупроқларининг хосса-хусусиятларини шаклланишида иклимни роли бевосита катта бўлиб, Конимех тумани ўта қуруқ иклимли чўл зонасининг марказий ва жанубий кичик зонасида, Зарафшон географик округида жойлашган. Округ табиий шароитларининг ўзига хос

хусусиятлари - иклимнинг қуруқлиги ва ёгинлар режими ва инсон хўжалик фаолиятини таъсири, бу худудда замонавий туз тўпланиш жараёнлари ва тузларнинг мавсумий динамикаси фаоллигини намойён этган. Хавонинг паст нисбий намлиги ва тез-тез эсиб турадиган шамоллар тупроқ-грунтлардан намликни буғланишини ошириб тупроқ шўрланишига имкониятлар яратган. Қиш ойларидаги паст ҳарорат эса тупроқнинг устки қатламни музлашига олиб келади, натижада унинг сув-физикавий хоссалари ёмонлашади ва шўр ювиш ишларини қийинлаштиради.

Вилоятнинг чўл зонаси худудларида шу зона учун хос бўлган эскидан ва янгидан суғориладиган сур тусли кўнғир, сур тусли кўнғир-ўтлоқли, чўл-ўтлоқли, тақир-ўтлоқли ва ўтлоқли-аллювиал тупроқлари тарқалган бўлиб, тупроқ хоссаларининг бир-биридан фарқ қилиши билан ажралиб туради. Худудни қуруқ иклим минтақасида жойлашганлиги, унинг гидрогеологик шароитлари тупроқ жараёнларига кучли таъсир кўрсатиб, ўз навбатида суғориладиган тупроқларнинг ишлаб чиқариш қобилиятига, шўрланиш даражаси ва типларига, гумус ва озика элементларининг миқдори, грунт сувларининг чуқурлиги ва минераллашганлик даражаси, сув-физикавий, физик-кимёвий, биологик хоссалари ва мелиоратив ҳолатини белгиллаган.

Вилоят худуди гидрогеологик шароитларининг йил давомида динамик ўзгариб туриши ва суғориш билан боғлиқ тадбирлар натижасида, чўл зонасида асосан турли даражада шўрланган гидроморф – чўл-ўтлоқли ва ўтлоқли-аллювиал тупроқлари, рельефнинг салбий элементлари муҳитида шўрхоклашган эса ўтлоқли тупроқлар ҳосил бўлган. Тадқиқотларда табиий шароитлар ва тупроқларни маданийлаштириш борасида деҳқончилик юритиш даражаси, тупроқ унумдорлиги ва маҳсулдорлигига турлича таъсир кўрсатган, натижада ерларнинг тупроқ-мелиоратив ҳолати ёмонлашган. Тадқиқотлар олиб борилган туман тупроқлар турли даражада шўрланган бўлиб, шўрланмаган (тузлар миқдори 0,3 % дан кам) айирмаларидан кучли шўрланган (2-3 %), айрим массивларда шўрхоқлар даражасида бўлган миқдорларда (3-6 %) қайд қилинса, тузли горизонтларнинг тупроқ профилида жойлашиш ўрнига кўра, шўрхоқли юқори шўрхоқсимон, шўрхоқсимон, чуқуршўрхоқсимон ва чуқур шўрланган айрималари учрайди. Вилоят суғориладиган тупроқларидаги гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) турли шакллар ва миқдорларда кузатилиб, 0,4-0,6 % дан 18-22 % гача бўлган кўрсаткичларни ташкил этади, унинг юқори миқдорлари тупроқ кесмаси профилининг ҳайдов ва қуйи қатламларда кузатилади. CO_2 карбонатлар тупроқ профилида деярли бир текисдатарқалган бўлиб, 7-11 % ни ташкил этади. Туман хўжаликлари суғориладиган кишлоқ хўжалик ерларининг шўрланиш даражаси бўйича ер фонди маълумотларининг таҳлилига кўра,



1 - расм. Навоий вилояти Конимех тумани суғориладиган ерларнинг шўрланиш даражаси бўйича ер майдонлари (га ҳисобида), 2015 й.

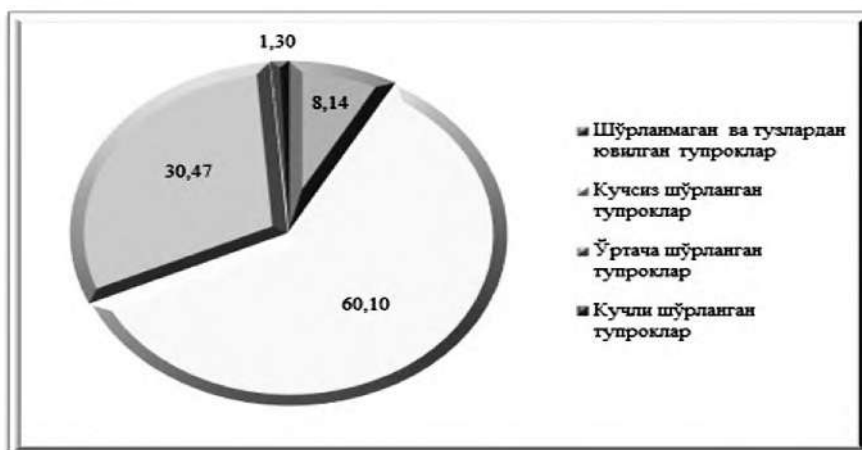
туманда дала-тупроқ тадқиқотлари ўтказилган жами 4827.0 га кишлоқ хўжалик суғориладиган ер майдонларида, кучсиз шўрланган майдонлар 2900.8 га ни ёки умумий суғориладиган ерларнинг 60.10 % ини, ўртача шўрланган ерлар майдони 1470.9 (30.47 %) га ни ва кучли шўрланган ер-майдонлари 62.6 (1.30 %) га ни ташкил этиши қайд этилди, шўрланмаган ерлар майдони эса 392.7 (8.14 %) гектарни ташкил этади (1-расм).

Туманда жами шўрланган ерлар майдони 4434.30 гектарни ёки 91.86 % ни ташкил этгани ҳолда, шундан кучли шўрланган ерлар майдони 62.6 гектарни (1.30 %) ташкил этиб, у ҳам бўлса фақат “Қарак-ота” хўжалиги суғориладиган тупроқларида қайд этилди, қолган хўжалиқларда кучсиз ва ўртача даражадаги шўрланиш аниқланди. Туман суғориладиган ерларнинг шўрланиш даражаси бўйича ер майдонлари ва уларнинг фозис кўрсаткичлари 2-расмда келтирилган.

Шўрланиш генезиси ва тузлар миграциясининг бориши кўп омилларга: ҳудуднинг геологик тузилиши, геоморфолитогенезиси, гидрогеологик шароитлари ва бу омиллар билан боғлиқ тупроқ ҳосил бўлиши жараёнлари турли хўжалиқлар ҳудудларида турлича содир бўлган. Галогенезис ва тузлар миграцияси табиий жараёнларига инсон-хўжалик фаолияти— барча агротехник тадбирлар, шу жумладан суғориш, мелиорация ва агротехниканинг мураккаб мажмуалари ҳам катта таъсир кўрсатади.

Суғориладиган ҳудудлар учун шўрланган тупроқларни тавсифловчи муҳим ва осон киёсланувчи кўрсаткич – бу тупроқнинг 0-1 м қатламидаги тузлар микдорининг (захирасининг) ўртача солиштира микдорлари ҳисобланиб, бу микдорий кўрсаткич, масалан, тупроқдан шўр ювиш ишларида чиқариб юборилиши зарур бўлган тузларнинг умумий микдори тўғрисида тасаввур беради.

Ўрганилган Конимех тумани суғориладиган ўтлоқи ва сур тусли кўнғир-ўтлоқли тупроқларнинг устки 0-1 м қатламидаги тузлар захираси хўжалиқларнинг табиий шароитлари билан бир қаторда антропоген омиллар ва деҳқончилик маданиятига боғлиқ ҳолда шаклланган. Туман суғориладиган ерлари учун тузилган тупроқ шўрланиши картограммасида, шўрланмаган айримларда қабул қилинган классификацияга кўра,



2 - расм. Навоий вилояти Конимех тумани суғориладиган тупроқларнинг шўрланиш даражаси бўйича тақсимланиши (% ҳисобида), 2015 й.

умумий тузлар захираси гектарида 0-50 t/ha, курук колдик буйича тузлар миқдори 0,0-0,35 %, кучсиз шўрланган айирмаларда – 50-100 t/ha (0,35-0,70 %), ўртача шўрланган айирмаларда – 100-200 t/ha (0,70-1,40 %), кучли шўрланган айирмаларда – 200-300 t/ha (1,40-2,10 %) ни, жуда кучли шўрланган (шўрхоклашган) айирмаларда гектарида 300 t дан ортик, курук колдик буйича тузларнинг умумий миқдори 2,10 % дан ортик кўрсаткичларни ташкил этган. Хлоридли ва сульфат-хлоридли шўрланиш типидagi кучли шўрланган тупроқларнинг (“Қарак-ота” хўжалиги) шу қатламдаги ўртача миқдорий кўрсаткичлари курук колдик буйича 0,715-1,270 %, хлор буйича 0,186-0,224 % ташкил этган тупроқларда, тузлар захираси мос равишда гектарида 100,1-177,8 ва 26,0-31,3 t оралигида тебраниб, бир қатор хлоридли типдаги кучли шўрланган тупроқлар ва шўрхоқларда тузларнинг устки 0-1 m қатламдаги умумий миқдори 1,265 % дан 1,500 % гача бўлган кўрсаткичларни ташкил этгани ҳолда, уларнинг захиралари мос равишда 177,1-210,0 ва 52,9-53,9 тонна миқдорда эканлиги аниқланди.

Навий вилояти Конимех тумани сўғориладиган ерлари турли даражада шўрланган, турли механик таркиб ва шўрланиш типларидан иборат бўлиб, тупроқ-мелиоратив ҳолати вилоятнинг бошқа бир қатор туманларга қараганда оғирроқ ҳисобланиб,

шўрланиш жараёнини олдини олиш, тупроқ унумдорлигини ошириш ва сақлаш масаларида сўғориладиган асосий майдонларда вужудга келган гидроморф сув режимини (грунт сувлари 1,5-2,5 m да), ярим гидроморф сув режимига (2,5-3,0 m га) ўтказиш, бунинг учун эса гидромелиоратив тизимлар 2-3 йилда тўлик тозаланиб туриши, ер ости сувлари оқими тўла таъминланган шароитда грунт сувларининг сатхи “критик чуқурлик”дан (2,5-3,0 m) пастда ушлаб турилиши, зарурият туғилган тақдирда қўшимча зовурлар казилиши зарур.

Мелиоратив тадбирлар ичида тупроқ шўрини ювишда тупроқларнинг шўрланиш даражаси, механик таркиби, сув ўтказувчанлиги ҳамда илдиз қатламидаги (0-1 m) тузлар миқдори ва захиралари ҳисобга олиниши, шўр ювиш меъёрлари механик таркибига қараб кучсиз шўрланган ерларда ўртача 3,0-3,5, ўртача шўрланган ерларда 2 марта сув бостириш орқали 4,0-4,5, кучли шўрланган ерларда 3 марта сув бостириш орқали 4,5-5,5 ва жуда кучли шўрланган механик таркиби енгил тупроқларда марзалар (чеклар)га 3 марта сув бостириш орқали 6,0-7,0, оғир тупроқларда 3-4 марта сув бостириб 10-12 m³/ha меъёрларида шўрини ювиш, хлор-иони миқдорини 0,01 % гача, курук колдик миқдорини эса 0,4-0,6 % гача камайтириш талаб этилади.

Библиографик руйхат

1. Артикова Х.Т. Почвы Бухарского оазиса и изменение под влиянием орошения. Автореф. дисс. канд. биол. наук. – Ташкент: ГосНИИПА, 2005. – 25 с.
2. Кушаков А. Ж. Маликҷул тоғ олди текисликларининг сўғориладиган сур тусли қўнғир тупроқларидаги шўрланиш жараёнлари ва шакллари. Б.ф.н. дисс. автореферати. – Тошкент: ТАИТДИ, 2007. – 28 б.
3. Қўзиев Р.Қ., Сектименко В. Е., Исмонов А. Ж. Ўзбекистон Республикаси тупроқ қопламалари Атласи. – Тошкент, 2010. – 48 б.
4. Фелициант Н.И., Конбеева Г.М., Горбунов Б.В., Абдуллаев М.А. Почвы Узбекистана (Бухарская и Навоийская области). – Ташкент: Изд-во «Фан» УзССР, 1984. – 152 с.

УДК 622.7:08+622.755+622.775

© Санакулов К.С., Самадов А.У., Эрназаров М. 2017 г.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ С ФТОРИДАМИ АММОНИЯ

Санакулов К.С., генеральный директор НГМК, докт. техн. наук; Самадов А.У., доцент кафедры «Металлургия» ТашГТУ, канд. техн. наук; Эрназаров М., зав. лабораторией «Обогащение полезных ископаемых» ГУП «O'zgeorangmetiliti», канд. техн. наук.

Maqolada moddalar issiqlik sig'imi temperaturaga bog'liq bo'lmasligini hisobga olib, Temkin Shvartsmaning hisob uslubi orqali kimyoviy reaksiyalar tengligi aniqlanganligi keltirilgan.

Hozirda bu uslubdan absolyut entropiyalardan foydalanib, turli haroratlarda kimyoviy reaksiyalar konstantalar tengligini hisoblashda, kerakli aniq natijalarni olgan holda, keng foydalanib kelinmoqda. Bundan tashqari gidroftorlash jarayonini o'rganish ko'rib chiqilgan, turli haroratlarda texnogen tuzilishning isitish namunasiga bog'liq bo'lgan kremniy dioksidining o'zgarish darajasi aniqlangan.

Tayanch iboralar: kimyoviy reaksiya, Temkin -Shvartsman uslubi, katta issiqlik sig'imlilik, isish temperaturasi, absolyut entropiya, kremniy dioksidining o'zgarish darajasi, isishning o'sishi, aktivlashish energiyasi, termodinamika, kukunsifat faza, suvning bug'lanishi, ammiakning faol ajralishi, gazli faza.

In article definitions of balance of chemical reaction by a calculation method of Temkin-Schwarzman, taking into account are stated that the thermal capacity of substances doesn't depend on temperature.

Now this method is widely used when calculating constants of balance of chemical reactions at any temperatures with use of absolute entropy, yielding results of necessary accuracy. Also hydrofluorination process studying are considered, extents of transformation of dioxide of silicon depending on heating of a model of technogenic educations at various temperatures are defined.

Key words: chemical reaction, method of Temkin-Schwarzman, thermal capacity, preheat temperature, absolute entropy, extents of transformation of dioxide silicon, increase in heating, activation energy, thermodynamics, powder phase, evaporation of water, active release of ammonia, gaseous phase.

Определив равновесие химических реакций, которые в результате взаимодействия компонентов техногенного сырья с фторидами аммония с получением диоксида кремния произведен расчет методом Темкина-Шварцмана, с учетом, что теплоемкость веществ не зависит от температуры [1]:

$$\Delta G_T^0 = \Delta H_{298}^0 - T\Delta S_{298}^0 - IT; \quad (1)$$

где, ΔH_{298}^0 – определяют по стандартным теплотам образования. ΔS_{298}^0 -определяют по стандартным абсолютным энтропиям компонентов.

$$I = \frac{1}{T} \int_{298}^T \Delta G_p dT + \int_{298}^T \frac{\Delta C_p}{T} dT; \quad (2)$$

где ΔC_p – изменение молярной теплоемкости в результате протекания процесса при $p = \text{const}$.

$$I = \Delta a M_0 + \Delta d M_1 + \Delta c M_2 + \Delta C' M_2 \quad (3)$$

где M_0, M_1, M_2, M_2' – функции температуры.

$$M_0 = \frac{298}{T} - 1 + \ln \frac{T}{298}; \quad (4)$$

$$M_1 = \frac{298^{n+1}}{(n+1)T} - \frac{298}{n} + \frac{T}{n(n+1)}; \quad (5)$$

$$I = M_0 C_{p298}; \quad (6)$$

$$I = \left\{ \frac{298}{T} - 1 + \ln \left(\frac{T}{298} \right) \right\} C_{p298}; \quad (7)$$

$$IT = C_{p298} \left\{ 298 - T + T \ln \left(\frac{T}{298} \right) \right\}. \quad (8)$$

Объединив выше указанные уравнения, получаем:

$$\Delta G_T^0 = \Delta H_{298}^0 - T\Delta S_{298}^0 + \Delta G_p \left\{ T - 298 - T \ln \left(\frac{T}{298} \right) \right\} \quad (9)$$

В настоящее время этот метод [2] широко используется при расчете констант равновесия химических реакций при любых температурах с использованием абсолютных энтропий, давая результаты необходимой точности. Это связано с тем, что используемые теплоты образования и абсолютные энтропии широко изучены и берутся из справочной литературы. Значение IT небольшое, при этом I основано на нескольких коэффициентах, в различных источниках имеющих отличия, следовательно, ошибка, которую дает данное произведение незначительна.

В табл. 1 приведены исходные данные для термодинамического расчета процесса гидрофторирования.

В табл. 2 приведены данные термодинамического расчета реакции гидрофторирования оксида кремния.

Взаимодействие оксида алюминия с гидрофторидом аммония.

Расчетные значения ΔH^0 (kJ/mol) и ΔG^0 (kJ/mol) реакций гидрофторирования Al_2O_3 представленные в табл. 3

Гидрофторид аммония брали с двукратным избытком относительно стехиометрии при условии, что образуются гексафтороалюминат аммония и вода.

При 125.4 °C наблюдается плавление гидрофторида аммония; начинается процесс гидрофторирования оксида алюминия. При 169 °C возгоняется избыточный гидрофторид аммония в виде газообразных аммиака и фтороводорода. В результате нагревания первоначальный фтороаммонийный комплекс алюминия $(NH_4)_3AlF_6 \cdot nNH_4F$ разлагается до $(NH_4)_3AlF_6$ - 182 °C (48,3 % массы навески) образуется NH_4AlF_4 , который в свою очередь, разлагается до AlF_3 при 354 °C; процессы разложения протекают с выделением газообразных аммиака и фтороводорода. При 631 °C начинается процесс пиролиз гидрофторида аммония, который при 667 °C заканчивается образованием Al_2O_3 . На основании термодинамического анализа можно представить следующую последовательность возможно протекающих химических реакций в зависимости от температуры процесса:

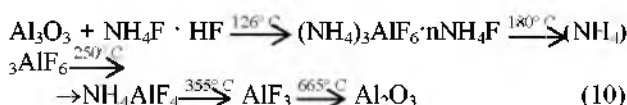


Таблица 1
Исходные данные для термодинамического расчета процесса гидрофторирования

Вещество	$\Delta H, \text{kJ/mol}$	$\Delta S, \text{J/mol} \cdot \text{K}$	$C_p, \text{J/mol} \cdot \text{K}$
NH_4F	-463,1	71,7	65,27
$NH_4F \cdot HF$	-800,0	115,6	206,59
NH_3	-46,8	192,3	35,6
H_2O	-241,6	188,5	33,58
$(NH_4)_2SiF_6$	-2689	284,0	277,0
SiO_2	-910,1	41,8	44,48
HF	-270,9	173,5	29,16
SiF_4	-1613,5	281,7	73,37

Таблица 2

Данные термодинамического расчета реакций гидрофторирования оксида кремния

T, K	300	400	500	600
$\text{SiO}_2 + 6\text{NH}_4\text{F} = (\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6 + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$				
$\Delta G^0_i(\text{kJ/mol})$	42	-55	-153	-252
Kp	$5.14 \cdot 10^{-8}$	$1.43 \cdot 10^{-7}$	$9.06 \cdot 10^{-13}$	$8.17 \cdot 10^{-21}$
$\text{SiO}_2 + 3\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF} = (\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6 + \text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$				
$\Delta G^0_i(\text{kJ/mol})$	-48	-90	-125	-154
Kp	$2.60 \cdot 10^8$	$6.28 \cdot 10^{11}$	$1.19 \cdot 10^{13}$	$2.69 \cdot 10^{13}$
$\text{SiO}_2 + \text{HF} = \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$				
$\Delta G^0_i(\text{kJ/mol})$	-80	-72	-63	-54
Kp	$8.20 \cdot 10^{13}$	$2.43 \cdot 10^9$	$4.12 \cdot 10^6$	$5.38 \cdot 10^4$
T, K	700	800	900	1000
$\text{SiO}_2 + 6\text{NH}_4\text{F} = (\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6 + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$				
$\Delta G^0_i(\text{kJ/mol})$	-351	-452	-553	-655
Kp	$1.70 \cdot 10^{26}$	$3.27 \cdot 10^{29}$	$1.28 \cdot 10^{32}$	$1.62 \cdot 10^{34}$
$\text{SiO}_2 + 3\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF} = (\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6 + \text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$				
$\Delta G^0_i(\text{kJ/mol})$	-178	-199	-215	-229
Kp	$2.12 \cdot 10^{13}$	$9.59 \cdot 10^{12}$	$3.22 \cdot 10^{12}$	$9.17 \cdot 10^{11}$
$\text{SiO}_2 + \text{HF} = \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$				
$\Delta G^0_i(\text{kJ/mol})$	-45	-35	-26	-15
Kp	$2.29 \cdot 10^3$	$2.05 \cdot 10^2$	30,30	6,40

На рис. 1. приведены изменения степени превращения диоксида кремния в процессе гидрофторирования в зависимости от времени подогрева образца при различных температурах, который описывается уравнением:

$$\alpha = 1 - \left(1 - 74,3e^{\frac{57600}{8,31\tau}} \right)^3 \quad (11)$$

Коэффициент корреляции данного уравнения составляет 0,86 %

Таким образом, на основе изучения процесса гидрофторирования определены степени превращения диоксида кремния в зависимости от подогрева образца техногенных образований при различных температурах. Установлено, что с увеличением времени подогрева образца до 120 мин и при различных температурах равных 90, 115 и 135 °С степень превращения

Таблица 3

Расчетные значения $\Delta H^0_i(\text{kJ/mol})$ и $\Delta G^0_i(\text{kJ/mol})$ реакций гидрофторирования Al_2O_3

$\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{NH}_4\text{F} = 2\text{AlF}_3 + 6\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$						
T, K	298	323	400	600	800	1000
$\Delta H^0_i(\text{kJ/mol})$	436	436	435	431	427	424
$\Delta G^0_i(\text{kJ/mol})$	34	-0,4	-106	-377	-648	-918
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF} = 2\text{AlF}_3 + 3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$						
T, K	298	400	600	800	1000	1200
$\Delta H^0_i(\text{kJ/mol})$	100	65	-5	-74	-144	-213
$\Delta G^0_i(\text{kJ/mol})$	-57	-141	-281	-397	-495	-580

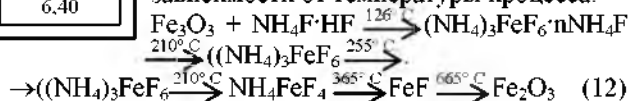
диоксида кремния в процессе гидрофторирования возрастает.

Также установлено, что с увеличением времени подогрева образца 120 мин, при подогреве равном 90 °С, степень превращения диоксида кремния возрастает на 58 %; увеличение их подогрева до 115 °С сопровождаются увеличением степени превращения диоксида кремния до 78 %; увеличение подогрева образца до 135 °С сопровождаются увеличением степени превращения диоксида кремния до 98 %.

Энергия активации процесса составила $57,6 \pm 2,9 \text{ kJ/mol}$. Процесс лимитируется кинетикой химической реакции.

Термодинамика взаимодействия оксида железа с гидрофторидом аммония. Расчетные значения $\Delta H^0_i(\text{kJ/mol})$ и $\Delta G^0_i(\text{kJ/mol})$ реакций гидрофторирования Fe_2O_3 представлены в табл. 4.

На основании термодинамического анализа можно представить следующую последовательность возможно протекающих химических реакций в зависимости от температуры процесса:



Зависимость степени протекания процесса от времени при различных температурах для гидрофторирования оксида железа (III) гидрофторидом аммония описывается уравнением:

$$\alpha = 1 - \left(1 - 0,2e^{\frac{51600}{8,31\tau}} \right)^3 \quad (13)$$

Энергия активации процесса составила $51,6 \pm 1,6 \text{ kJ/mol}$. Процесс лимитирует как диффузия, так и кинетика химической реакции, это предполагает влияние не только температуры, но и интенсивности перемешивания реакционной массы на скорость химической реакции.

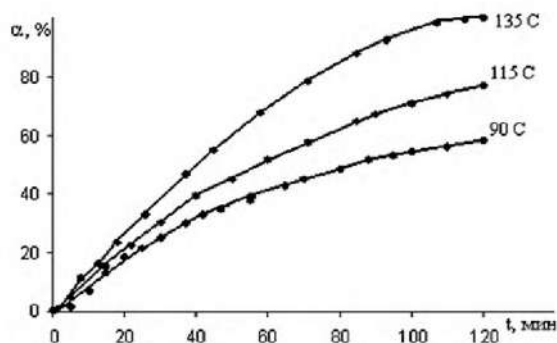
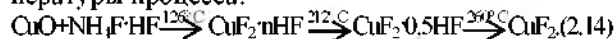


Рис. 1. Изменения степени превращения диоксида кремния в процессе гидрофторирования в зависимости от времени подогрева образца при различных температурах.

Взаимодействие оксида меди с гидрофторидом аммония. Расчетные значения ΔH^0_i (kJ/mol) и ΔG^0_i (kJ/mol) реакций гидрофторирования CuO представлены в табл. 5.

На основании термодинамического анализа можно представить следующую последовательность возможно протекающих химических реакций в зависимости от температуры процесса:



Зависимость степени превращения от времени при различных температурах для процесса гидрофторирования оксида меди (II) гидрофторидом аммония описывается уравнением:

$$\alpha = 1 - \left(1 - 0,2e^{\frac{41200}{3,317\tau}} \right)_3; \quad (15)$$

Энергия активации процесса составила $41,2 \pm 2,1$ kJ/mol. Способ ускорения процесса – повышение температуры.

Термодинамические расчеты показали, что равновесие процесса фторирования диоксида кремния фторидом аммония смещено в сторону образования гексафторосиликата аммония выше 344 К, бифторидом аммония выше 206 К, фтороводородом ниже 1149 К.

При фтороаммонийной переработке кварцевого сырья используются низкотемпературные процессы (не более 400°С). Стоит отметить экологические критерии: при фторидной очистке диоксида кремния используется фторид аммония, который при комнатной температуре представляет собой твердое кристаллическое вещество не представляющее опасность для экологии.

Помимо экологической безопасности и низкой энергоёмкости разработанной технологии переработки техногенных отходов ГМП и получения дополнительных ценных компонентов, экономическая эффективность способа, прежде всего, связана с достаточно простой и полной регенерацией фторирующего агента, равновесный состав газовой фазы, реакции фторирования диоксида кремния которого представлены на рис. 2.

На основе изучения процесса образования гексафторосиликата аммония установлено, что фторирование диоксида кремния зависит от температуры подогрева,

Таблица 4

Расчетные значения ΔH^0_i (kJ/mol) и ΔG^0_i (kJ/mol) реакций гидрофторирования Fe_2O_3

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{NH}_4\text{F} = 2\text{FeF}_3 + 6\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$						
T, K	298	323	400	600	800	1000
ΔH^0_i (kJ/mol)	513	512	512	509	507	505
ΔG^0_i (kJ/mol)	103	-1	-39	315	-590	-865
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF} = 2\text{FeF}_3 + 3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$						
T, K	298	400	600	800	1000	1200
ΔH^0_i (kJ/mol)	177	173	142	74	6	-62
ΔG^0_i (kJ/mol)	8	-0,7	-79	-225	-348	-454

Таблица 5

Расчетные значения ΔH^0_i (kJ/mol) и ΔG^0_i (kJ/mol) реакций гидрофторирования CuO

$\text{CuO} + 6\text{NH}_4\text{F} = \text{CuF}_2 + 2\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$						
T, K	298	323	400	600	800	1000
ΔH^0_i (kJ/mol)	198	198	198	199	199	199
ΔG^0_i (kJ/mol)	62	16	-0,1	-75	-167	-258
$\text{CuO} + 3\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF} = \text{CuF}_2 + \text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$						
T, K	298	400	600	800	1000	1200
ΔH^0_i (kJ/mol)	86	74	73	52	30	8
ΔG^0_i (kJ/mol)	32	4	-0,1	-43	-82	-116

с увеличением которого от 30 до 160 °С, происходит испарение воды, дальнейшее увеличение температуры не влияет на процесс испарения. С увеличением температуры подогрева от 130 до 200 °С, происходит активное выделение аммиака. Дальнейшее увеличение температуры пассивно влияет на процесс их выделения. Исследованиями установлено, что с увеличением температуры подогрева от 150 до 320 °С, гексафторосиликат аммония переходит в газовую фазу, дальнейшее увеличение температуры не влияет на процесс образования гексафторосиликата аммония. При снижении температуры до 200 °С, гексафторосиликат аммония переходит в порошкообразную фазу.

Таким образом, на основе изучения процесса гидрофторирования определены степени превращения диоксида кремния в зависимости от подогрева образца техногенных образований при различных температурах. Установлено, что с увеличением времени подогрева образца до 120 мин и при различных температурах равных 90, 115 и 135 °С степень превращения диоксида кремния в процессе гидрофторирования возрастает.

Также установлено, что с увеличением времени подогрева образца 120 мин, при их подогреве равном 90 °С, степень превращения диоксида кремния возрастает 58 %; увеличение их подогрева до 115 °С сопровождается увеличением степени превращения

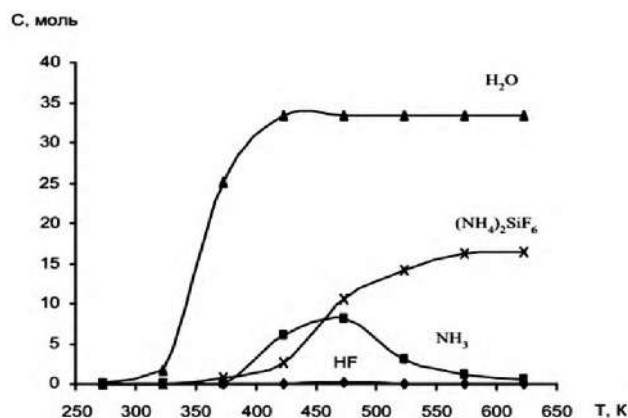


Рис. 2. Равновесный состав газовой фазы реакции фторирования диоксида кремния.

диоксида кремния 78 %. увеличение подогрева образца до 135 °С сопровождается увеличением степени превращения диоксида кремния до 98 %.

На основе изучения процесса образования гиксофторсиликата аммония установлено, что фторирование диоксида кремния зависит от температуры подогрева, с увеличением которой от 30 до 160 °С, происходит испарение воды, дальнейшее увеличение температуры не влияет на процесс испарения. С увеличением температуры подогрева от 130 до 200 °С,

происходит активное выделение аммиака. Дальнейшее увеличение температуры пассивно влияет на процесс их выделения. Исследованиями установлено, что с увеличением температуры подогрева от 150 до 320 °С, гиксофторсиликат аммония переходит в газовую фазу, дальнейшее увеличение температуры не влияет на процесс образования гиксофторсиликата аммония. При снижении температуры до 200 °С, гиксофторсиликат аммония переходит в порошкообразную фазу.

Библиографический список

1. Андреев А.А., Дьяченко А.Н., Крайденко Р.И. Термодинамические исследования взаимодействия фторида и хлорида аммония с компонентами техногенного сырья. Труды II Международного Сибирского семинара «Современные неорганические фториды» (intersibfluorine – 2006). – Томск, 2006. – с. 11 – 14.
2. Андреев А.А., Дьяченко А.Н., Крайденко Р.И. Галогенаммонийное разделение минеральной смеси на индивидуальные компоненты // Химическая промышленность сегодня, №3, 2007 г., С.6-11.

УДК 622.7+622.765.8

© Василёнок О.П., Шмакина М.Г., Халикова М.М. 2017 г.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАКУТАН

Василёнок О.П., начальник ЦНИЛ НГМК; Шмакина М.Г., зам. начальника по технологии ЦНИЛ НГМК; Халикова М.М., начальник технологической лаборатории по золоту ЦНИЛ НГМК.

Maqolada Qoraqo`tan koni uchun yagona boyitish texnologiyasini ishlab chiqishni aniqlash imkoniyati keltirilgan. MITLda boyitish mahsulotlarini keyingi alohidalab sorbsion sianlash bilan, barcha keltirilgan namunalarni gravitatsiya va flotatsiya metodlari bilan boyitish bo`yicha tajribalar o`tkazildi.

Hozirgi kunda "Qoraqo`tan" konining konsentratlarni keyingi kayta ishlash yagona boyitish texnologiyasini ishlab chiqish MITL tadqiqotlari bo`yicha dastlabki konsentratlarni sorbsion sianlashning hozirgi kunda yanada istiqbolli sxemasi tanlandi.

Tayanch iboralar: "Qoraqo`tan" koni, boyitish bo`yicha tadqiqotlar, gravitatsiya va flotatsiya metodlari, sorbsion sianlash, boyitish mahsuloti, qayta ishlash sxemasi, foydali komponentlarni ajratib olish, oltin sulfidlar bilan, oltinni ajratib olish diapazoni, reagentlar, sianid konsentratsiyasi, smolani yuklash, intensiv sianlash chiqindilari.

In article determinations of a possibility of development of single technology of conversion for ores of the Karakutan field are stated. In CRL (Central Research Laboratory) researches on enrichment of all provided tests by gravitational and floatation method, with further separate sorption cyanation of products of enrichment were conducted.

Now on researches CRL on development of single technology to further conversion of concentrates of the Karakutan field, the most perspective is chosen the scheme of sorption cyanidation of initial concentrates today.

Key words: Karakutan field, researches on enrichment, gravitational and floatation method, sorption cyanation, products of enrichment, scheme of processing, extraction of useful components, gold with sulphides, range of gold extraction, concentration of cyanide, resin loading, intensive cyanidation tailings.

В течение последних лет в переработку на ГМЗ-1 активно вовлекаются руды месторождения Каракутан. В 2009 г. доля руд данного месторождения составила 2-3 %, к 2013 г. выросла до 35 % и в настоящее время составляет около 15 %. При вовлечении в переработку нового типа сырья, необходимо определить оптимальную технологическую схему, обеспечивающую максимальное извлечение полезного компонента, в данном случае золота.

Выбор схемы переработки золотосодержащих руд зависит от многих факторов и одним из основных является вещественный состав породообразующих составляющих руды, а так же наличие свободного, т. е. цианируемого золота, крупность, характер вкрапленности, ассоциированность золота с сульфидами и с другими рудными минералами, а так же наличие в руде компонентов осложняющих технологию переработки.

Месторождение «Каракутан» расположено в Зиаэтинском (Каракутанском) рудном поле, расположенном на границе Зарафшано-Алайской и Зарафшано-Туркестанской структурно-формационных зон. Сложено оно осадочно-метаморфическими образованиями палеозоя, прорванными преимущественно гранитоидными интрузиями. Все образования, в той или иной степени, подвержены региональному и контактовому метаморфизму. В результате складчатых процессов они значительно дислоцированы и осложнены разрывными нарушениями. Площадь поля сложена образованиями нижнепалеозойского фундамента, условно датированым ранним девонем, объединённых в Катармайскую свиту.

В пределах Зиаэтинского (Каракутанского) рудного поля находятся месторождения «Каракутан», «Бешкудук», «Янги-давон», площади и участки «Ташкан», «Октябрьский», «Северокаракутанский», «Булямущ», «Можар», «Раджан» и др. Сравнивая все указанные месторождения можно сказать, что в вещественном плане все они представлены однотипными для Зиаэтинского рудного поля рудным материалом: кварцем, кварцевыми и кварц-сланцевыми брекчиями, слюдист-кварцевыми сланцами, спиллитами, доломитами с вкрапленностью сульфидов (арсенопирита и пирита). С точки зрения минералогии, также имеется огромное сходство, но есть и отличия. На отдельных участках в породообразующих породах значительную часть составляют карбонаты, алюмосиликаты, другие отличаются высоким содержанием окислов и гидроокислов железа, которое покрывает золото и препятствует его растворению цианистыми растворами, на третьих присутствует повышенное содержание углистого вещества, сульфидных минералов, некоторые отличаются повышенным содержанием серебра и антимонита.

Данные отличия накладывают отпечаток на технологические особенности руд каждого карьера и предполагают различные схемы переработки.

С 2012 по 2014 гг. в ЦНИЛ для исследований поступали пробы с разных горизонтов опытно-промышленного карьера (ОПК) и разведочно-эксплуатационной штольни (РЕШ -5) месторождения Каракутан. В данный период были проведены лабораторные исследования на пяти пробах весом по 2-2,5 т. Диапазон извлечения золота на этих пробах, по схеме прямого сорбционного цианирования составил от 55% до 80%, при гравитационном обогащении извлечение в концентрат было получено от 45% до 56%, сорбционное выщелачивание хвостов гравитации обеспечило от 26% до 39% извлечения металла. В целом гравитационно-сорбционная схема переработки, в зависимости от исходного содержания металла в исходных пробах обеспечивала от 76% до 93%, извлечение золота, (без учета извлечения из гравито-концентрата). При этом реализация в лабораторных условиях флотационно-сорбционной схемы переработки показывала равнозначные с гравитационно-сорбционной

схемой показатели. Извлечение золота во флото-концентраты по пробам было получено от 57% до 78%, сорбционное выщелачивание хвостов флотации показало от 15% до 23% до-извлечения металла, что обеспечивало от 79% до 94% извлечения золота из руды (без учета извлечения из флото-концентратов).

Так как реализация флотационно-сорбционной схемы предполагала дополнительные затраты на реагенты и на ГМЗ-1 не имелось участка флотационного обогащения, гравитационно-сорбционная схема была принята основной для дальнейшего направления исследований работ.

В августе – сентябре 2013 г. в опытном цехе № 1 ГМЗ-1 проводились полупромышленные испытания гравитационно-сорбционной схемы на пробе руды месторождения «Каракутан» опытно-промышленного карьера (ОПК), гор + 635 м рудного тела 112. В ходе проведения полупромышленных испытаний проверялись оптимальные схемы и время сорбции, концентрация цианида, загрузка смолы и т. д. В итоге испытаний гравитационно-сорбционной схемы в опытном цехе № 1, было получено извлечение золота из руды 81% (без учета извлечения из гравито-концентрата). Извлечение золота в гравито-концентрат составило 34-35%, при выходе концентрата 1,8-2%, на сорбции хвостов гравитации – 47%.

Параллельно полупромышленным испытаниям, в лабораторных условиях отработывалась технология извлечения золота из гравито-концентрата. Было проведено интенсивное цианирование исходного гравито-концентрата при разной концентрации NaCN с дальнейшим доизмельчением и сорбционным цианированием хвостов интенсивного цианирования. Также был проведен обжиг гравито-концентрата в определенном диапазоне температур и времени, с проведением аналогичных исследований по цианированию огарка. Извлечение золота из истертого концентрата при 18 h сорбционного цианирования и $C_{NaCN} = 1,0 \text{ g/l}$ составило 55,8%.

В условиях интенсивного цианирования концентрата исходной крупности, лучшие результаты были получены при концентрации NaCN = 10 g/l – 76% извлечения и 8% при сорбционном цианировании до-измельченных кеков интенсивного цианирования, итого 84% извлечения металла из гравито-концентрата.

Лучшие показатели по извлечению золота из огарка гравито-концентрата были получены при обжиге в течение трех часов при температуре 700°C.

При интенсивном цианировании огарка концентрата, оптимальная концентрация цианида составила 2 g/l, извлечение составило 92% и 5%, извлечение было получено при сорбционном цианировании до-измельченных кеков интенсивного цианирования огарка, что в итоге дало 97% извлечения металла из огарка гравито-концентрата.

В ноябре 2013 г. в опытном цехе № 1 ГМЗ-1 начались полупромышленные испытания гравитаци-

Таблица 1

Химический состав проб

Рудное тело	Горизонт, м	Содержание, %							
		Au, g/t	Ag, g/t	As	Fe _{общ}	S _{общ}	S _s	CO ₂	C _{орг}
PT 5 (РЭШ 5)	+524	3.9	64.0	0.48	3.8	2.33	1.96	3.1	0.52
PT-7, мало-сульфидные	+527	2.60	3.1	0.02	1.9	1.0	0.8	28.9	0.27
PT 17	+475	3.3	1.6	0.12	6.6	1.15	1.12	3.11	0.12
PT-51 (ОРТ заезд) мало-сульфидные	+480	3.0	6.7	0.07	3.3	1.23	0.93	17.6	0.26
PT 112	+537	1.5	2.2	0.1	4.1	0.24	0.22	2.3	0.78

Таблица 2

Рациональный анализ проб

Формы нахождения золота и характер его связи с рудными компонентами	Распределение золота %				
	PT 5	PT7	PT 17	PT 51	PT 112
Свободное и в виде сростков (цианируемое)	67.95	90.0	87.9	91.7	73.4
Цианируемое после обработки NaOH (покрытое пленками, ассоциированное с антимонитом и аморфным кремнеземом)	12.82	1.2	6.4	1.0	11.3
Цианируемое после обработки HCl (связанное с оксидами, гидрооксидами железа, карбонатами, хлоритами)	8.21	1.5	1.8	2.3	8.0
Ассоциированное с сульфидами и углеродистым веществом в том числе:					
а) извлекаемое цианированием после обработки HNO ₃ (ассоциированное с сульфидами)	5.9	2.0	1.2	2.0	2.0
б) извлекаемое цианированием после окислительного обжига при t = 650 ^o C (ассоциированное с углеродистым веществом и тонковкрапленными в него сульфидами)	3.33	3.8	1.2	1.3	3.3
Тонковкрапленное в породообразующие минералы	1.79	1.5	1.5	1.7	2.0
Итого: в исходной пробе (по балансу)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

онно – сорбционной схемы на пробе руды разведочно эксплуатационной штольни (РЕШ -5) рудного тела 30, месторождения «Каракутан». Целью испытаний было подтверждение результатов полученных в ходе полупромышленных испытаний на руде ОПК в сентябре, а так же оптимизация гравитационной схемы обогащения и отработка технологии переработки гравно – концентрата. В ходе проведения испытаний было зафиксировано резкое снижение извлечения металла на сорбционном переделе. Извлечение золота на сорбции хвостов гравитации составило 14-10 %.

Таблица 3

Сорбционное цианирование исходных проб (параметры цианирования: Т:Ж= 1:1,5; NaCN 250 mg/l.)

Режимы выщелачивания	Извлечение %				
	PT-5	PT-7	PT-17	PT-51	PT-112
6 h. п/ц + 12 сорбции	43.6	87.7	85.5	88.7	56.7
18 h. сорбции	53.8	88.8	86.9	90.3	66.7

при извлечении в гравно-концентрат 37-43 %.

Полученные данные полупромышленных испытаний, а также результаты проводимых параллельно лабораторных исследований, показали резкое изменение технологических свойств руды. По данным полупромышленных испытаний состоялось техническое совещание. В ходе обсуждения участники совещания пришли к выводу, что изменение технологических свойств руды связано с глубиной их залегания и было принято решение по проведению паспортизации первичных руд месторождения «Каракутан» и проведении ЦНИЛ дальнейших исследований по разработке технологии их переработки.

Для проведения технологических исследований по типизации руд отдельных рудных тел, в ЦНИЛ были доставлены пять проб весом по 2,5-3 т: с рудных тел № 5 (PT-5), № 7 (PT-7), № 17 (PT-17), № 51 (PT-51) и № 112 (PT-112) месторождения «Каракутан».

Химический анализ (табл. 1) показал, что пробы отличались между собой по содержанию анализируемых элементов. Особенно высоким содержанием серебра, мышьяка и серы выделялась проба PT-5. Повышенным содержанием органического углерода отличалась проба PT-112.

Данные рационального анализа (табл. 2) показали наличие в пробах, отобранные с рудных тел 7,17 и 51, от 87 % до 91,7 % свободного цианируемого золота, т. е. данные руды можно перерабатывать по схеме прямого сорбционного выщелачивания, подобрав оптимальную концентрацию цианида и время ведения процесса. Пробы, отобранные с рудных тел 5 и 112, относились к упорным и требовали подбора специальных методов переработки. Тестовые опыты с предварительным цианированием (таб. 3), показали высокую сорбционную активность руды проб PT- 5 и PT -112, извлечение золота по схеме с предварительным цианированием было получено на 10 % ниже, чем при прямом сорбционном выщелачивании.

Для определения возможности разработки единой технологии переработки для руд месторождения «Каракутан», в ЦНИЛ были проведены исследования

по обогащению всех представленных проб гравитационным и флотационным методом, с дальнейшим раздельным сорбционным цианированием продуктов обогащения.

Опыты по гравитационному обогащению проб проводили в условиях интенсивной гравитации на центробежном концентрате «Knelson» и на традиционных гравитационно-аппаратах полупромышленной пилотной установке включающей в себя шаровую мельницу МЛ-50, двухкамерную отсадочную машину МОД - 0.2 концентрационный стол СКО-0.5, лабораторные классификатор и сгуститель. Опыты на центробежном концентрате проводились в пять стадий, при доизмельчении руды после каждой стадии концентрирования, схема пилотной установки представлена на рис. 1, результаты опытов в табл. 4.

По всем пробам был получен достаточно высокий уровень извлечения металла в гравитационно-концентрат, от 45,47 до 69,87 % на центробежном концентрате «Knelson» и от 39,41 до 63,46 % на пилотной установке.

Параллельно опытам по гравитации, обрабатывался режим прямого флотационного обогащения руды. В заключении были проведены опыты в замкнутом цикле, по схеме представленной на рис. 2. Полученные результаты показали достаточно высокий уровень извлечения золота во флотоконцентрат (табл. 5).

На хвостах гравитации, полученных на пилотной установке, проводились опыты по сорбционному цианированию, флотационному доизвлечению металла с цианированием хвостов до флотации. На хвостах опытов по флотации исходной руды, так же были поставлены опыты по сорбционному выщелачиванию.

Итоговые показатели по извлечению золота для каждой пробы, полученные по результатам лабораторных исследований, представлены в табл. 6.

На основании проведенных исследовательских работ, были сделаны следующие выводы: руды месторождения «Каракутан» обладают различными технологическими свойствами, наряду с хорошо поддающимися сорбционному цианированию, есть участки, обладающие достаточной степенью упорности и требующие предварительного обогащения для дальнейшего извлечения

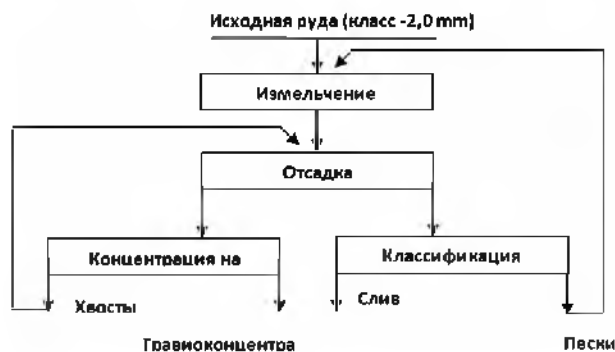


Рис. 1. Технологическая схема опыта пилотной установки.

Таблица 4

Показатели гравитационного обогащения

Рудное тело	Наименование продуктов	Концентрат «Knelson»			Пилотная установка		
		Выход, %	Содержание золота, g/t	Извлечение золота, %	Выход, %	Содержание золота, g/t	Извлечение золота, %
PT 5	Концентрат	4,66	53,92	63,73	7,57	23,13	48,65
	Хвосты	95,34	1,50	36,27	92,43	2,0	51,35
	Исходная руда	100,00	3,94	100,00	100,0	3,6	100,0
PT 7	Концентрат	5,31	35,97	69,87	3,64	35,72	49,44
	Хвосты	94,69	0,87	30,13	96,36	1,38	50,56
	Исходная руда	100,00	2,73	100,00	100,0	2,63	100,0
PT 17	Концентрат	4,10	53,31	65,51	8,22	23,4	58,28
	Хвосты	95,90	1,20	34,49	91,78	1,5	41,72
	Исходная руда	100,0	3,34	100,0	100,0	3,3	100,0
PT 51	Концентрат	4,83	43,86	66,93	8,65	22,0	63,46
	Хвосты	95,17	1,10	33,07	91,35	1,2	36,54
	Исходная руда	100,0	3,17	100,0	100,0	3,0	100,0
PT 112	Концентрат	4,03	17,28	45,47	2,27	26,0	39,41
	Хвосты	95,97	0,87	54,53	97,73	0,93	60,59
	Исходная руда	100,00	1,53	100,00	100,0	1,5	100,0



Рис. 2. Схема постановки замкнутых опытов по флотации.

Таблица 5
Показатели флотационного обогащения исходной руды

Рудное тело	Наименование продуктов	Выход, %	Содержание золота, g/t	Извлечение золота, %
PT 5	Концентрат	18.07	18.03	85.95
	Хвосты	81.93	0.65	14.05
	Исходная руда	100.00	3.79	100.00
PT 7	Концентрат	7.67	28.65	81.23
	Хвосты	92.33	0.55	18.77
	Исходная руда	100.0	2.71	100.0
PT 17	Концентрат	12.94	20.01	80.95
	Хвосты	87.06	0.70	19.05
	Исходная руда	100.0	3.20	100.0
PT 51	Концентрат	9.01	28.42	84.40
	Хвосты	90.99	0.52	15.60
	Исходная руда	100.0	3.03	100.0
PT 112	Концентрат	4.09	24.34	68.40
	Хвосты	95.91	0.48	31.60
	Исходная руда	100.0	1.46	100.0

хвостов гравитации. Гравитационно – флотационная схема не дает достаточно высокого извлечения золота из руды, необходима сорбция. При флотационном обогащении исходной руды получен достаточно высокий уровень извлечения в концентраты, даже для хорошо цианируемых руд. Показатели по извлечению металла из руды, полученные по гравитационно–флотационно–сорбционной схеме и флотационно–сорбционной равнозначны, что позволяет исключить из технологической цепочки гравитационный передел и перерабатывать руды месторождения «Каракутан» по одной схеме.

Проведенные в 2015 г. исследования на руде текущей поставки на ГМЗ -1, добытую подземным способом (РЭШ-5 горизонт +500.0) с рудного тела № 5 месторождения «Каракутан», и в 2016 г. на руде текущей поставки на ГМЗ -1, добытую подземным способом с месторождения «Каракутан», выработки НТС-2К, горизонт +420 м, рудное тело № 51, показали аналогичные результаты.

Лабораторные исследования по дальнейшему извлечению золота из концентратов показывают не однозначные результаты. Извлечение золота из концентратов, полученных из руд с высоким содержанием свободного золота, довольно высокое до 90 % по гравикоцентриатам до 85 % по флотоцентриатам. Обжиг таких концентратов, повышает извлечение при последующем цианировании на 3-5%. Извлечение золота из концентратов, полученных из упорных руд, составляет до 70 % из гравикоцентриатов и до 55-60 % из флотоцентриатов. Обжиг таких концентратов в отдельных случаях показывает удовлетворительные результаты при последующем цианировании, а в отдельных случаях либо мало эффективен, либо дает резкое снижение извлечения при последующей сорбционном выщелачивании как гравикоцентриатов так и флотоцентриатов и в том числе концентратов полученных на хорошо цианируемых рудах. Замечено, что, как правило, извлечение после обжига снижается на концентратах с высоким содержанием серебра.

В настоящее время в ЦНИЛ продолжают исследования по разработке единой технологии дальнейшей переработке концентратов с различных участков месторождения «Каракутан». Наиболее перспективной на сегодняшний день, считаем схему сорбционного цианирования исходных концентратов при повышенных расходах цианида, с дальнейшим обжигом кеков цианирования и доизвлечением золота из огарков на цепочки сорбционного цианирования хвостов флотации.

Таблица 6
Показатели сквозного извлечения металла в зависимости от схемы переработки руды (без учета извлечения золота из концентратов)

Схема переработки	Сквозное извлечение, %				
	PT 5	PT 7	PT 17	PT 51	PT 112
Сорбционное цианирование исходной руды в режиме рационального анализа	67.95	90.0	87.9	91.7	73.4
Извлечение в гравикоцентриат	48.65	49.44	58.28	63.46	39.41
Сорбционное цианирование хв-х гравитации	34.15	41.76	33.92	30.44	34.54
Гравитационно-сорбционная схема	82.8	91.2	92.2	93.9	73.95
Кон-т до-флотация на хв-х гравитации	40.42	31.84	28.46	26.16	30.20
Гравитационно-флотационно схема	89.07	81.28	86.74	89.62	69.61
Гравико-флотационно-сорбционная схема	96.94	95.23	96.82	96.72	87.33
Извлечение в концентрат флотации	85.95	81.23	80.95	84.40	68.40
Флотационно-сорбционная схема	96.54	95.48	95.1	95.8	86.82

золота из концентратов. Можно предположить, что с переходом на более глубокие горизонты упорность руд будет возрастать и для более полного извлечения золота из руды требуется флотационное обогащение. Гравитационное обогащение показывает достаточно высокий уровень извлечения металла в концентрат, но требуется операция доизвлечения золота из

МЕТОДИКА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ РАДИОАКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД

Музафаров А.М., зам. начальника по науке, главный инженер ЦНИЛ НГМК.

Ushbu maqolada tabiiy suvlar radioaktivligini oldindan baholash tadqiqotlari va ichimlik suvlarining izotopli tahlillarini o'tkazish natijalari keltirilgan. Suv na'munalarida $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ izotoplari orasidagi radioaktiv muvozanatning buzilishi bo'yicha natijalar keltirilgan. Olingan natijalardan shu ma'lumki, yer osti suvlarida ^{234}U izotopi konsentratsiyasi yer usti suvlaridagiga qaraganda yuqori.

Tayanch iboralar: ichimlik suvi, izotopli tahlil, radiokimyoviy tayyorgarlik, uran izotoplarini konsentratlash, ekstraktsion bo'linma, hisob na'muna, radiatsion muvozanatning buzilishi, izotop konsentratsiyasi, uzoq yashovchi alfa nurlanuvchi radionuklidlar.

Results of a research of preliminary estimate of radioactivity of natural waters and carrying out the isotope analysis of drinking waters are given in this article. Results on violations of radioactive balance between isotopes - $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ in water tests are given. From the received results it is visible that, in underground waters concentration of isotope ^{234}U is more than in surface water.

Key words: drinking-water, isotope analysis, radiochemical preparation, concentration of uranium isotopes, extractor department, load, breach of radioactive equilibrium, isotope concentration, long-lived alpha-emitting radionuclides.

Актуальность. Обеспечение населения качественной и соответствующей требуемым радиационным нормам питьевой водой является важной задачей любого общества. Данная задача приобретает еще большую важность в аридных условиях, из-за нехватки воды, различные природные воды не соответствующие к питьевым требованиям могут быть применены для употребления как питьевой. Для оценки пригодности природных вод для питьевых целей применяют методику предварительной оценки радиоактивности природных вод. Данный метод включает в себя определение суммарной альфа-бета активности, изотопный анализ альфа-излучающих радионуклидов и при необходимости определение уровня вмешательства. Из имеющихся методик наиболее доступным методом анализа альфа-излучающих радионуклидов является метод альфа-спектрометрии. На основании вышеперечисленных, разработки методик предварительной оценки радиоактивности природных вод являются актуальной задачей прикладной ядерной физики и радиоэкологии [1-4].

Техника и методика эксперимента.

Предварительная оценка допустимости использования воды для питьевых целей может быть дана по удельной суммарной альфа (A_α)- и бета (A_β)-активности, которая не должна превышать 0,2 и 2,0 Bq/kg, соответственно [5-6].

Для полноценной оценки природных вод соответствующей вышеперечисленным требованиям задачами наших исследований явилось определение удельной суммарной альфа-бета активности, изотопного состава естественных радионуклидов и проверки её в соответствии к требованиям уровня вмешательства [7-8].

Последовательность проведения определения удельной суммарной альфа-бета активности включает следующие: пробу воды тщательно перемешивают, отмеряют 1,0 л и помещают в термостойкий стакан. Стакан устанавливают на электрическую плитку и выпаривают при t не выше 90° на песчаной бане, добавляя в пробу 5 ml азотной кислоты концентрированной. После упаривания до объема 100-150 ml на плиту устанавливают предварительно взвешенную фарфоровую чашку, заполняют пробой не более чем на 2/3 объема и продолжают упаривать. По мере упаривания раствором порциями добавляют из стакана в чашку. Стенки стакана обмывают 20-30 ml соляной кислотой (1 mol горячей) и добавляют в чашку к основному раствору. Раствор в чашке упаривают до 50 ml, затем сливают с плитки, дают пробе остыть, осторожно добавляют 0,5 ml серной кислоты, устанавливают чашку на плитку и выпаривают до полного отгона паров серной кислоты.

Образованный сухой остаток переносят в муфельную печь и прокалывают в течение 1 h при температуре 350° , затем дают пробе остыть. Далее чашку с сухим остатком взвешивают и определяют массу солевого остатка. Шпателем тщательно снимают сухие остатки со стенки чашки, затем фарфоровым пестиком истирают осадок до однородной порошковой массы. В специальную подложку помещают аликвотную часть осадка (0,1 g), смачивают этиловым спиртом и осторожно распределяют по всей поверхности. Выпаривают этиловый спирт на плите.

Суммарную альфа-бета активность сухого остатка измеряют на малофонном радиометре УМФ-2000. Предварительно проводится контрольное измерение фона. Для этого, пустая, протертая спиртом подложка загружается в счетное положение на радиометре. Проводятся 5 измерений с экспозицией 3600 s. Затем

загружается эта же подложка с предварительно подготовленным сухим остатком. Замеры проводятся так же, как при измерении фона. Результаты фона и пробы записываются в журнал.

Порог определения методики 0,01 Вк/л для альфа-излучателей и 0,1 Вк/л для бета-излучателей в питьевой воде.

Для определения изотопного состава естественных радионуклидов в природных водах брали пробу профильтрованной воды объемом 1000 мл, которую выпаривали в фарфоровой чашке до постоянной массы. Выпаривание вели в водяной бане с дистиллированной водой. Затем чашку с сухим остатком помещали в термостат при 110°C и сушили до постоянной массы.

Изотопный анализ природных вод проводили в следующей последовательности:

Концентрирование изотопов урана. Исследуемую водную пробу объемом 1 л подкисляли соляной кислотой до pH=1 и выдерживали не менее 6 ч. Затем пробу кипятили под часовым стеклом в течение 20 мин до удаления углекислоты (если воды окрашены, дополнительно перед кипячением вводили 1 см³ H₂O₂ для разрушения уран органических соединений), после чего добавляли раствор хлорного железа из расчета 50 мг железа на 1 л пробы воды, и осаждали гидроксиды аммиаком (pH=8). Осадку дали отстояться в течение 1-2 ч и декантировали прозрачный раствор над осадком. Затем осадок отфильтровывали через фильтр «белая лента» диаметром 11 см. Осадок, который собрался на фильтре растворили 50 см³ горячей кипящей 7М азотной кислотой, приливая ее небольшими порциями, так, чтобы захватить весь осадок, после чего фильтр промывали еще два раза по 10 см³ горячей азотной кислотой.

Экстрагирование изотопов урана. Полученный азотнокислый раствор, содержащий изотопы урана, переводили в делительную воронку, приливая 15 см³ свежечищенного 30 %-го ТБФ в толуоле и проводили экстракцию в течение 5 мин. Маточный раствор после разделения фаз сливали обратно в стакан, а органический экстракт промывали два раза равным объемом 7М азотной кислоты и один раз равным объемом раствора 0,25М HNO₃ в 0,04М HF в течение 1 мин. Далее проводили реэкстракцию урана, для чего промывали органическую фазу три раза по 1 мин порциями дистиллированной воды по 15 см³. Объединенный водный раствор реэкстракт выпаривали досуха, прибавляли 5 см³ концентрированной HNO₃ для удаления следов органических веществ и снова выпаривали досуха.

Электролитическое осаждение изотопов урана. Сухой остаток, содержащий изотопы урана, растворяют в 10 см³ 2 %-го раствора соды при нагревании, отфильтровывают через фильтр «синяя лента» и переносят в электролитическую ячейку. Электроосаждение изотопов урана проводили на подложке из нержавеющей стали в течение 30 мин при постоянном токе 2А. Счетный образец измеряли на альфа-спектрометре типа ALPHA ANALYST «CANBERRA». Современные альфа-спектрометры такие как ALPHA ANALYST

(«CANBERRA», США) и ПРОГРЕСС-АЛЬФА (ЗАО «НПП «ДОЗА», Россия) с PIPS-детекторами характеризуются очень низким и стабильным фоном (единичные импульсы за 1 ч набора в аналитических областях спектра), и в большинстве случаев при измерениях скорость счета от образца намного превышает скорости счета фона (в 10²-10³ и более раз).

Согласно требованиям СанПиН 0193-06 п.5.3.5. при содержании природных и искусственных радионуклидов в питьевой воде, создающих эффективную дозу меньше 0,2 мЗв за год, не требуется проведения мероприятий по снижению ее радиоактивности. Этому значению дозы при потреблении воды в среднем 2 кг в сутки соответствуют средние значения удельной активности радионуклидов за год уровни вмешательства – УВ (Вк/кг): ²³⁸U – 6,2; ²³⁵U – 6,0; ²³⁴U – 5,8; ²³⁰Th – 1,32; ²²⁶Ra – 1,0; ²²²Rn – 60; ²¹⁰Pb – 220; ²¹⁰Po – 0,24; ²¹⁰Pb – 0,4 и т.д.

При совместном присутствии в воде нескольких радионуклидов должно выполняться условие:

$$\sum_i (A_i / U_{Vi}) \leq 1$$

где A_i – удельная активность i-го радионуклида в воде; U_{Vi} – соответствующий уровень вмешательства.

Полученные результаты и их обсуждения. Проведенный анализ природных вод отобранных из различных населенных пунктов западного Узбекистана (табл.1) показывает, что удельная активность естественных радионуклидов ²³⁸U, ²²⁶Ra, ²³²Th, ²¹⁰Po и удельная суммарной (A_α)-альфа, (A_β)-бета активности находится на уровне установленной нормы для питьевой воды.

Относительно высокое содержание суммарной альфа-активности найдено в пробах № 6, 7, 8. Это вынуждало нас исследовать изотопный состав данных проб. Как известно, естественные радионуклиды переходят из пород в воду, как правило, за счет растворения минералов и выщелачивания. Однако в природных водах, из-за различия миграционных способностей радиоактивных элементов и их изотопов, происходит нарушение радиоактивного равновесия в рядах урана, а потому соотношения между разными изотопами одного элемента могут отличаться от равновесных в десятки и сотни раз. Основная причина нарушения радиоактивного равновесия в водной фазе заключается в том, что уран в природных условиях существует в четырех U⁴⁺ и шести U⁶⁺ (в форме уранил-иона UO₂²⁺) валентном состояниях, только в четырехвалентном состоянии ионы U⁴⁺ устойчивы в нейтральных средах. Это обуславливает различную растворимость соединений урана в воде (например, растворимость в воде U(OH)₄⁺ ~10-12 моМ, UO₂(OH)₂⁻ ~10-9 моМ/л), что и приводит к преобладанию содержания четырехвалентного урана над шестивалентным.

Результаты анализов по определению изотопного состава урана в природных водах, отобранных из различных водоемов методом альфа-спектрометрии (табл. 2), показали, что действительно имеет место нарушение радиоактивного равновесия между изотопами урана (²³⁴U/²³⁸U). То есть, чем больше концентрация изотопа ²³⁴U в пробе, тем выше суммарная

объемная альфа-активность пробы. Причиной этого процесса является удельная активность изотопа ^{234}U - $2.3 \cdot 10^8$ Bq/g. при суммарной удельной активности естественного урана - $1.23 \cdot 10^4$ Bq/g. Как видно изотоп ^{234}U имеет 10 000 раз больше удельной активности. При радиоактивном равновесии изотопов урана содержание ^{234}U должно находиться на уровне 53.41 ± 1.5 mkg/g (коэффициент радиоактивного равновесия).

Результаты табл. 2 подтверждают правильность наших предположений, то есть имеется связь между суммарной альфа-активностью с концентрацией изотопа ^{234}U .

На основании полученных результатов исследований можно сделать следующие выводы.

Сравнение суммарной удельной альфа-бета активности отобранных проб природных вод различных водоемов с нормируемым значением питьевой воды показывают, что во всех случаях суммарная удельная альфа-бета активности соответствуют нормативным требованиям, к качеству питьевых вод установленным в Республики Узбекистан. На основании полученных результатов отобранных проб из всех исследуемых водоемов значение суммарной годовой эффективной дозы - E_{Σ} меньше, чем значение годового предела эффективных доз, установленных для населения ($1.0 \text{ м}^3/\text{год}$).

Определение изотопного состава природных радионуклидов является совершенно необходимым не только для подтверждения правильности проведенного анализа, но и решения вопроса об источнике появления того или иного радионуклида в конкретном природном объекте.

Использование метода альфа-спектрометрического определения природных изотопов урана позволяет решить задачу как фонового мониторинга в природных водах, так и дает основание для разработки мероприятий по выявлению источника загрязнения в природных экологических объектах.

Из полученных результатов видно, что среднее значение удельной активности естественных радионуклидов при совместном присутствии в воде не превышает уровня вмешательства и создающая эффективную годовую дозу остается меньше $0.2 \text{ м}^3/\text{год}$. По этой причине не требуется проведение мероприятий по снижению их радиоактивности.

Библиографический список

1. Возжеников Г.С., Бельшев Ю.В. Радиометрия и ядерная геофизика. Учебное пособие. – Екатеринбург, 2006. - 418 с.
2. Бахур А.Е. Радиоактивность природных вод. АНРИ №2(8), 1996/97, - С.32 - 39.
3. Бахур А.Е., Малышев В.И., Мануилова Л.И., и др. Радиоактивность природных вод: от теории к практике. АНРИ №4(10), 1997, - С. 54 - 59.
4. Бахур А.Е., Мартынюк Ю.Н., Тутельян О.Е. Некоторые принципы построения системы радиационного контроля питьевой воды. Здоровье населения и среда обита-

Таблица 1
Результаты удельной активности естественных радионуклидов и суммарную удельную альфа-бета активности вод отобранные из различных водоемов

Номера проб	Объемная активность, (Bq/L)				Суммарная объемная активность, (Bq/L)	
	U-238	Ra-226	Th-232	Po-210	альфа-излучения	бета-излучения
Поверхностные воды						
1	0.76	0.016	0.18	0.013	0.17 ± 0.07	0.60 ± 0.30
2	0.81	0.019	0.26	0.016	0.18 ± 0.09	0.41 ± 0.40
3	0.73	0.014	0.16	0.008	0.18 ± 0.08	0.50 ± 0.38
4	0.78	0.024	0.23	0.017	0.19 ± 0.07	0.53 ± 0.17
5	0.53	0.020	0.28	0.024	0.19 ± 0.10	0.47 ± 0.15
Подземные воды						
6	0.58	0.032	0.37	0.052	0.23 ± 0.10	$0.22 \pm .16$
7	0.91	0.024	0.22	0.010	0.24 ± 0.08	0.51 ± 0.17
8	0.98	0.014	0.18	0.008	0.36 ± 0.09	0.50 ± 0.38

Таблица 2
Результаты по определению изотопного состава урана в различных водоемах

Количество импульсов $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	Концентрация ^{234}U (mkg/g)	
	В параллельных пробах	Средний результат
16500/13200	66.76 ± 1.2	66.11 ± 1.3
12400/10200	65.45 ± 1.4	
13900/10600	70.03 ± 1.4	70.14 ± 1.3
14600/11100	70.25 ± 1.2	
15300/10600	77.10 ± 1.2	77.75 ± 1.2
18200/12400	78.39 ± 1.1	
18900/10600	95.23 ± 1.2	94.41 ± 1.1
21200/12100	93.58 ± 1.0	
23900/11200	113.97 ± 1.0	114.89 ± 1.0
21900/10100	115.81 ± 1.0	

ния. Информационный бюллетень. -М.: Минздрав РФ, ФЦГСЭН, №3(84), 2000. - С.13 - 15.

5. Музафаров А.М., Саттаров Г., Думбрава А.А., Петухов О.Ф., Ослоповский С.А. Исследование изотопного состава урана альфа-спектрометрическим методом. // Горный вестник Узбекистана. 2005. №2 (№21). – С. 94-98.

6. Санитарные нормы и правила радиационной безопасности СанПиН № 0193-06, (НРБ и ОСПОРБ -2006). Ташкент. - 86 с.

7. Музафаров А.М., Саттаров Г.С., Глотов Г.Н., Кист А.А. О вопросе нарушения коэффициента радиоактивного равновесия между изотопами урана. //Горный вестник Узбекистана, 2011, №2.(29). – С. 137-139.

8. Музафаров А.М., Саттаров Г.С., Кутбеддинов А.К., Аллаберганова Г.М. Методы предварительной оценки радиоактивности природных вод. //Инновационные технологии горно-металлургической отрасли. Тез. док. Рес. кон. Навои. 21 октябрь. 2011. - С. 207-208.

ОСОБЕННОСТИ РАДИОИЗОТОПОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ КЫЗЫЛКУМСКОГО РЕГИОНА

Музафаров А.М., зам. начальника по науке, главный инженер ЦНИЛ НГМК; Саттаров Г.С., профессор кафедры металлургии НГИИ; Ходжаева Н.Т., начальник ЛООС и РДК ЦНИЛ НГМК; Камалова Д.Ш., инженер ЛООС и РДК ЦНИЛ НГМК.

Normativdan yuqori bo'lgan (jamlangan alfa faollik -0,2 Bq/l, jamlangan beta faollik -0,2 Bq/l), tabiiy suvlar tahlilida ayrim hollarda suvning solishtirma faolligi jamlanmasining oshgan qiymati topildi. Shuning uchun alfa va beta faolliklari yig'imining oshishini ochish mexanizmi va ularning sabalarini aniqlash ilmiy metodik qiziqishlarni keltirib chiqaradi. Uran izotoplari alfa, beta faolliklari yig'imi orasida radioaktiv muvozanatini buzilishining aniq sabablarini ochish va tadqiqot imkoniyatlari geokimyoning radioaktiv elementlari va radioekologiyaning muhim yo'nalishi hisoblanadi.

Tayanch iboralar: radioizotoplar, jamlangan miqdor, solishtirma faollik, radioaktiv muvozanat koeffitsenti, jamlangan alfa-beta faollik, uran izotoplari faolligi, tabiatda paydo bo'lgan radioizotoplar, tuzli tarkib, qattqlik, pH ko'rsatgich, kation va anionlar yig'imi, o'zgarishlar dinamikasi.

In the analysis of natural waters in certain cases is revealed the increased total value of specific activity of waters, above, than standard (total alpha activity - 0,2 Bq/l, total beta activity - 2,0 Bq/l). Therefore determination of the reason and disclosure of the mechanism of total increase an alpha and beta activities is of scientific and methodical interest. The research of an opportunity and disclosure of an actual reason of violation of radioactive balance between isotopes of total uranium an alpha, a beta - activities is the urgent direction of geochemistry of radioactive elements and radio ecology.

Key words: radioisotope, total dose, specific activity, coefficient of radioactive balance, total alpha beta activity, activities of isotopes of uranium, radioisotopes of a natural origin, salt composition, self-scaling, pH indicator, sum of cations and anions, dynamic pattern.

Изучение литературных данных [1-6] показывает, что радиоактивное равновесие, обусловленное соотношением активности изотопов урана $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в природной воде, отобранных из различных природных вод в обширном регионе, в основном сохраняются. При этом, содержание ^{234}U составляет $53,4 \pm 1,5$ мкг/г, в некоторых случаях обнаружены нарушения радиоактивного равновесия между изотопами урана в подземных водах [7-8].

Целью данного исследования являлось рассмотрение особенностей изменения суммарной альфа и бета-активности в зависимости от концентрации радиоизотопов природного происхождения, а так же нарушения радиоактивного равновесия между изотопами урана в природных водах Кызылкумского региона.

Для достижения цели проводили предварительные оценки качества природных вод Кызылкумского региона в соответствии с требованиями, предъявляемыми к питьевой и технической воде: солевой состав, жесткость, pH-показатель, сумма катионов и анионов, суммарная альфа и бета-активность, а так же радиоизотопный состав. В работе так же приводится динамика изменения этих показателей в течение длительного времени.

Определение суммарной альфа и бета-активности вод. Проведенный анализ природных вод, отобранных из различных водоёмов Кызылкумского региона (табл. 1) показывает, что суммарная альфа и бета-активность находится на уровне предельно допустимой дозы (ПДД).

Предварительную оценку качества природных вод проводили с использованием радиохимической подготовки на малофоновом приборе УМФ-2000. Основные его преимущества заключаются в следующем:

- возможность одновременного измерения и альфа и бета-излучения образца;
- низкий фон (0,001 имп/с и менее по альфа-каналу, 0,03 имп/с по бета-каналу) и высокая эффективность регистрации (до 90-95 % по альфа-излучению Pu-239, до 70-80 % по бета-излучению Sr-90+Y-90);
- высокая эффективность регистрации мягкого (до 100 кэВ) бета-излучения;
- отсутствие мешающего воздействия радона, выделяемого пробой.

Как видно, из результатов табл. 1 удельная активность естественных радиоизотопов находится на уровне ПДД для питьевой воды.

Относительно увеличенная (в место нормативно установленной 0,2 Bq/l) суммарная альфа-активность найдена в пробах № 7 и № 8. Это вынуждало нас проводить изотопный анализ водных проб из соображений что, вероятно, имеет место нарушение радиоактивного равновесия между изотопами урана ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$). Для этого выбрали технику эксперимента и методику радиохимической подготовки проб к анализу для проведения изотопного анализа урана природных вод, которые приведены ниже.

Кроме этого выявлено, что, чем больше концентрация изотопа ^{41}K , тем выше суммарная объёмная бета-активность пробы. На рис. 1 показана зависимость суммарной бета-активности в зависимости от концентрации калия, для подземных и поверхностных вод.

Нумерация водных проб отобранных из точек отбора соответствует средней концентрации калия (mg/l).

Из зависимости видно (рис. 1), что величины бета-активности вод в основном обусловлены за счет удельной бета-активности природного изотопа калия (^{41}K).

Изотопный анализ вод. Как известно, в природе имеются - ^{234}U , ^{235}U и ^{238}U изотопы природного урана, имеющие следующие основные характеристики:

- периоды полураспада – $2,445 \cdot 10^5$ лет, $7,038 \cdot 10^8$ лет и $4,468 \cdot 10^9$ лет соответственно;

- основные энергии (в скобке приведены коэффициенты химического выхода) - ^{234}U - 4773 (0,72), 4720 (0,28) keV, ^{235}U - 4400 (0,55) keV, ^{238}U - 4195 (0,77) 4150 (0,23) keV (%), соответственно.

Для проведения альфа-спектрометрии использовали стандартный альфа-спектрометр с полупроводниковым поверхностно барьерным детектором. ALPHA ANALYST («CANBERRA» США) и ПРОГРЕСС-АЛЬФА (ЗАО «НПП «ДОЗА» Россия).

Изучены метрологические параметры альфа – спектрометра на основе полупроводникового детектора (ППД) «ПРОГРЕСС - АЛЬФА»: рабочий диапазон от 0,02 Вq до 10^3 Вq; энергия по альфа излучению 4-6 MeV; аттестованная погрешность не выше 5 % (P=0,95); энергетическое разрешение (при расстоянии источник-детектор 30 мм, площадь детектора 400 мм²) по линии 5499 keV на расстоянии от 0,5 см до 3,0 см. от 2 до 10 MeV; эффективность регистрации для геометрии 4л – не менее 2 имп/с; автоматический поддерживаемый диапазон рабочих давлений в измерительной камере от 0,4 до 5 мм рт. ст.

Для проведения изотопного анализа природных вод проводили предварительную радиохимическую подготовку водных проб, которая включает в себя концентрирование изотопов урана из водных проб, экстракционное отделение от мешающих радионуклидов и железа, приготовление электролитическим способом измеряемого образца. Электролитическое осаждение урана выполняют на подложку из коррозионно-стойкой нержавеющей стали.

Концентрирование урана из водных проб осуществляли с помощью гидроксида железа. Мешающим альфа-излучателями при выполнении альфа-спектрометрических измерений изотопов урана могут быть главным образом ^{210}Po - (E=5,305 MeV), ^{226}Ra - (E=4,777 MeV) и ^{232}Th - (E=4,685 MeV).

Все радионуклиды урана (^{234}U , ^{235}U , ^{238}U) в процессе радиохимической подготовки ведут себя одинаково и выделяются одновременно.

Таблица 1
Результаты радиохимического анализа проб воды отобранной из различных водных проб Кызылкумского региона

Объёмная активность, Вq/l				Суммарная объёмная активность Вq/l	
U - 238	Ra-226	Th-232	Po - 210	альфа- излучения	бета-излучения
0.76	0.016	0.18	0.013	0.17 ± 0.07	0.50 ± 0.11
0.81	0.019	0.26	0.016	0.18 ± 0.09	0.57 ± 0.14
0.73	0.014	0.16	0.008	0.18 ± 0.08	0.54 ± 0.12
0.78	0.024	0.23	0.017	0.19 ± 0.07	0.53 ± 0.12
0.53	0.020	0.28	0.024	0.19 ± 0.10	0.47 ± 0.10
0.58	0.032	0.37	0.052	0.20 ± 0.10	0.32 ± 0.10
0.91	0.024	0.22	0.010	0.24 ± 0.08	0.61 ± 0.17
0.98	0.014	0.18	0.008	0.36 ± 0.09	0.68 ± 0.18

Исследуемую водную пробу объёмом 1 л подкисляли соляной кислотой до pH=1 и выдерживали не менее 6 h. Затем пробу кипятили под часовым стеклом в течение 20 min до удаления углекислоты (если воды окрашены, дополнительно перед кипячением вводили 1см³ H₂O₂ для разрушения уранорганических соединений), после чего добавляли раствор хлорного железа из расчета 50 mg железа на 1 л пробы воды, и осаждали гидроксиды аммиаком (pH=8). Осадку давали отстояться в течение 1-2 h и декантировали прозрачный раствор над осадком. Затем осадок отфильтровывали через фильтр “белая лента” диаметром 11 см. Осадок, который собрался на фильтре, растворяли в 50 см³ горячей – кипящей 7M азотной кислоте, приливая ее небольшими порциями так, чтобы захватить весь осадок, после чего фильтр промывали еще два раза по 10 см³ горячей азотной кислотой.

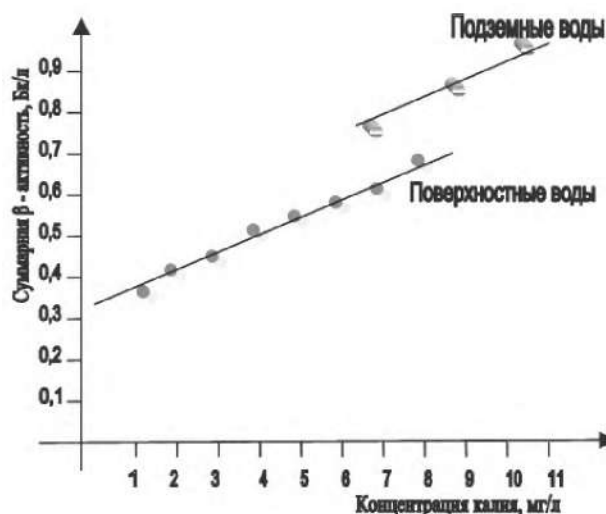


Рис. 1. Зависимость суммарной бета-активности от концентрации калия: 1 - пос. Нурабад, 2 - пос. Кетменчи, 3 - г. Навои, 4 - пос. Зафарабад, 5 - г. Зарафшан, 6 - г. Учкудук, 7 - р. Зарафшан (г. Навои), 8 - р. Амударья (г. Зарафшан), 9 - скважина № 9 ЮРУ, 10 - Агит, 11 - Бешбулак.

Полученный азотнокислый раствор, содержащий изотопы урана, переводили в делительную воронку, приливая 15 см³ свежее очищенного 30 %-го ТБФ в толуоле и проводили экстракцию в течение 5 мин. Маточный раствор после разделения фаз сливали обратно в стакан, а органический экстракт промывали два раза равным объемом 7 М азотной кислоты и один раз равным объемом раствора 0.25М HNO₃ в 0.04М HF в течение одной минуты. Далее проводили рекстракцию урана, для чего промывали органическую фазу три раза по одной минуте порциями дистиллированной воды по 15 см³. Объединенный водный раствор, рекстракт, выпаривали досуха, прибавляли 5 см³ концентрированный HNO₃ для удаления следов органических веществ и снова выпаривали досуха.

Сухой остаток, содержащий изотопы урана, растворяли в 10 см³ 2 %-го раствора карбоната натрия при нагревании, отфильтровывали через фильтр «синяя лента» и переносили в электролитическую ячейку. Электроосаждение изотопов урана проводили на подложке из нержавеющей стали в течение 15 мин при постоянном токе 2А. Измеряемый образец измеряли на альфа- спектрометрах ALPHA ANALYST и ПРОГРЕСС-АЛЬФА.

Расчет неопределенности изотопного анализа проводили следующим образом:

Массовое содержание - ²³⁴U представляли как:

$$M_{U-234} \pm \Delta_M$$

где D_M - суммарная (абсолютная) неопределенность результата измерений, получаемая согласно формуле:

$$\Delta_M = K * \frac{S_{U-234}}{S_{U-238}} * \delta_M$$

где d_M - суммарная относительная неопределенность:

$$\delta_M = \sqrt{(\delta_{U-234})^2 + (\delta_{U-238})^2 + (\delta_{sys})^2}$$

где d_{U-234}, d_{U-238} - статистические погрешности измерения площадей соответствующих пиков изотопов урана; d_{sys}=0.003 - систематическая погрешность определения коэффициента - К (53.41 - коэффициент радиоактивного равновесия между изотопами урана).

Так как современные альфа-спектрометры такие как ALPHA ANALYST и ПРОГРЕСС-АЛЬФА с поверхностно барьерными детекторами характеризуются очень низким и стабильным фоном (единичные импульсы за 1 h набора в аналитических областях спектра) в большинстве случаев при измерениях скорость счета от образца намного превышает скорости счета фона (в 10²-10³ и более раз), то d_{U-234}, d_{U-238} определяются как:

$$\delta_{U-234} = \frac{2\sqrt{S_{U-234}}}{S_{U-234}}$$

$$\delta_{U-238} = \frac{2\sqrt{S_{U-238}}}{S_{U-238}}$$

Относительную статистическую неопределенность (d_d) результата измерения ²³⁴U/²³⁸U рассчитывали по формуле:

$$\delta_{st} = \sqrt{(\delta_{U-234})^2 + (\delta_{U-238})^2}$$

В нашем случае суммарная неопределенность D_M-результатов измерений составляет не более ±2.5 %. Относительная статистическая неопределенность результатов измерений d_{st} составляет не более ±2.0 %.

В качестве эталонов использовали международный стандарт Национального Бюро стандартов, США (NBSU010St) и Всероссийский стандарты - «СОИСУ-0001», ОСК-6, ГСОН№2681-89, СОУ ФД с известным содержанием - ²³⁴U (от 43.3-67.8 мкг/г).

Полученные результаты и их обсуждение. Изотопы ²³⁵U и ²³⁸U входят в число долгоживущих первичных изотопов сохранившихся в процессе длительной эволюции земного вещества. Они являются родоначальниками радиоактивных семейств, объединяющих большую часть естественных радиоактивных элементов. Изотоп ²³⁴U-один из продуктов распада - ²³⁸U, но он имеет высокую удельную активность - 2.3*10⁸ Bq/g, в то время как удельная активность природной смеси урана составляет всего 2.5*10⁴ Bq/g. Следовательно, такая разница в удельной активности может быть объяснена нарушением изотопного равновесия урана за счёт увеличения доли изотопа ²³⁴U.

Изотоп урана ²³⁴U, образующийся в результате альфа-распада, в валовом природном уране находится в равновесном количестве 0,005341 % (аллогенный фактор). Однако, он в молодых минералах дополнительно образуется за счет неравновесного радиоактивного распада изотопа ²³⁸U (аутогенный). При появлении в образце аутогенного процесса доля изотопа ²³⁴U увеличивается, что приводит к изменению изотопного отношения - ²³⁴U/²³⁸U.

Естественные радиоизотопы переходят из пород и почв в воду, как правило, за счет растворения минералов и выщелачивания. Однако в природных водах, из-за различия миграционных способностей радиоактивных элементов и их изотопов, происходит нарушение радиоактивного равновесия в рядах урана, а поэтому соотношения между разными изотопами одного элемента могут отличаться от равновесных в несколько раз. Основная причина нарушения радиоактивного равновесия в водной фазе заключается в том, что уран в природных условиях существует в четырехвалентном (U⁴⁺) и шестивалентном (U⁶⁺ в форме уранил-иона UO₂²⁺) состояниях, только в четырехвалентном состоянии ионы U⁴⁺ устойчивы в нейтральных средах. Это обуславливает различную растворимость соединений урана в воде (например, растворимость в воде U(OH)⁴⁺ ~ 10-12 mol/l, UO₂(OH)²⁻ ~ 10-9 mol/l), что и приводит к преобладанию содержания четырехвалентного урана над шестивалентом.

Кроме этого, при вылете альфа-частицы из ядра, они испытывают энергию отдачи ~0,1 MeV. Эта энергия отдачи достаточна для нарушения связи дочернего ядра с материнским в кристаллической решетке и преодоления поля энергетической связи.

Изотоп ^{238}U остается в узлах кристаллических решеток, а изотоп ^{234}U , покидая кристаллические решетки, будет находиться в межузловых промежутках кристалла и легко попадает в поры, трещины и другие нарушения кристалла (миграция I рода). Этим же процессом объясняется обогащение изотопом ^{234}U поровых вод около урановых рудников. Поэтому изотоп ^{234}U в геохимическом отношении оказывается более подвижным по сравнению с материнским изотопом ^{238}U . Другими словами, энергия α -частиц ^{234}U равная 4770 keV, больше чем энергия α -частиц ^{238}U , которая равна 4195 keV.

Результаты по определению изотопного состава урана в природных водах, отобранных из различных водоёмов Кызылкумского региона методом альфа-спектрометрии (табл. 2), показали, что действительно имеет место нарушение радиоактивного равновесия между изотопами урана ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$). То есть, чем больше концентрация изотопа ^{234}U тем выше суммарная объёмная альфа-активность пробы. При радиоактивном равновесии изотопов урана содержание ^{234}U должно находиться на уровне $53,4 \pm 1,5 \text{ mkg/g}$.

Полученные результаты, которые приведены в табл. 2 подтверждают правильность наших предположений, то есть имеется связь между суммарной альфа-активностью и концентрацией изотопа ^{234}U .

Из полученных результатов видно что, в подземных водах концентрация изотопа ^{234}U больше чем в поверхностных водах. В нашем случае воды р. Зеравшан, р. Амударья являются поверхностными, а воды, отобранные вблизи пос. Нурабад (Скв № 9) и воды Учкудукского региона (Бешбулак, Агыт) являются подземными (минерализованными).

Оценка уровня вмешательства и допустимости использования воды. На основании полученных данных проводили оценки значения уровня вмешательства - (УВ). При совместном присутствии в воде нескольких радиоизотопов должно выполняться условие:

$$\sum_i \frac{A_i}{УВ_i} \leq 1$$

где A_i - удельная активность i-го радионуклида в воде; $УВ_i$ - соответствующий уровень вмешательства.

В исследованных водах (табл. 2) условия вмешательства выполняются. Поэтому даны рекомендации о целесообразности применения исследованных вод в качестве питьевых.

Изучение динамики изменений физико-химических показателей вод. Проведенные исследования по оценке качества природных вод Кызылкумского региона показывают следующее:

- солевой состав поверхностных вод увеличивается в зимний период времени года, что объясняется процессом солевывывания с полевых сельскохозяйственных земель и сбросом дренажных засоленных вод. А в летнее время уменьшается солевой состав за счет увеличения объема воды рек. В общем случае, солевой состав увеличивается по течению реки за счет техногенных и антропогенных процессов;

Таблица 2
Результаты анализа по определению изотопного состава урана в образцах, отобранных из различных водоёмов Кызылкумского региона

Количество импульсов $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	Концентрация - ^{234}U (mkg/g)		
	В двух параллельных пробах		средний результат
Поверхностные воды			
р. Зарафшан (отбор вблизи г. Навои)	14500/13200	58,8±1,2	58,9±1,3
	12400/11200	59,1±1,3	
р. Амударья (отбор вблизи г. Зарафшан)	13900/11600	63,9±1,3	64,1±1,3
	14600/12100	64,3±1,2	
Подземные воды			
Скважина №9 (вблизи г. Нурабад)	15300/10600	77,1±1,2	77,7±1,2
	18200/12400	78,4±1,1	
Агыт (Учкудукский регион)	18900/10600	95,2±1,2	94,4±1,1
	21200/12100	93,7±1,0	
Бешбулак (Учкудукский регион)	23900/11200	113,9±1,0	114,8±1,0
	21900/10100	115,8±1,0	

- жесткость и pH-показатель воды изменяется прямо пропорционально с солевым составом;

- суммы катионов и анионов большинства случаев связаны с солевым составом, но в единичных случаях зависят от характеристик локальных техногенных загрязнителей.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- при анализе природных вод найдена прямолинейная зависимость суммарной альфа-активности от концентрации изотопа ^{234}U и суммарной бета-активности от концентрации ^{40}K ;

- обнаружено, что радиоактивное равновесие, обусловленное соотношением активности изотопов урана $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в поверхностных водах сохраняется, а в подземных водах из-за различия миграционных способностей радиоактивных элементов и их изотопов, происходит нарушение радиоактивного равновесия, а потому соотношения между разными изотопами одного элемента могут отличаться от равновесных в несколько раз;

- изотоп ^{234}U в геохимическом отношении оказывается более подвижным по сравнению с материнским изотопом ^{238}U и, покидая кристаллические решетки минералов, будет находиться в межузловых промежутках минерала и легко попадает в поры, трещины и другие нарушения минерала (миграция I рода). Этим же процессом объясняется обогащение изотопом ^{234}U подземных и поровых вод около урановых рудников;

- оценен уровень вмешательства и допустимости использования воды для питьевых целей, когда условия вмешательства выполняются. Поэтому даны рекомендации о целесообразности применения анализированных вод для питьевых целей;

- найдена динамика изменений солевого состава, жесткости, рН- показателя, суммы катионного и анионного состава природных вод Кызылкум-

ского региона которая зависит от климатических условий, сезона, техногенных и антропогенных факторов.

Библиографический список

1. Возжеников Г.С., Бельшев Ю.В. Радиометрия и ядерная геофизика. Учебное пособие. - Екатеринбург.: 2006. - 418 с.
2. Санитарные нормы и правила радиационной безопасности СанПиН №0193-06. - Ташкент.: 2006. - 86 с.
3. Бахур А.Е. Радиоактивность природных вод. //Аппаратура и новости радиационных измерений (АНРИ). 1996/97. №2(8). - С.32 - 39.
4. Бахур А.Е., Малышев В.И., Мануилова Л.И. и др. Радиоактивность природных вод: от теории к практике. //Аппаратура и новости радиационных измерений (АНРИ). 1997. №4(10). - С. 54 - 59.
5. Бахур А.Е., Мартынюк Ю.Н., Тутельян О.Е. Некоторые принципы построения системы радиационного контроля питьевой воды. Здоровье населения и среда обитания. //Информационный бюллетень. -М.: Минздрав РФ. Федеральный центр государственно санитарно эпидемиологический центр (ФЦГСЭН). 2000. №3(84). - С.13 - 15.
6. Музафаров А.М., Саттаров Г., Думбрава А.А., Петухов О.Ф., Ослоповский С.А. Исследование изотопного состава урана альфа-спектрометрическим методом. //Горный вестник Узбекистана. 2005. №2 (№21). - С. 94-98.
7. Музафаров А.М., Саттаров Г.С., Кутбеддинов А.К., Аллаберганова Г.М. Методы предварительной оценки радиоактивности природных вод. //Инновационные технологии горно-металлургической отрасли. Тез. док. Рес. кон. Наеви. 21 октябрь. 2011. - С. 207-208.
8. Музафаров А.М., Саттаров Г.С., Глотова Г.Н., Кист А.А. О вопросе нарушения коэффициента радиоактивно-го равновесия между изотопами урана. //Горный вестник Узбекистана. 2011. №2.(29). - С. 137-139.

УДК 622.7 622.342.1

Эргашев У.А. Куканова С.И., Зайнитдинова Л.И.,
Пулатова О.М., Хужакулов Н.Б., Саттаров Г.С. 2017 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ БАКТЕРИЙ В ТЕХНОГЕННОМ СЫРЬЕ

Эргашев У.А., главный технолог СевРУ НГМК; Куканова С.И., с.н.с. ИМБ АН РУз; Зайнитдинова Л.И., с.н.с. ИМБ АН РУз; Пулатова О.М., с.н.с. ИМБ АН РУз; Хужакулов Н.Б., ст. преподаватель кафедры «Металлургии» НГГИ; Саттаров Г.С., проф. кафедры «Редких радиоактивных металлов» НГГИ.

3-Gidrometallurgiya zavodida to'planib qolgan chiqindilardan oltinni ajratib olish maqsadida texnogen xom-ashyolarini biotexnologik tahlil qilish metodologiyasi ishlab chiqilgan. Chiqindixonadagi to'planib qolgan xom-ashyolarda asosan go'shtli ekstraktlarda rivojlanuvchi getrotrof mikroorganizmlar va aminotroflar faoliyat ko'rsatishi aniqlangan. Bundan tashqari oddiy organik substraktlarda rivojlanuvchi mikroorganizmlarningi borligi ham qayd qilingan. To'planib qolgan chiqindilardan va bevosita tashlanuvchi aralashmalardan metal ionlariga va shu jumladan chiqindili muhitga chidamli bo'lgan Bacillus subtilis va Pseudomonas sp. bakteriyalarini 2 tadan shtami ajratib olingan. Mikroorganizmlarni yuqori miqdordagi metallar ionlari hamda sianidlari bor bo'lgan muhitlariga moslashishi taqiqot qilingan va ularni jadallashtirish imkoniyatlari ko'rsatilib o'tilgan. Mikroorganizmlar faoliyat ko'rsatishi mumkin bo'lgan aralashmalarda va to'planib qolgan chiqindilardagi sianid miqdorlarini chegaraviy miqdorlari aniqlanilgan.

Tayanch iborolar: biogeotexnologiya, chiqindixona, texnogen xom-ashyolar, chiqindixonadagi mikroorganizmlar majmuasi, geterotrof bakteriyalar, sianidlar biodestruksiyasi, bakteriyalar biofaolligi.

The methodology of a biogeotechnological research of technogenic raw materials, for the purpose of development of technology of extraction of gold from stale tails of GMZ-3 is developed. It is revealed that in dump tails of the tailings dam the heterotrophic microorganisms growing on meat extract and ammonifiers prevail. Existence of the microorganisms capable grow on a poor organic substratum is also noted. From dump tails and a fresh tail pulp are allocated and defined 2 strains of Bacillussubtilis and 2 strains of Pseudomonassp possessing various degree of resistance to ions of metals and cyanides in the environment. Researches on adaptation of microorganisms to ions of metals in solution (pulp) are conducted and methods of their intensification are developed. Criterion content of cyanides of metals on activity of microorganisms is found in a pulp and firm stale tails of sorption in the tailings dam.

Key words: biogeotechnology, tailing dump, technogenic raw materials, microflora of tailings dumps, heterotrophic bacteria, biodegradation of cyanide.

Для выяснения характера биохимических превращений необходимо всестороннее изучение геохимической среды и развития в ней популяции микроорганизмов. Следует понять, что выявление закономерностей и причинных связей в такой сложной гетерогенной среде возможно лишь при глубоких комплексных исследованиях, включающих детальное изучение микробиоценозов не только естественных, но и техногенных месторождений.

Известно, что в микробиологических процессах, происходящих в рудных месторождениях и хвостохранилищах, принимают участие различные микроорганизмы [1,2,3]. Однако, ключевая роль, в реально происходящих процессах, принадлежит ограниченному числу бактерий. Основная и ведущая роль в этих процессах принадлежит геохимически активным микроорганизмам [4,5,6]. До недавнего времени мало внимания уделялось ассоциации органо-трофов, входящих в биоценоз рудных микроорганизмов и наиболее часто выявляемых при обследовании хвостохранилищ. В настоящее время показана их роль в разрушении рудных и нерудных минералов, многие из них принимают участие в концентрировании и окислении некоторых металлов, разрушении цианидов в хвостовой пульпе золотых производств [7-9].

Изучение микрофлоры различных месторождений Узбекистана показало многообразие видового состава на каждом из них, но общим было преобладающее количество представителей родов *Bacillus* и *Pseudomonas* – $2.5 \cdot 10^4$ – $7 \cdot 10^5$ кл/г. Выявлено присутствие *Actinomyces*, *Mycobacterium*, *Mycococcus*, *Mycobacterium*, *Bakterium*, *Saccharomices*, *Micrococcus* и *Sarcina*, численность которых на обследованных месторождениях значительно колебалась [10-12].

Проведенные исследования микрофлоры черносланцевой составляющей сульфидных руд месторождений Кокпатас и Даугызтау выявили, что численность выделенных гетеротрофных бактерий колеблется в пределах $2.5 \cdot 10^1$ - $6.0 \cdot 10^4$ кл/г. Гетеротрофные бактерии отнесены к родам *Bacillus* и *Rhodococcus* [13].

Значительна роль гетеротрофных микроорганизмов в процессах деструкции цианидов. В лабораторных и укрупненно-лабораторных опытах установлена способность разрушения свободных (до 98,7 %) и связанных цианидов (до 75 %) в хвостовой пульпе как окисленных, так и сульфидных рудах, с использованием адаптированных в цианидных средах *Pseudomonas fluorescens* ВКПМ -5040 [14,15]. Проведенные испытания по деструкции цианидов в хвостовой пульпе установили возможность разрушения их микроорганизмами *Bacillus cereus*, а также устойчивыми штаммами *Bacillus*

subtilis 22М и *Pseudomonas aeruginosa* 11М за 18 – 24 h в условиях аэрирования [16,17].

В связи с этим, целью настоящих исследований было изучение микрофлоры хвостовой пульпы и лежалых хвостов ГМЗ-3, исследование динамики развития спонтанной микрофлоры хвостовой пульпы; характеристика выделенных активных деструкторов, исследование факторов влияющих на биологическую активность бактерий.

Материалы и методы. Для выделения и культивирования микроорганизмов из зон техногенеза использовались следующие питательные среды: мясной питательный агар, для выявления гетеротрофных микроорганизмов, растущих на мясном или рыбном экстракте, среды Гильята и Баалсруда, для выделения гетеротрофных и автотрофных денитрификаторов, среда Ваксмана, для выделения сероокисляющих микроорганизмов, среда Лондона для тионовых миксотрофов, среда Чапека для выделения микроскопических грибов и бактерий, среда Бейеринка для выявления тиосульфатокисляющих бактерий [18].

Родовую принадлежность выделенных бактерий определяли на основе морфолого-культуральных признаков [19].

Общее количество микроорганизмов определяли методом серийных разведений с высевом на жидкие и плотные питательные среды.

Количество микроорганизмов в жидких средах определяли используя таблицу Мак-Креди, а на твердых средах вычисляют по формуле, при доверительной вероятности 95 % ($P_{0.95}$):

$$(x \pm 2 \sigma_x) \cdot K \cdot 1/V,$$

где: $x = \Sigma x/n$ - среднее число колоний, выросшее при высеве из данного разведения; $\sigma_x = \pm \sqrt{\Sigma x/n}$ - среднее квадратичное отклонение; $2 - t$ - критерий при $P_{0.95}$; K - разведение, из которого проведен высев; V - объем суспензии, взятый для посева, ml; Σx - общее количество подсчитанных колоний при высеве данного разведения; n - число повторностей [20].

Значение pH среды определяли потенциометрически на pH метре «Mettler toledo». Культивирование бактерий осуществлялось в стационарных и в качалочных условиях (180 г/мин). В исследованиях применялись культуры бактерий *B. subtilis*-1 и 2, использовались стандартные растворы роданидов [21].

Исследованиями ЦНИЛ НГМК установлено [22], что в большинстве проб, отобранных с различной глубины хвостохранилища ГМЗ-3, наблюдается повышенное содержание золота. Имеются корреляции между содержаниями золота и серы сульфидной в западной стороне хвостохранилища и между золотом и $C_{орг}$ - в восточной части хвосто-

хранилища. Золото, связанное с оксидами, гидроксидами железа, карбонатами, хлоритами, в основном, находится в северной части хвостохранилища-28,5 %.

Для проведения первичных исследований, по определению микрофлоры лежалых хвостов ГМЗ-3 в хвостохранилище отобраны пробы с глубины 10-20 см от поверхности. Методом квартования сформированы 3 усреднённые пробы, характеризующие северную, западную и восточную части хвостохранилища. Химический анализ пробы приведен в табл. 1.

В апреле 2014 г. была отобрана свежая хвостовая пульпа завода и свежая хвостовая пульпа системы Кеміх, для проведения микробиологических исследований.

Результаты исследований. Микрофлора хвостохранилищ. Хвостовая пульпа представляет собой техногенное образование и является продуктом, полученным в результате переработки руд, и в частности, сульфидных руд. В связи с этим, изучение развития микробиоценозов в таких условиях, представляет интерес не только с точки зрения экологии, но и для осознания процессов деструкции, протекающих в хвостовой пульпе, с участием спонтанной микрофлоры и бактерий-деструкторов. Исследование биоценоза хвостохранилища выявило развитие разнообразных физиологических групп микроорганизмов (табл. 2). Наличие в столь сложных и токсичных стоках различных ассоциаций бактерий свидетельствует о том, что они являются благоприятными субстратами для развития.

Известно, что в микробиологических процессах, происходящих в рудах, отвалах, хвостохранилищах, принимают участие различные микроорганизмы. Однако ключевая роль в реально происходящих процессах принадлежит ограниченному числу бактерий. До недавнего времени мало внимания уделялось ассоциации органотрофов, входящих в биоценоз рудных микроорганизмов и наиболее часто выявляемых при обследовании. В настоящее время показана их роль в разрушении рудных и нерудных минералов, многие из них принимают участие в концентрировании и окислении некоторых металлов, разрушении цианидов в хвостовой пульпе в гидрометаллургическом производстве золота.

Известно, что цианиды и роданиды в сточных водах разлагаются широким кругом микроорганизмов. Изучение микрофлоры отвальных хвостов и свежих стоков выявило наличие в этих субстратах различных аборигенных форм микроорганизмов (табл. 2).

Анализ микробиоты установил, что именно гетеротрофы преобладали в лежалых хвостах ГМЗ-3. Наиболее часто встречались представители родов *Bacillus* и *Pseudomonas*, количество которых превышало экологически значимые цифры. Во всех исследуемых пробах выявлялись олигонитрофилы, способные расти на скудных концентрациях органического вещества отвальных хвостов. Показано, что в некоторых зонах доминировали гетеротрофные бактерии и тионовые миксотрофы. Тионовые ацидофильные бактерии выявлялись в единичных количествах.

Лежалые хвосты характеризуются наличием таких ассоциаций микроорганизмов как аммонификаторы, денитрификаторы и олигонитрофилы, что свидетельствует о том, что в хвостохранилищах создаются благоприятные условия для развития микроорганизмов, вследствие чего происходят различные превращения соединений металлов, их рассеивание и концентрирование. В лежалых хвостах можно отметить выявленную ранее при обследовании месторождений взаимосвязь между вещественным составом руд и физиологическими группами микроорганизмов.

Изучены микробиоценозы хвостовой пульпы аппарата Кеміх и свежей заводской хвостовой пульпы. Показано, что в процессе деструкции цианидов происходит изменение, как в количестве выявляемых микроорганизмов, так и качественные изменения в составе аборигенной микрофлоры хвостовой пульпы. Наибольшее количество микроорганизмов отмечается в свежей заводской хвостовой пульпе (рис. 1).

В течение 24 h в хвостовой пульпе сульфидных руд происходят определенные изменения: снижение pH с 9,8 до 9,1-8,9, уменьшение количества свободных цианидов в растворе. Значение pH среды приближается к благоприятному для развития основных групп микроорганизмов, что способствует некоторому увеличению количества микроорганизмов, отнесенных к тионовым роданидоксилирующим бактериям. Кроме того, отмечается увеличение численности микроорганизмов, растущих на среде с минимумом азота (олигонитрофилы). Такие изменения, происходящие в хвостовой пульпе, очевидно, можно связать с деструктирующей активностью спонтанной микрофлоры.

Из типичных гетеротрофных микроорганизмов наиболее часто выделялись во всех исследуемых образцах *Bacillus cereus* и *Bacillus subtilis*, являющиеся типичными представителями микро-

Таблица 1
Содержание золота и характерных элементов в усредненных пробах

Наименование продукта	Кол-во проб, шт.	Массовая доля, %			
		Au, у.е.	As	S _s	C _{орг}
Северная сторона (проба №2)	14	1.3	0.46	0.51	0.28
Западная сторона (проба №1)	7	1.2	0.32	0.59	0.21
Восточная сторона (проба №3)	7	0.98	0.35	0.47	0.25

флоры золоторудных месторождений.

Высказанные рядом авторов предположения, что первоначальный эффект в деструкции цианидов связан лишь с процессами химической деструкции, очевидно, спорен для хвостовой пульпы, т.к. в отличие от модельных опытов здесь имеется спонтанная микрофлора и наблюдается развитие одних групп микроорганизмов и подавление роста других физиологических групп. Кроме того, многие из представителей родов *Bacillus* и *Pseudomonas*, широко представленные в хвостовой пульпе, являются активными деструкторами цианидов.

Изучение микрофлоры любого экологического участка вызывается двумя причинами: необходимостью идентифицировать активные микроорганизмы, и изучить состав для того, чтобы следить за изменениями, происходящими на данном экологическом участке. В совокупности, микроорганизмы обладают необычайно высокими метаболическими возможностями и могут, как быстро изменять окружающую среду, так и быстро приспосабливаться к измененным условиям.

Из общего числа видов различных сообществ значительными по численности, активности и продуктивности, в каждом конкретном случае, являются немногие виды, поэтому большинство природных сообществ состоит из нескольких видов с высокой численностью и многих видов, представленных меньшим количеством штаммов. Наилучшей характеристикой каждой, как природной, так и техногенной сред является одновременный анализ состава микроорганизмов и изменений, которые они вызывают в каждом конкретном субстрате.

Выделение и характеристика активных деструкторов. Из усредненных проб лежалых хвостов были получены изоляты, предварительно отнесенные к роду *Bacillus* и *Pseudomonas*. В результате проведения микробиологических действий по определению морфолого-культуральных признаков (определение характера спороношения, размеров и характера движения вегетативных клеток, наличие капсул, особенности внутриклеточного строения, окрашивание по Граму, отношение к кислороду, температуре, способность к синтезу литических ферментов, расщеплению важнейших макромолекул), нами были отобраны 2 штамма, отнесенные к роду *Bacillus* и 2 штамма отнесенные к роду *Pseudomonas*.

Род *Bacillus* объединяет подвижные палочковидные клетки, размеры которых колеблются в довольно широких пределах. Жгутики расположены перитри-

■ Свежая хвостовая пульпа Катик ■ Свежая хвостовая пульпа от завода

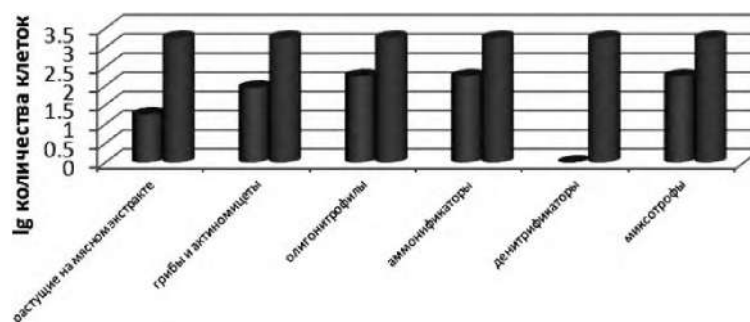


Рис. 1. Микробиоценозы хвостовой пульпы.

хально. Окрашивание по Граму положительное. Выделенные нами штаммы отнесены к *Bacillus subtilis*. В штаммах - клетки палочковидные 0,7-0,9 x 2-4 мкм. Споры эллиптические, расположение спор центральное. Грам положительные, имеются внутриклеточные гранулы, которые не окрашиваются фуксином. При расщеплении глюкозы образуется кислота и ацетон, газ не образуется. Кислота образуется из ксилозы арабинозы и маннита. Хемоорганотрофы, метаболизм строго дыхательный. Каталазоположительны, гидролизуют крахмал. Штаммы *Bacillus subtilis* отличаются по размерам клетки. Кроме того, у штамма *Bacillus subtilis* С-2 клетки окрашиваются по Граму лишь на ранних стадиях роста.

Представители рода *Pseudomonas* к сожалению не были нами идентифицированы до видовой принадлежности и в настоящее время определены как *Pseudomonas sp.*

Для определения устойчивости *Bacillus subtilis* к роданидам в среде мы изучали влияние различных концентраций KCNS на рост бактерий и содержание внеклеточного белка. Известно, что 100 мг/л роданидов является предельно допустимой концентрацией. В связи с тем, что в стоках гидрметаллургических предприятий встречаются более высокие концентрации роданидов, нам интересно было посмотреть действие как предельно допустимых, так и более высоких концентраций их на жизнедеятельность микроорганизмов. Из результатов исследований (табл. 2) видно, что концентрация 100 мг/л и более высокие концентрации роданидов стимулируют развитие исследуемой культуры.

Можно полагать, что роданиды могут служить одним из источников азота и углерода. Ильяетдиновым и др. [23] отмечается, что в процессе бактериальной деструкции гидрметаллургических стоков эффективное удаление роданидовых соединений происходит в течение 2 д. Максимальное количество клеток и утилизация роданидов достигается в первые сутки роста. На пятые сутки количество питательных элементов в среде уменьшается, и развитие клеток ограничивается, т.е. количество клеток коррелирует с концентрацией роданидов в среде.

Таблица 2

Развитие *Bacillus subtilis* и накопление белка на средах с различными концентрациями роданидов

Концентрация KCNS, mg/l	Время культивирования, h					
	24		48		72	
	Количество клеток, млн/ml	белок mg/l	Количество клеток, млн/ml	белок mg/l	Количество клеток, млн/ml	белок mg/l
Контроль	2.4	85	75	85	15	76
100	1.3	113	-	85	300	77
200	1.9	128	160	93	480	79
300	1.0	91	770	93	210	72
400	2.0	91	280	89	790	76

Экзобелок - это продукт жизнедеятельности микроорганизмов, количество которого является определенным ее показателем. Присутствуя в загрязненных водах, микроорганизмы могут синтезировать белок в зависимости от состава находящихся в этих водах различных соединений, таких как роданиды, цианиды, тяжелые металлы и др. Нам интересно было определить действие различных концентраций роданидов на биосинтез белка *Bacillus subtilis* C-2, обладающей природной устойчивостью к роданидам. Проведенные исследования показали (табл. 3), что роданиды, находясь в среде, ускоряют процесс биосинтеза белка микроорганизмами.

В первые сутки на среде содержащей 100 и 200 mg/dm³ роданидов, отмечается максимальное накопление белка по сравнению с контролем. Концентрации роданидов 300-400 mg/dm³ в среде угнетают синтез белка по сравнению с контрольной пробой. На вторые и третьи сутки биосинтез замедляется в связи с усиленной споруляцией вегетативных клеток.

Одним из показателей жизнедеятельности микроорганизмов является интенсивность дыхательного процесса бактериальных клеток. Исследовали действие концентраций роданидов (100; 200; 300; 400 mg/dm³) на дыхательную активность *Bacillus subtilis* (табл. 3).

Резистентность дыхания к роданиду широко распространенное явление среди видов родов *Pseudomonas* и *Bacillus*. Изучение устойчивости дыхания у *Bacillus subtilis* C-2 к роданиду показало, что дыха-

Таблица 3

Дыхательная активность *Bacillus subtilis* C-2 на среде с различными концентрациями роданида

Концентрация роданида, mg/dm ³	Дыхательная активность <i>Bacillus subtilis</i> , mkl O ₂ биомассы	
	10 min	20 min
Контроль	24.8	12.1
100	17.35	11.9
200	13.55	13.5
300	9.45	7.15
400	6.8	6.05

ние этих бактерий в присутствии высоких концентраций роданида замедляется. Активность дыхания в контроле превышает активность дыхания культуры, растущей при разных концентрациях роданидов. Со временем активность в контроле и в среде со 100 mg/dm³ роданида снижается, но интересно то, что в среде с 200 mg/dm³ роданидов-

наблюдается стабильность по динамике дыхания независимо от времени. Таким образом, с увеличением концентрации роданидов в среде активность дыхания бактерий уменьшается.

В связи с тем, что максимальное разрушение роданидов протекает в первые сутки культивирования, определенный интерес представляло почасовое изучение поведения микроорганизмов в этот период. Исследовано накопление белка и количество жизнеспособных клеток в течение суток, при исходной концентрации роданидов в среде 400 mg/dm³. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в первые часы происходит снижение количества жизнеспособных клеток бактерий, уменьшается, соответственно, содержание экзометаболитов (табл. 4).

Однако, уже через 9 h культивирования отмечается выравнивание в сравнении с контролем роста клеток и содержания белка, а затем, на среде с роданидом, микроорганизмы развиваются интенсивнее, нежели на среде без него.

Таким образом, природная ассоциация *Bacillus subtilis* C-2 приспосабливается к роданидам в первые 9 h культивирования. Затем остаточные концентрации роданидов начинают стимулировать рост клеток и за 24 h культивирования количество клеток на среде с роданидами в 2 раза превышает по сравнению с контрольной пробой (рис. 2).

Таблица 4

Устойчивость *Bacillus subtilis* C-2 к роданиду

Время культивирования, h	Среда без роданидов		Среда PWN-30 + 400 mg/dm ³ KCNS	
	кол-во клеток, млн/ml	белок, mg/dm ³	кол-во клеток, млн/ml	белок, mg/dm ³
0	10	81	10	80
4	4.85	85	0.34	79
6	0.143	95	3.2	62
9	12	87	12.5	90
11	37.5	91	39	118
14	38	102	52	89
24	400	103	850	123
42	0.8	79	0.37	63

Присутствие в среде, наряду с роданидами и более токсичных веществ, таких, как цианиды, осложняет жизнедеятельность микроорганизмов-деструкторов с одной стороны и способствует адаптации микроорганизмов при дробных пересевах.

Используя такой механизм адаптации, получены устойчивые формы микроорганизмов, которые использованы в дальнейших сериях лабораторных опытов по исследованию жизнедеятельности и биологической активности специально выделенных штаммов бактерий для деструкции лежалых отходов.

Выводы. Проведено микробиологическое исследование на участках хвостохранилищ гидрометаллургического завода № 3. Показана специфика развития микроорганизмов в зависимости от степени загрязненности пианидами и точки отбора пробы. Выявлено, что в отвальных хвостах хвостохранилища ГМЗ-3 преобладают гетеротрофные микроорганизмы, растущие на мясном экстракте и аммонификаторы. Также отмечено наличие микроорганизмов, способных расти на скудном органическом субстрате.

Изучены микробиоценозы хвостовой пульпы аппарата Кеміх и свежей заводской хвостовой пульпы. Показано, что в процессе деструкции цианидов происходит изменение, как в количестве выявляемых микроорганизмов, так и качественные изменения в составе аборигенной микрофлоры хвостовой пульпы.



Рис. 2. Кинетические кривые влияния роданидов на рост клеток *Bacillus subtilis* C-2.

Наибольшее количество микроорганизмов отмечается в свежей заводской хвостовой пульпе.

Из отвальных хвостов и свежей хвостовой пульпы выделены и определены до вида 2 штамма *Bacillus subtilis* и 2 штамма *Pseudomonas sp.*, обладающие различной степенью устойчивости к ионам металлов и цианидов в среде. Проведены исследования по адаптации микроорганизмов к ионам металлов в растворе (пульпе) и разработаны методы их интенсификации.

Установлено, что *Bacillus subtilis* C-2 приспособляется к роданидам в первые 9 часов культивирования. Затем остаточные концентрации роданидов начинают стимулировать рост клеток.

Библиографический список

1. Каравайко Г.И., Ляликowa Н.Н., Пивоварова Т.А. Микроорганизмы рудных месторождений, их физиология и геохимическая деятельность // Экология и геохимическая деятельность микроорганизмов. - Пушино, 1976. - С. 25-55.
2. Коробушкина Е.Д., Гукасян А.Б. К характеристике микрофлоры Балейского и Кокпатаасского золоторудных месторождений // Биология гетеротрофных микроорганизмов. - Красноярск, 1971. - С. 77-81.
3. Пулатова О.М., Куканова С.И., Лильбок Л.А., Музафаров А.М., Самтаров Г.С., Кутлиев Д.К. Экологическая характеристика хвост хранилища золота - извлекательного производства и микробная трансформация цианидов // Горный Вестник Узбекистана, 2004 г., т. 18, № 3, С. 88-90.
4. Кондратьева Т.Ф., Пивоварова Т.А., Цалпина И.А., Богданова Т.И., Туликina О.В., Меламуд В.С., Каравайко Г.И. Биоразнообразие ацидофильных хемолитотрофных микроорганизмов, окисляющих соединения серы и железа // Четвертый Московский Международный конгресс. «Биотехнология: состояние и перспективы развития», 12-16 марта 2007. - М., 2007. - С. 20-321.
5. Каравайко Г.И., Кондратьева Т.Ф., Пивоварова Т.А., Мунтян А.Н. Физиологические и генетические характеристики некоторых штаммов *Thiobacillus ferrooxidans*, используемых в биогидрометаллургии // Прикладная биохимия и микробиология, 1997, т. 33, № 5, С. 532-538.
6. Салхожаева Г.М., Парамонова И.Е., Нагуманова Л.А., Динкаева К.А., Талжанов Н.А., Балпанов. Выделение и идентификация железоокисляющих хемолитотрофных бактерий рода *Acidithiobacillus* из рудных месторождений Акмолинской области Биотехнология. Теория и практика, № 4, 2010, с. 64-69.
7. Коробушкина Е.Д., Коробушкин И.М. Роль микроорганизмов в геохимии золота зоны гипергенеза Дарасунского золото-сульфидного месторождения // ДАН. - 1998. - Т. 359, № 6. - С. 811-813.
8. Авакян З.А. Микрофлора горных пород и ее роль в выщелачивании силикатных минералов // Сб. трудов «Биогеотехнология металлов», 1985, С. 181-201.
9. Каравайко Г.И. и др. Роль микроорганизмов и некоторых физико-химических факторов среды в разрушении кварца // Микробиология, 1984, 53, № 6, С. 76- 82.
10. Куканова С.И. Гетеротрофные микроорганизмы и их роль в извлечении золота из нестандартного сырья: Автореф. дис. ... Ташкент, 1992. 24с.
11. А.С. Садыков, А.К. Кахаровов, М.Г. Сагдиева, С.И. Куканова, Н.М. Киселев, С.И. Борминский. Экология микрофлоры золоторудных месторождений Узбекистана ДАНУзССР, 1984, № 6.
12. Малахова П.Т., Талипов Р.М., Коваленко Э.В., Приходько О.И., Самигджанова М. Микроорганизмы золоторудных месторождений Узбекистана // Уз. биол. ж. - 1980. - № 6. - С. 10-14.
13. Сагдиева М.Г., Черкасова Г.В., Кузьмина Л.А., Файзиева Ф.Х., Цой А.В. Микрофлора черносланцевых руд сульфидных месторождений Кокпатас и Даугызтау // Материалы конференции «Перспективы науки и производства химической технологии в Узбекистане», 2014, с. 191.
14. Ульберг З.Р., Подольская В.И., Санакулов К.С., и др. Деградация цианидов культурой *Pseudomonas fluorescens* ВКМ-5040 // Прикладная биохимия и микробиология, 1994, том 30, вып. 1, с. 260-264.
15. Ульберг З.Р., Подольская В.И., Санакулов К.С., Вембер В.Е., Грищенко Н.И. Детоксикация цианидов культурой

Pseudomonas fluorescens в сточных водах предприятий цветной металлургии // *Химия и технология воды*, 1995, т.17, №3.

16. Sagdieva M.G., Kukanova S.I. Ecology and biological method of destructing cyanidation wasters of gold production // *Abstracts of IUMS Congress: Bacteriology, Micology, Osaka, Japan, 1990*, 38p.

17. Куканова С.И., Пулатова О.М., Кутлиев Д.К., Латышев В.Е., Лильбок Л.А., Акиншина Г.И. Биологическое обезвреживание хвостовой пульпы гидрометаллургических заводов, *Цветные металлы*, 1999, №7, с.77-78.

18. Karavaiko G.I., Rossi G., Agate A.D., Groudev S.N and Avakyan Z.A. // *In: Biogeotechnology of Metals*. 1988. pp. 314-318. Centre for International Projects GKNT, Moscow.

19. *Bergeys Manual of Systematic Bacteriology*/Eds. P. Sneath, N. Mair, M.E. Sharpe, J.G. Holt.- Baltimore, London, LosAngeles, Sydney: Williams&WilkinsCo, 1986.

20. Практикум по микробиологии под редакцией. Непрусова, А.И. Москва. Академия. 2005а. С.355.

21. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод, Москва, «Химия» 1984, С.442.

22. Исмаилов М.М. Хужакулов Н.Б., Гафуров К. Исследование пространственно-объемного распределения золота в лежалых хвостах ГМЗ-3 // «Цветные металлы», 2016, № 2. С. 20-26.

23. Илялетдинов А.Н., Энкер П.Б., Власова З.Г. Разрушение цианидов гетеротрофными микроорганизмами // *Труды Ин-та микробиологии и вирусологии Каз. АН*, 1980, 29, с.9-19.

УДК 622.7:08:622.755:622.775

© Эрназаров М., Самадов А.У. 2017 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДОИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА И СЕРЕБРА ИЗ ХВОСТОВ ЗОЛОТОИЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Эрназаров М., заведующий лабораторией «Обогащение полезных ископаемых» ГУП «O'ZGEORANGMETLIT», канд. техн. наук; Самадов А.У., доцент кафедры «Металлургия», канд. техн. наук ТашГТУ.

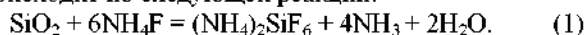
Oksidlovchi modda ammoniy floridi yordamida oltin chiqarish fabrikalarining xvostlaridagi oltinni ochish usuli ishlab chiqilgan va tajribada tasdiq etilgan.

Tayanch iboralar: *qayta ishlash texnologiyasi, texnogen chiqindilar, oltinni ochish usuli, stexiometriya, xvostlarni qayta ishlash, ammoniy floridi.*

The way of opening of gold from tails of gold-extracting factories with an active oxidizer ammonium fluoride is developed and experimentally confirmed.

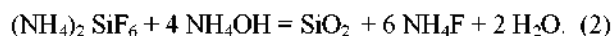
Key words: *treatment process, technogenic waste, opening method of gold, stoichiometry, tailings re-treatment, ammonium fluoride.*

Предлагается технология переработки техногенных отходов с применением галогеноаммонийной (NH₄F) технологии обескремнивания кеков, которая происходит по следующей реакции:



Гексафторосиликат аммония образующийся в результате протекания химической реакции, обладает очень удобными, с точки зрения технологии, физико-химическими свойствами. При нормальных условиях это твердое вещество, а при температуре выше 320⁰С оно сублимирует и переходит в газовую фазу [1].

Преимуществом использования фторида аммония в качестве обескремнивающего реагента является возможность его регенерации. Растворимость гексафторосиликата аммония достигает 370 г/л при 70⁰С. При взаимодействии с аммиаком он гидролизует с выпадением в осадок в виде диоксида кремния по реакции:



Возможность регенерации фторида аммония позволяет организовать непрерывный цикл обескремнивания и вывода кварцевой составляющей хвостов в виде мелкодисперсного оксида кремния сорта «белая сажа».

После фильтрационного отделения оксида кремния остается раствор фторида аммония, который после упарки поступает на обескремнивание новой партии хвостов.

Количество фторида аммония подбирается по стехиометрии так, чтобы его хватило только на разложение оксида кремния. Кинетические исследования показали, что оксид кремния наиболее быстро реагирует с фторидом аммония. Таким образом, фторид аммония весь расходуется на оксид кремния, не успевая прореагировать с остальными оксидами. По окончании реакции оксид кремния замещается гек-

сафторосиликатом аммония, который удаляется из смеси при температуре выше 320°C, происходит обескремнивание руды [2]. Поскольку оксид кремния в хвостовых отходах составляет от 45 до 80 %, после удаления его общая масса хвостов уменьшается от 2 до 4 раз, соответственно концентрация ценных компонентов, находящихся в хвостах, повышается от 2 до 4 раз. Дальнейшая комплексная переработка хвостов как пиро-, так и гидрометаллургическими методами не представляет трудностей.

В настоящее время цена фторида аммония производимого в Республике Узбекистан составляет 60 тыс. сум за 1 kg.

Фторид аммоний производства Китая с доставкой в Ташкент составляет 9 долл. за 1 kg.

Состояние производства и потребление диоксида кремния. Диоксид кремния (белая сажа) применяют:

- в производстве стекла, керамики, абразивов, бетонных изделий;
- для получения кремния;
- в металлургии используется для раскисления, кремний является составной частью большого числа сплавов железа и цветных металлов;
- как наполнитель в производстве резин;
- при производстве кремнеземистых огнеупоров;
- в парафармацевтике (зубные пасты), в фармацевтической промышленности в качестве вспомогательного вещества и др.

Основными производителями на мировом рынке кремнеземных наполнителей являются две ведущие фирмы: Дегусса (Германия) и Рен-Пуленк (Франция). По сравнению с 1994 г. наблюдается тенденция увеличения продаж на евроазиатском рынке.

Для шинной промышленности цена за 1 t импортного наполнителя, в зависимости от марки и выпускной формы колеблется от 1700 до 250 \$ США. В России и странах СНГ производство аналогичного продукта отсутствует. Ожидаемый спрос на наполнители по данным института ВНИИШП (г. Москва) составляет до 20 000 t/год.

Для производства более чистого диоксида кремния необходимо использовать [3] химические методы. Химические методы получения диоксида кремния и его соединений широко известны и разнообразны, поскольку диоксид кремния используется в качестве «белой сажи», кремний органических соединений и т.д. Современные промышленные технологии вскрытия кремний содержащего сырья были внедрены в середине двадцатого столетия и имеют ряд недостатков:

- многостадийность технологического цикла;
- использование жидких кислых реагентов, вследствие чего образуется большое количество сбросных вод;
- использование высокотемпературных режимов (1000-1100 °C), что требует особых конструктивных материалов и увеличения энергозатрат;

- экологическая небезопасность протекающих процессов, т.к. используются концентрированные кислоты, либо токсичные газы;

- высокая себестоимость конечной продукции.

Кроме классических способов переработки кварцевого концентрата приоритетным направлением считается безводная, малоотходная и экономичная фторидная технология переработки.

Расходы гидрофторида аммония и аммиачной воды, приведенные на принципиальных схемах, требуются только при запуске процесса. В дальнейшем эти продукты образуются в технологическом процессе.

Интерес к фторидной переработке руд появился в конце 60-х годов. Высокая химическая активность фтора и его соединений, а также богатый опыт работы с фторидами урана в технологических процессах по производству реакторных материалов позволяют создать короткие и высокопроизводительные технологические схемы переработки кварцосодержащих руд.

Сырьевую базу для производства фтор реагентов в Узбекистане представляют большие запасы фтора как в составе флюоритовых, так и в составе фосфоритовых руд.

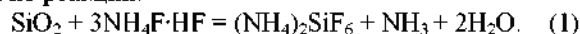
В качестве фторирующего реагента выбран фторид аммония, являющийся отходом фторидных производств, в том числе алюминия и пластмасс. Фторид аммония, который при нормальных условиях представляет собой неагрессивное, твердое, кристаллическое вещество. Расплавленный фторид аммония – более энергичный фторирующий реагент, чем газообразный фтороводород.

Достоинством фторида аммония является энергичное взаимодействие его расплава с оксидом кремния, при этом образуются кремнефториды аммония, в частности - гексафторосиликат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ который в нормальных условиях является неагрессивным, хорошо растворимым в воде порошком. При нагревании $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ возгоняется без разложения, а при охлаждении десублимируется – данное свойство используется для очистки от примесей кварцевого концентрата.

Описание технологических операций получения высокочистого диоксида кремния с помощью фторида аммония.

Фторид аммония реагирует с оксидом кремния по реакции (1).

Гидрофторид аммония реагирует с оксидом кремния по реакции:



Образующийся в результате реакции гексафторосиликат аммония при нагревании переходит в газообразное состояние. Газообразный $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ десублимируют, обрабатывают аммиачной водой с попутной регенерацией фторирующего агента. Данный процесс описывается реакцией:



Затем осадок гидратированного оксида кремния отделяют фильтрацией от раствора фторида аммония. Отделенный раствор фторида аммония упаривается и кристаллизуется в виде технического фторида аммония состава 25 % NH_4F , 75 % $\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$. В результате сушки и прокалки осадка получается оксид кремния в мелкодисперсном виде.

Вещественный состав обогащенной пробы хвостов Марджанбулакской ЗИЦ, с применением галогеноаммонийного способа изучен с использованием комплекса современных методов, включающих в себя полуколичественный, спектральный, масс-спектрометрический, пробирный (на Au, Ag) и некоторые другие виды анализов.

Пробирный на Au и Ag выполнялся в лаборатории АНИО и ЦНИЛ ГП НГМК. Спектральный и масс-спектрометрический анализ проведены в центральной лаборатории института геологии и гидрогеологии АН РУз.

Химический состав технологической пробы МБ-151. Предварительно до концентрирования исследуемых проб, был проведен ситовый анализ исходной пробы массой 1 kg. Результаты ситового анализа представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, по видимому, при долгом хранении произошло укрупнение фракции и фракции мелких частиц как +0,074 мм и -0,074 мм, составляет 14 %. Распределение золота по фракциям равномерно.

Минеральный состав концентрированной пробы. Представленная технологическая проба по данным микроскопии и пересчета химического анализа по минералогическому составу, относится к кварцу полевого шпата – гематовый по минеральной системе с незначительным присутствием слюдястых минералов (биоти+глорит+мусковит).

Минеральный состав пробы: Кварц 25 % – формула SiO_2 ; ортоклаз – K $[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$; альбит – Na $[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$; слюдястые – Ca $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$; слюдястые минералы – 5 %; гематит – 12 % Fe_2O_3 ; кварц SiO_2 – состав Si – 46 % тв. 7, цвет серый; плотность 2,6; пьезоэлектрик пьезоэлектрик $\epsilon = 4,4 \div 4,4 + 6,0$; анизотропен диамагнетик $\chi = -0,46 - 10^{-6} \text{ см}^3/\text{г}$. При нагревании эндотермический эффект полиморфного превращения при 573°C (846 K), t пл. – 1728°C (2001 K).

Для кварца имеются разновидности: халцедон скрытокристаллический. Кристаллические образцы в зависимости от окраски называются: морион, аметист, цитрин. Структура каркасная, с тетраэдр-

рической координацией кремния и двойной (угловой) кислорода; сингония тригональная: $a_b = 4,9130$, $C_b = 5,4045$; главные линии на рентгенограммах – 4,25(8) – 3,343 (10) – 2,456 (6) – 1,818(8) – 1,541(7). В природе очень распространенный минерал, отсутствует лишь в основных и ультраосновных изверженных породах и карбонатных осадочных отложениях.

Полевые шпаты. Общие названия группы минералов составляющие 50-60 % массы земной коры. По химическому составу представляют собой алюмосиликаты K, Na, Ca, реже Ba. Образуют изоморфные ряды:

- K – Na полевые шпаты (ортоклаз, микроклин, саннирдин и др.);
- Na – Ca полевые шпаты (плагноклазы);
- K – Ca полевые шпаты (гиолафаны).

Полевые шпаты характеризуются вязью кремния алюмоокислородных тетраэдров, соединяющиеся вершинами в трехмерный каркас, в пустотах которого катионы K^+ , Na^+ , Ca^{2+} .

Плагноклаза название непрерывного ряда, альбит – Na $[\text{HeSi}_3\text{O}_8]$ – анортита Ca $[\text{HeSi}_3\text{O}_8]$. Соснивалеби – (Ta-Na₂O-10,8; Al_2O_3 – 19 %; SiO_2 – 69,8 %). Анортита – CaO -20,1 %; Al_2O_3 36,6 %; SiO_2 – 43,3 %. Твердость 5-6; спаянность совершенная; цвет белый или серый; плотность 2,6-2,8; E= 6,0-7,2. Сингония альбита триклинная. Параметра элементарной ячейки $Q_0 = 8,135$; $b = 12,788$; $C_0 = 7,154 = 94^\circ = 116^\circ = 87^\circ$. Главные рентгеновские линии 4,016 (7); - 3,767 (6); - 3,660 (7); - 3,206 (7); - 3,179 (10); - 3,191 (10). Для анортита параметри элементарной ячейки – $\alpha = 8,177$; $b_0 = 12,877$; $c_0 = 14,169$; $\lambda = 93^\circ$; $\beta = 115^\circ$, 51° ; $\gamma = 91^\circ$, 13° .

Главные рентгеновские линии – 4, 0, 33 (6) – 3,740 (4) – 3,611 (8) – 3,249 (7) – 3,197 (10). Часто вместе с K, Na полевыми шпатами встречается кварц.

Гематит – Fe_2O_3 , состав Fe-69,9; плотность -5,3; = $10^{-10} + 10^{-4}$ Ом м для разных образцов; $\epsilon = 25$; проявляет слабый ферромагнетизм примерно при -15°e ; $T_c = 643 \div 688^\circ\text{C}$, понижается при наличии титана. Поведение при нагревании - эндотермический эффект полимерного превращения при 680°C (953 K), при 1370-1400°C (1643-1673 K) переходит в магнетит, $t_{\text{инв}} = 1368^\circ\text{C}$ (1663 K), температура плавления - 1594°C (1867 K), разлагается в концентрированной HCl. Разновидности - титаномгнетит (Ti до 8%), алюмогематит (Al до 7%), гидрогематит (H_2O до 8%). Сингония тригональная; параметр кристаллической решетки $a_0 = 5,421$; $Q_{\text{ch}} = 5,42$, $\lambda = 55^\circ 17'$, $\alpha_n = 5,031$, $C_b = 13,76$; главные рентгеновские линии -3,67 (7) -2,689 (10) -2,508 (8) -2,198 (7) -1,863 (7) -1,688 (8) -1,494 (7) -2,680 (10).

Мусковит – $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ – состав K_2O - 11,8 %; Al_2O_3 - 38 %; SiO_2 – 45,2 %; H_2O – 4,5 %. Твердость 2,8-3,1 диэлектрик, кратковременный обжиг в восстановительной атмосфере при 600°C увеличивает узельную магнитную восприимчивость.

Таблица 1
Результаты ситового анализа

Размер, мм	Вес, г	Вес, %
+0,5	274,7	27,47
+0,2	260,1	26,01
+0,1	309,2	30,92
+0,071	87,8	8,78
-0,071	68,2	6,82
Сумма	1000	100,0

Параллельно плоскости спайности. Поведение при нагревании – эндотермический эффект дегитрации и разложения в интервале 800-1000^oC (1073-1273 K). минерал-группа слюд. Сингония моноклассная, главное рентгенование линии- 10,0 % (10) 5,02(5) -4,48(6) - 3,35(10) – 2,96 (8).

Хлориты – группа пластинчатых минералов с общей формулой (Mg, Fe²⁺, Fe³⁺)₆x[AlSi₃O₁₀](OH)₆. Твердость 2-3. Спенность весьма совершенная. Цвет черный, зеленоватый. Плотность 2,6-3,3. Разлагается в HCl.

В данной минеральной системе ортоклаз преобладает над анартитом и альбитом. Полученные результаты масс-спектрального анализа табл. 2 показали высокое промышленное содержание Ni – 0,22 % Mo – 0,021 % и сумму редких земель–TR–290 g/t; Ag–3,5 g/t; Au–0,58 g/t и Se–4,7 g/t. После извлечения данных металлов оставшееся минеральное сырье можно использовать для получения портландцемента, так как модуль его соответствует получению высококачественного портландцемента.

Разработан и экспериментально подтвержден способ вскрытия золота из хвостов золото-извлекательных фабрик активным окислителем фторидом аммония. При этом вскрываются фторо-аммонийные комплексы кремния и примесных металлов, в сублимационном отделении гексофторсилкатаммония при температуре 350- 390^oC, адсорбцию аммиака из газовой фазы, десублимацию гексофторсилкатаммония при охлаждении технологического газа, растворение гексофторсилкатаммония и обработку аммиачной водой для получения диоксида кремния, фильтрование из пульпы оксида кремния, его сушку и прокалку с получением готовой продукции в виде порошка, упарку аммиачных маточников, кристаллизацию фторида аммония, который затем возвращают на стадию фторирования [4]. Извлечение золота и серебра из

Таблица 2
Содержание элементов в пробе № 1
(по данным масс-спектрометрического анализа)

Элемент	Содержание, %	Элемент	Содержание, %
Na	3.0	Sb	23
Al	25.0	Te	0.54
Mg	0.25	Cs	2.4
K	6.0	La	86
Ca	3.7	Ce	5.10
Ti	0.82	Pr	20
Cr	0.18	Nd	4.7
Fe	9.2	Sm	1.60
Ni	0.22	Eu	4.80
Ba	18.0	Gd	0.70
Li, g/t	51	Tb	4.20
Be	9.9	Dy	0.80
P	900.0	Ho	0.80
Se	3.3	Er	110
V	340	Tm	0.34
Mn	530	Yb	2.30
Co	37.0	Lu	0.35
Cu	220	Hf	5.10
Zn	220	Ta	1.6
As	440	W	99
Se	4.7	Re	0.04
Rb	210	Yr	0.006
Sr	420	Pt	0.006
Y	19	Au	0.58
Zr	390	Pb	270
Nb	24	Bi	3.40
Mo	210	Th	7.70
Ag	3.5	U	6.50
Cd	1.20	ΣTR g/t	220.04
Sn	8.7		

Библиографический список

1. Самадов А.У. Исследование извлечения ценных компонентов из отходов металлургических предприятий. *Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации Сборник научных трудов XII-ой Международной научно-практической конференции, том 4, г.Курск 2015 С. 212-214.*
2. Эрназаров М., Самадов А.У., Санакулов У. *Металлургия корхоналари чиқиндиларини янги усулда қайта ишлаш имкониятлари. Материалы VI международной научно-практической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития». г. Навоий 2013 г. С. 111.*
3. Дьяченко А.Н., Крайденко Р.И. *Способ получения диоксида кремния // Решение о выдаче Патента РФ по заявке №2007145565(049927), приоритет от 07.12.2007 г.*
4. Патент РУз. №1AP04242 от 08.07.2011 г.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ОДИНАРНОГО БАРБОТАЖНОГО КУБА ФЛОТАЦИОННОГО АППАРАТА

Носирова Ш.Н., доцент кафедры «Автоматизация и управление технологических процессов и производств» Навоийского государственного горного института; Артиков А.А., профессор кафедры «Информатика, автоматизация и управление» Ташкентского химико-технологического института.

Yaxlit barbotaj kubli flotatsiya apparatining kompyuterli modelini formallashtirish masalalari ko'rib chiqilgan. Barbotaj kubli flotatsiya apparati asosiy tizim deb qaralib, ko'p bosqichli tizimda tahlil qilingan.

Tayinch iboralar: flotatsiya, barbotaj, apparat, kompyuter, model, formallashtirish, tizim, ko'p bosqichli, masala, giperbolik, tahlil, komponent, konsentatsiya, parametr, jarayon, tizimli tahlil.

The question of formalization of computer model of an object of unary bubbling cube of the floatation installation is considered. At creation of computer model of a bubbling cube of the floatation device the multistage system analysis is carried out.

Key words: floatation, bubbling, installation, computer, model, formalization, system, compound, objective, hyperbolic, analysis, element, concentration, parameter, process, system analysis.

Как известно, флотации подвергается пульпа, характеризующаяся рядом свойств, которые определяются, в первую очередь, минералогическим составом рудного сырья, а также условиями переработки его в предыдущих циклах обогатительного передела. На процесс флотации оказывает влияние большое количество параметров, которые условно можно разбить на входные (возмущающие и управляющие воздействия), выходные (технологические показатели процесса) и режимные (формирующиеся в зависимости от условий протекания процесса). Многообразие и многочисленность параметров определили сложность задачи автоматизации флотационного процесса.

При построении компьютерной модели барботажного куба флотационного аппарата осуществлен многоступенчатый системный анализ, при этом барботажный куб принят за основную систему. Входными параметрами барботажного куба считаются:

- расход материала (измельченные руды);
- расход воды;
- температура воды;
- концентрация воды;
- расход связующих веществ;
- размеры и форма куба;
- расход воздуха;
- температура воздуха;
- концентрация веществ в воздухе.

Барботажный куб имеет следующие выходные параметры: масса оставшейся жидкости из объекта, расход воздуха из барботажного куба, расход воздуха у слоя пены и концентрация

полезных веществ в барботажном воздухе, поступающих в слой пены.

Определяя входные и выходные параметры основной системы, можно проанализировать систему и процесс, улучшить его работу, а также создать улучшенную систему и работу барботажного куба.

Для определения взаимосвязи параметров появилась необходимость углубиться в барботажный куб с использованием многоступенчатого системного анализа. Наилучшим приемом является определение квазислоев в барботажном кубе.

Будем считать, что барботажный куб состоит из множества слоев, имеющих свои входные и выходные параметры. Необходимо отметить, что жидкая фаза имеет структуру потоков, близких к полному перемешиванию и общим показателям, но для всех слоев углубление может произойти еще в самих слоях. Определяя входные параметры (с одной стороны – расход или количество жидкости и концентрация полезных компонентов жидкости, а с другой – расход воздуха и содержание полезных компонентов в воздухе, температура воздуха, а также показатели переходных процессов), можно определить коэффициент массы отдачи и выходные параметры для каждого слоя. Каждый квазислой состоит из двух элементов: 1 – жидкая фаза (где входными параметрами являются начальная концентрация материала, масса и расход жидкой фазы в данном слое); 2 – газовая фаза (где входными параметрами являются расход газа и содержание компонентов в газе).

Выходными параметрами для жидкой фазы являются масса жидкости и содержание полезных компонентов в жидкой фазе, а для газовой фазы – расход газа и содержание компонентов в выходящем из слоя газе. На этом углубление системы можно приостановить и в дальнейшем необходимо обратить внимание на межэлементарные воздействия, т.е. на межфазное воздействие, где от слоя жидкости будет переходить полезный компонент в газовую фазу, который характеризуется коэффициентом массы отдачи. В данном случае введено понятие равновесной концентрации ценных компонентов и имеется действительное значение ценных компонентов в жидкой фазе, определяемое равновесной концентрацией, которая зависит от свойств связующих веществ и характера газовой фазы. Тогда переходный процесс, т.е. масса обмена от жидкости к газовой фазе, характеризуется следующим уравнением массы передачи:

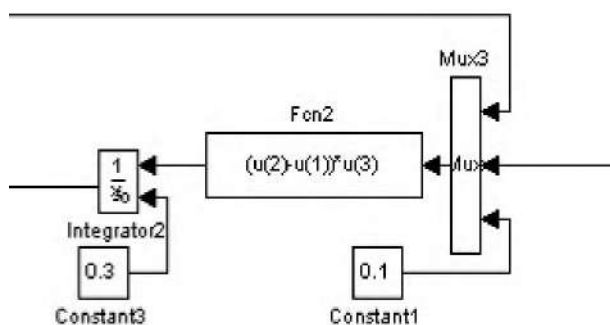


Рис. 3. Компьютерная модель процесса в жидкой фазе объекта одноступенчатой флотации.

$$\frac{dY_i}{d\tau} = Q_y k (y_i - y_{i-1}) + A_v V_a (x - y_i),$$

где y_i – концентрация во входящем из слоя газе; y_{i-1} – концентрация в выходящем из слоя газе; k – коэффициент, характеризующий состояние газов; A_v – коэффициент массы отдачи от жидкости к газу; V_a – объем квазислоя; x – концентрация ценного компонента в жидкости.

Углубляясь в каждый слой, можно составить уравнение материального баланса. Компьютерное отображение правой части математического описания массообменного процесса в квазислое выражается в следующем виде:

$$((Q_g \cdot u(3) \cdot (u(2) - u(4))) + (A_v \cdot V_a \cdot (u(1) - u(2)))) / (V_a \cdot \rho_{og} \cdot u(3)).$$

Компьютерная модель процесса в выбранном квазислое представлена на рис. 1.

Компьютерная модель газовой фазы для выбранного квазислоя составлена на основе материального баланса. Как видно из рис. 1, сюда входит содержание или концентрация веществ в жидкой фазе, концентрация веществ в газовой фазе, коэффициенты преобразования и начальная концентрация для газовой фазы.

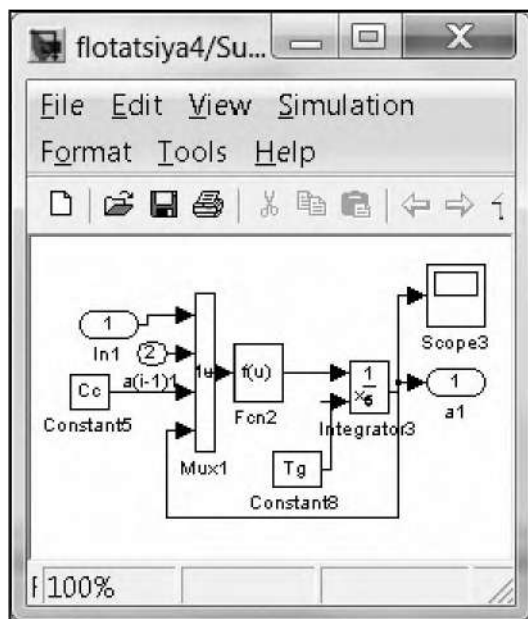


Рис. 1. Компьютерная модель процесса в квазислое газовой фазы объекта одноступенчатой флотации.

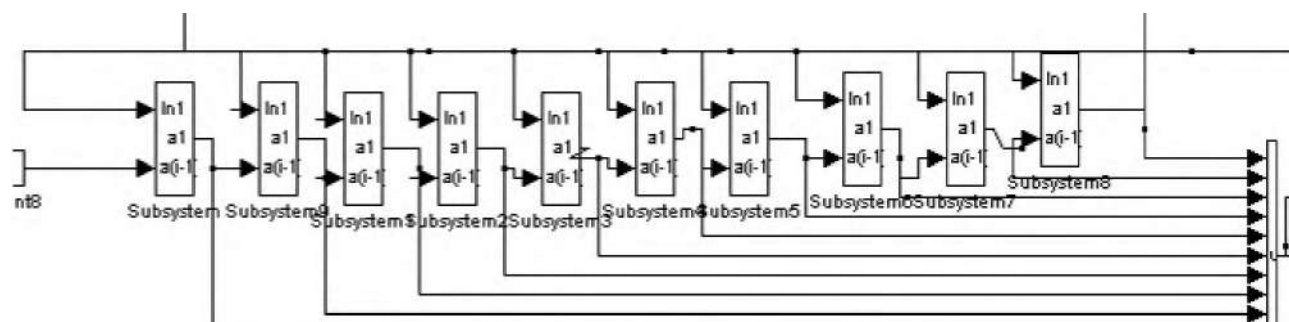


Рис. 2. Компьютерная модель для газовой фазы.

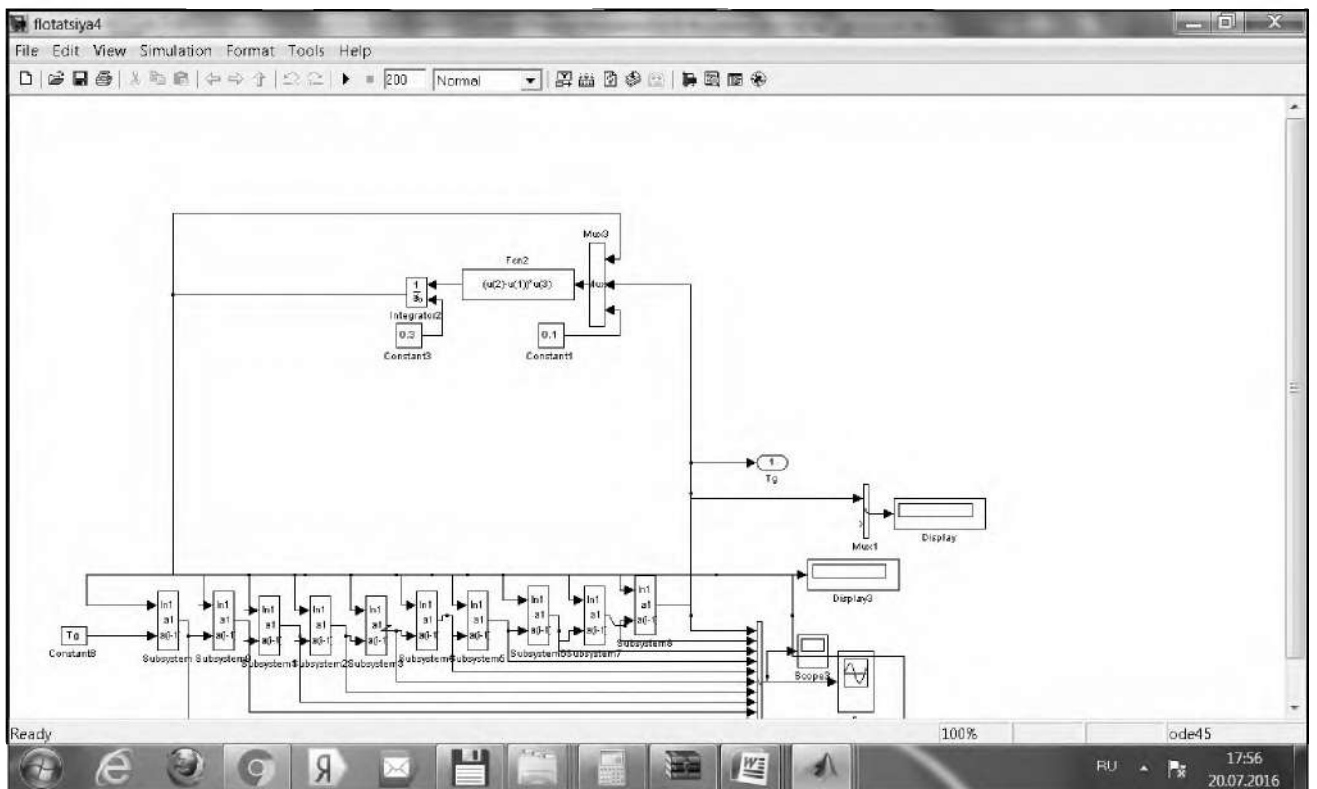


Рис. 4. Общая компьютерная модель объекта одноступенчатой флотации.

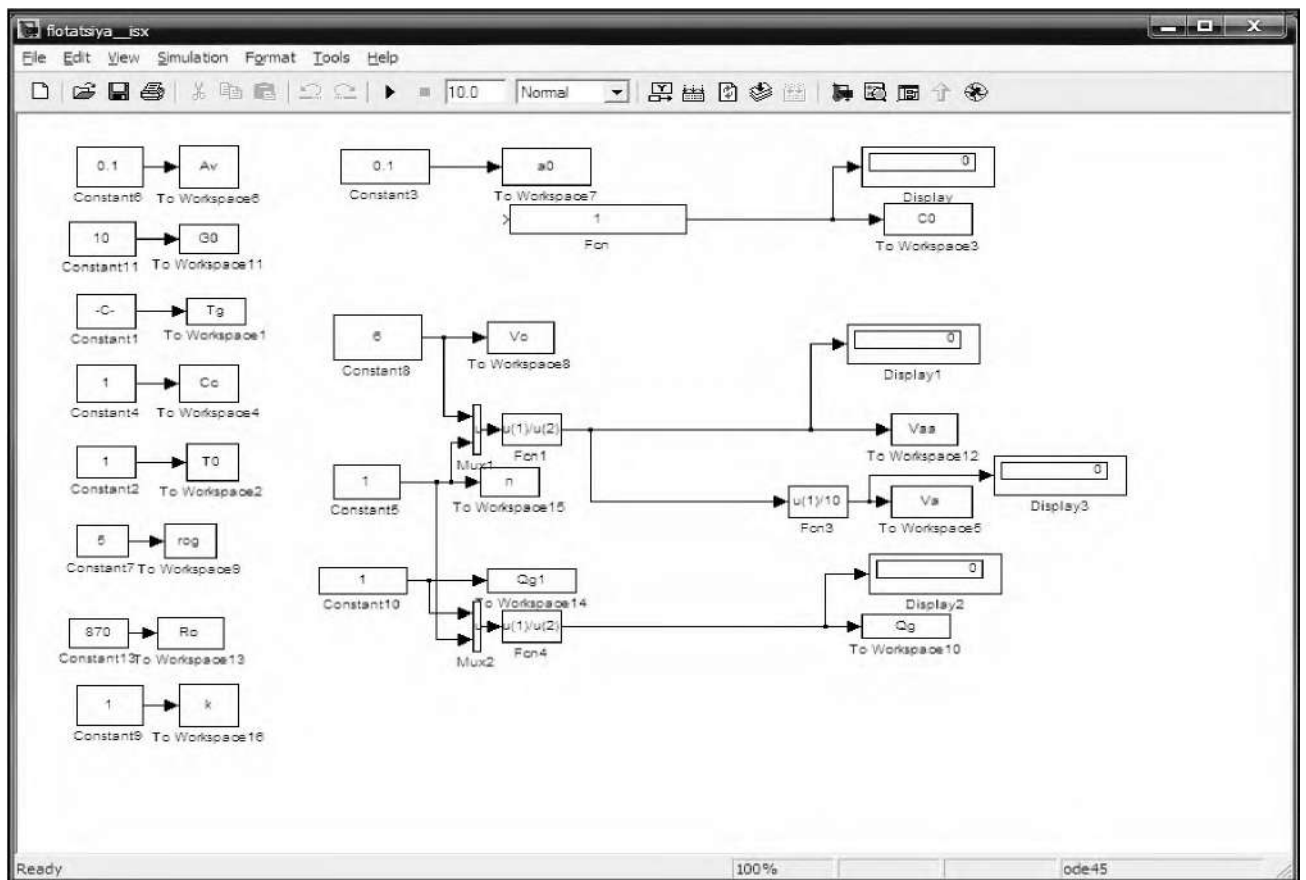


Рис. 5. Компьютерное представление начальных условий.

Объединяя компьютерные модели всех элементов, т.е. математические модели подсистем, можно получить компьютерную модель для газовой фазы барботажного куба флотационного аппарата (рис. 2).

Жидкая фаза для каждого квазислоя имеет общую характеристику, т.е. общие показатели. Считая, что в кубе флотационного аппарата происходит почти полное перемешивание жидкости, концентрация ценного компонента во всех частях аппарата будет одинаковой. Поэтому для жидкой фазы построено уравнение массы обмена (блок), позволяющий рассчитать концентрацию в барботажном кубе (рис. 3).

Включая модели газовой фазы и модель барботажного куба, получена компьютерная модель для барботажного куба флотационного аппарата. Зная входящие параметры (концентрацию и равновесную концентрацию материала в газовой фазе) можно определить концентрацию материала в жидкой фазе и начальные условия, т.е. первоначальные значения концентрации в жидкой фазе.

Разработана интегральная модель характеризующая последовательное изменение концентраций ценных компонентов как в жидкости, так и в газе по квазислоям.

Для эффективной работы компьютерной модели, необходимо задать начальные условия: коэффициент массы отдачи, расход, начальную концентрацию, объем, плотность и др. На рис. 5 представлено компьютерное представление всех начальных условий.

Первоначально, для ввода исходных данных нажимается кнопка «ПУСК» в блоке исходных данных и осуществляется переход в компьютерную модель объекта. С включением компьютерной модели процесса с помощью кнопки «ПУСК», на экране монитора появляется переходной процесс - периодическая работа барботажного куба (рис. 6).

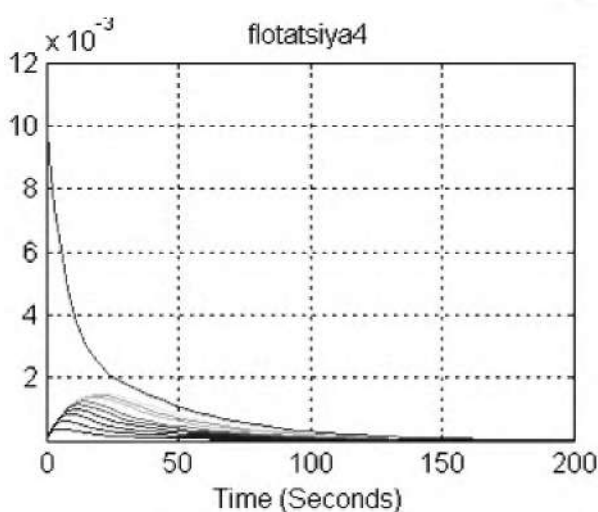


Рис. 6. Переходные процессы в жидкой фазе.

Как видно из рис. 6, содержание компонента в начале процесса уменьшается по гиперболической зависимости, а содержание полезных компонентов в газовой фазе сначала увеличивается последовательно, начиная от начального до максимального значения в каждом слое, потом начинает гиперболически уменьшаться в конце процесса. Концентрация компонентов в жидкой и газовой фазах будут близки к нулю. Полученные результаты позволяют разработать систему управления процессом флотации в периодическом режиме и рассчитать теоретический барботажный куб флотационного аппарата.

Таким образом, рассмотрен вопрос флотации благородных металлов в однокорпусном флотационном аппарате. За основную систему в барботажном кубе аппарата принят многоступенчатый системный анализ. Формализована компьютерная модель путем объединения блоков компьютерных моделей процессов в квазислоях, и получены гиперболические изменения концентрации ценных компонентов как в жидкой, так и в газовой фазе.

АНГРЕН КЎМИР КОНИ ТРП-3 НИМСТАНЦИЯСИДА АВТОМАТЛАШТИРИШ СХЕМАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

Рахимов А.В., ТашДТУ Геология ва кончилик иши факультети «Кончилик электр механикаси» кафедраси катта ўқитувчиси;
Камолов Ш.А., ТашДТУ Геология ва кончилик иши факультети «Кончилик электр механикаси» кафедраси талабаси.

Основной задачей автоматизации, в том числе автоматического ввода резерва в электроснабжении горных предприятий является обеспечение непрерывной работы потребителей. Так же, автоматизация позволяет сократить количество дежурного персонала на подстанции и этим уменьшает эксплуатационные расходы. Всякое устройство автоматического ввода резерва наряду с удовлетворением нескольких требований должно обеспечивать минимальное время действия, а само должно быть надежным и экономичным. С этой целью, применение для автоматизации ввода резерва полупроводниковых тиристоров, и для низковольтных (6 kV) распределительных комплектных распределительных устройств с вакуумными выключателями даёт эффективный результат.

Ключевые слова: электроснабжение, средства автоматического включения, подстанция, резервный источник, автоматический ввод резерва, тиристорный выключатель, вакуумный выключатель, распределительное устройство, напряжение, синхронный двигатель.

The main objective of automation including automatic input of reserve in power supply of the mountain entities is ensuring continuous work of consumers. Also automation allows reducing the number of personnel on duty in substation and it reduces operating expenses. Any device of automatic input of reserve along with satisfaction of several requirements shall provide the minimum time of action, and it shall be reliable and economic. For this purpose application for automation of input reserve of low-voltage solid state thyatron and for low-voltage (6 kV) switchgears, complete switchgears with vacuum switches yields effective result.

Key words: power supply, means of automatic inclusion, electrical substation, reserve source, automatic input of reserve, thyristor switch, vacuum switch, distribution device, current or voltage, synchronous motor.

Ангрен кўмир конида ТРП-3 бош пасайтирувчи нимстанциясидан конни очиш ишлари, кўмирни казиб олиш ишлари истеъмолчилари, электровоз транспорти ва конда йиғиладиган сувларни чиқариб ташлаш учун қўлланиладиган насос қурилмалари электр энергия билан таъминланади. Бу истеъмолчилар электр энергия узлуксизлиги бўйича 1- ва 2-тоифаларга тааллуқли бўлгани учун нимстанцияда 2 та куч трансформатори ўрнатилган, паст 6 кВ кучланишли таксимловчи қурилмаси иккита секцияга ажратилган ва Ангрен иссиқлик электр станциясидан бу нимстанцияга иккита хаво линияси орқали электр энергия келтирилади.

Бунда иккита ва ундан ортиқ манбалардан таъминладиган электр таъминотида ажратилган схема билан ишлаш қўлланилади, барча таъминловчи электр тармоқлар, электр ускуналар, куч трансформаторлари, алоҳида секциялар ва уларнинг комплект таксимловчи қурилмалари ишчи ҳолатида бўлади, ўзларига бириктирилган истеъмолчиларни электр энергия билан таъминлайди.

Шунақа схема қўлланилишига сабаб қиска туташув токларини камайтириш, релели химояларни соддалаштириш, электр энергиянинг йўқотилишини камайтириш, кучланиш бўйича зарур режимни вужудга келтириш ва ҳақозо бўлади.

Аммо бундай тартибдаги электр таъминотининг ишончилиги камрок бўлади, чунки ягона электр манба ишлан чқса истеъмолчиларнинг таъминоти тўхтайд.

Электр энергиясиз қолган истеъмолчиларнинг таъминоти тиклаш учун уларни бошқа манбага захирани автомат улаш қурилмаси воситасида қўшилади.

Захирани автомат улаш қурилмасининг асосий вази-фаси биринчи тоифали истеъмолчиларни узлуксиз электр энергия билан таъминлашдан иборатдир. Шу билан бирга автоматлаштириш воситаларини қўллаш нимстанциядаги навбатчи ходимлар сонини қисқартириш ва кон технологик жараёнларининг тўхтаб қолиш ҳолатларини камайтириш имкониятини беради. Натيجاда электр таъминоти тизимининг ишончилиги ва кон корхонасининг иқтисодий самарадорлиги ошади [1].

Захирани автомат улаш қурилмасига қуйидаги талаблар қўйилади:

- нимстанция шиналарида қандай сабабга қўра бўлишдан қатъий назар кучланиш йўқолса захирани автомат улаш қурилмаси ишга тушиши лозим. Бунда истеъмолчилар учун захира манбада номинал кучланиш бўлиши зарур.

- захирани автомат улаш қурилмасининг уланиш вақти имконият даражасида қиска бўлиши керак. Бу истеъмолчилар электр таъминотининг узилиш муддатини қисқартириш ва электр двигателларнинг ўз-ўзини ишга тушириш жараёнини таъминлаш учун керак;

- захирани автомат улаш воситасининг ишлаши бир марталик бўлиши лозим. Бунинг сабаби қиска туташув бартараф қилинмаганда захирани бир неча марта улашнинг олди олинади;

- захирани автомат улаш воситаси ишдан чиккан асосий манбанинг юклама узгичи тўлиқ ўчирилгандан кейин ишга тушиши керак. Акс холда захира манбадан таъминланаётган истеъмолчилар шикастланган манбага улашиб қолиши мумкин.

Нимстанциянинг 6 kV ли паст кучланишли тақсимловчи қурилмаси иккита секцияга ажратилган. Бу қурилмадаги киритувчи, секция ва фидер ячейкаларида мойли юклама узгичлар қўлланилган. Захирани автомат улаш воситаси секция узгичи таъсир қилиши кўзда тутилади. Қўйида келтирилган тузилиш схемаси мисолида захира автомат улашнинг ишлаш тартибини кўриш мумкин (1-расм).

Иккита секциядан истеъмолчилар алоҳида таъминланадилар. Нормал иш ҳолатида U3 секция узгичи узилган бўлади. Таъминловчи тармоқ ёки куч трансформаторининг шикастланиб секцияларнинг бирида электр таъминоти узилса, захирани автомат улаш воситаси ишга тушади ва аввал U1 ёки U2 ни узади ва U3 ни улайди. Натижада барча истеъмолчилар битта линияга ёки битта куч трансформаторига уланадилар.

Нимстанцияда ҳозирда қўлланилаётган комплект тақсимловчи қурилмаларнинг уланиш имкониятлари чегараланган ва ишлаш вақти нисбатан катта муддатни ташкил қилади.

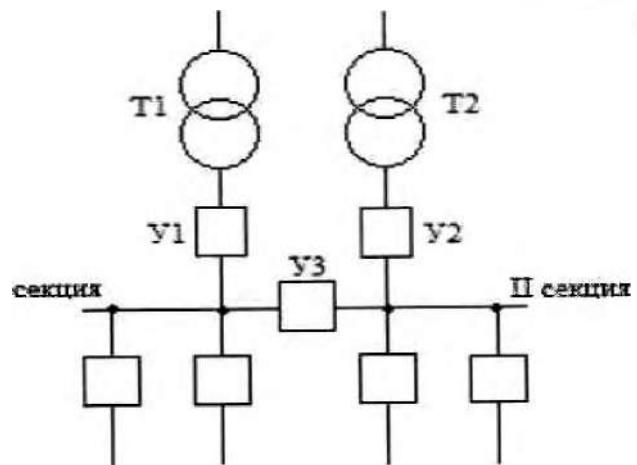
Захирани автомат улаш вақти автоматлаштириш воситасининг ва комплект тақсимловчи қурилмалардаги узгичларнинг ишлаш вақтларидан ташкил топади. Бундан ташқари релели ҳимоянинг ишлаш вақти қўшилса бу муддат 2-3 s ни ташкил қилиши мумкин.

Бу вақт ичида истеъмолчиларнинг двигателлари тўхтаб қолиши ёки ўз-ўзини ишга туширишда синхрон ишлашдан чиқиб қолади. Натижада тўхтаган двигателларни қайтадан ишга тушириш ва синхрон ишлашдан чиққанларини қайта синхрон ишлашга киритиш керак бўлади. Истеъмолчиларнинг (экскаватор, насос ва конвейерлар) катта қувватли юқори кучланишли асинхрон ва синхрон двигателларини ишга тушириш ва синхрон ишлашга киритиш нисбатан мураккаб жараён бўлиб электр энергиясининг ортиқча сарфланишига олиб келади.

Юқорида айтилганлардан хулоса қилинса захирани автомат улашнинг умумий уланиш вақтини 1 s гача камайитиш мақсадга мувофиқ бўлади [2].

Кон корхонларининг электр таъминоти тизими релели ҳимоялари ва автоматлаштириш тизимларида, жумладан нимстанцияда захирани автомат улаш воситаси учун ярим ўтказгичли элементлар қўлланилганда қўйидаги кўрсаткичларга эришиш мумкин:

- захирани автомат улаш тезкорлигини ошириш;
- автоматлаштириш воситасининг вазни ва ўлчамларини камайитиш;
- электр энергия истеъмолини сезиларли миқдорга камайитиш.



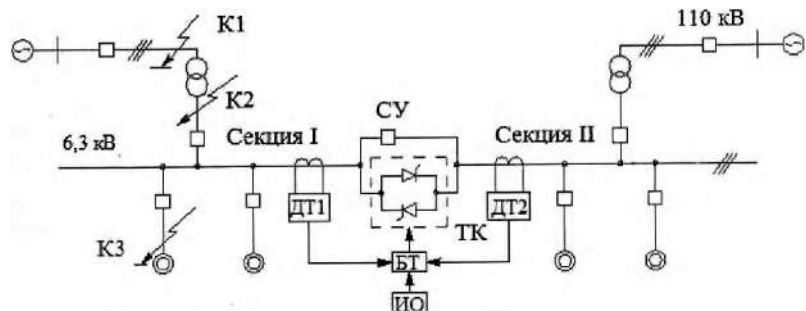
1 - расм. Секция узгичига таъсир қилувчи ЗАУли электр таъминоти схемаси.

Булардан ташқари ярим ўтказгичли элементларнинг ҳаракатланувчи қисмлари ва контактлари бўлмагани учун уларнинг ишончлилиги юқори ҳисобланади.

Қўйида нимстанция паст кучланишли тақсимловчи қурилмаси секция узгичи учун қўлланилган ярим ўтказгичли тиристорли контактсиз улаш аппарат воситасида тузилган захирани автомат улаш схемаси келтирилган (2-расм).

Нимстанция паст кучланишли тақсимловчи қурилмасининг иккита секцияси ўртасига тиристорли ТК- қалит уланган ва у БТ- бошқариш тизими билан боғланган. Ўз навбатида БТ ИО- ишга тушириш органига ва ДТ1, ДТ2- ток датчикларига боғланган.

K1 ёки K2 нукталарда қисқа туташув содир бўлиб релели ҳимоя ишлатиш натижасида ёки бошқа сабаб билан секцияларнинг бирида электр энергия узилиб қолса, захирани автомат улаш воситасини ишга тушириш органи ИО- орқали тиристорларни бошқариш тизими БТ га тегишли сигнал узатилади. Бошқариш тизимидан тиристорларнинг бошқарувчи электродларига очиш бурчлини ростловчи импульс узатилади ва у тиристорларни очиш миқдорига егазилади. Натижада тиристорлар очилиб иккала секция бир манбага уланади. Бунга уланадиган секциянинг киритувчи узгичи узилган бўлиши лозим. Агар қисқа туташув K3 нуктада, яъни истеъмолчиларнинг бирида бўлса, ток датчиклари ДТ1 ёки ДТ2 лардан БТ га токни назоратловчи сигнал келиб тиристорлар очилишини блокувкалайди, ЗАУ воситаси ишга тушмайди.



2 - расм. Контактсиз улаш аппарата қўлланилган захирани автомат улаш схемаси.

Бундай тиристорли контактсиз улаш аппаратлари қўлланилган захирани автомат улаш воситаси ишлаш вақти жуда киска муддатни ташкил қилади. Бу вақтда двигателлар тўхташга ва синхрон ишлашдан чиқишга улгурмайди. Захиранини автомат улаш жараёни бажарилгандан кейин тезкор механик секция узгичи - СУ уланади, тиристорли калитни шунтлайди ва тиристорларнинг ишлашини енгиллаштиради.

Захиранини автомат улаш воситасининг умумий ишлаш вақтини қисқартириш учун нимстанциянинг паст кучланишли таксимловчи қурилмаси учун тезкорлиги юқори бўлган юклама узгичли комплект таксимловчи қурилмани қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади [3].

Ҳозирда ТРП-3 нимстанцияси 6 kV кучланишли таксимловчи қурилмаси мойли узгичли комплект таксимловчи қурилмалардан ташкил топган.

Мойли узгичларнинг бир қатор камчиликлари бор. Жумладан, ўлчамлари ва вазни катта, кўп миқдорда махсус мой ишлатилади ва мойни вақти-вақти билан тозалаб туриш керак, махсус мой хўжалиги ва хизмати бўлиши лозим, узгичларни текшириш ва таъмирлаш ишлари мураккаб, ёнги чикиш ва портлаш хавфи мавжуд. Шу нимстанцияда кўрсатилган камчиликлардан ҳоли бўлган узгичли комплект таксимловчи қурилмалар қўлланилса мақсадга мувофиқ бўлади. Бу борада вакуумли

юклама узгичлар кўп жихатдан тўғри келади. Вакуумли юклама узгичлар контактлар босими 10^{-4} Pa га тенг муҳитда ажралади. Бундай вакуумда электр ёйини ўчирувчи оралиқ жуда юқори электр мустаҳкамлик 100 kV/mm ни ташкил қилади. Ҳаво зичлигининг жуда камлиги электр ёйини ёй ўчириш воситасисиз 0,01-0,02 s ичида ўчириш имкониятини беради. Шулар билан бирга вакуумли юклама узгичлар яна бир қатор афзалликларга эга: алмаштириб туриш талаб қилинадиган махсус ёй ўчирувчи муҳитнинг қўлланилмаслиги, контактлар оралиғида электр мустаҳкамликнинг тезкор тикланиши, портлаш ва ёнги чикишдан тўла хавфсизлиги, ёнги чикиндиларининг атроф-муҳитга чиқарилмаслиги, контактларнинг кам вазни ва улар орасидаги масофанинг қисқалиги билан белгиланадиган юқори тезкорлиги шулар жумласидандир [4]. Ўзбекистон Республикасида фаолият кўрсатаётган "Ўзэлектроаппарат-электрошит" ОАЖ кўшма корхонасида вакуумли юклама узгичли бир неча турдаги 6 ва 10 kV ли комплект таксимловчи қурилмалар ишлаб чиқарилади. Уларнинг техникавий кўрсаткичлари нимстанцияда қўллаш учун тўлиқ мос келади. Бундай комплект таксимловчи қурилмалардан фойдаланиш сезиларли иқтисодий самара беради. Шу билан бирга автомат улаш воситасининг ишлаш вақтини анча қисқартиришга имкон яратилади.

Библиографик руйхат

1. Насриддинов Ш.Ф. "Кон электротехникаси". Ўқув кўпланма, III қисм. Тошкент, 1995 й, 152 б.
2. Андреев В.А. "Релейная защита и автоматика систем электроснабжения". -М.: "Высшая школа", 1991, 282с.
3. Рубашов Г.М. "Бесконтактная аппаратура в системах электроснабжения горнорудных предприятий". -М.: Недра, 1985, 18 с.
4. Каталог СП ОАО "Ўзэлектроаппарат-электрошит". Ташкент, 2014.

УДК 681.586.7.068

© Жумаев О.А., Пулатов В.Б., Халилов А.Ж. 2017 г.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ СОВРЕМЕННЫХ ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ СО СТАТИЧЕСКИМ ТИРИСТОРНЫМ КОМПЕНСАТОРОМ

Жумаев О.А., канд.техн. наук, доцент кафедры «Автоматизация и управление технологических процессов и производств» НГГИ; Пулатов В.Б., начальник управления автоматизации производства НГМК; Халилов А.Ж., старший научный сотрудник – исследователь кафедры «Автоматизация и управление технологических процессов и производств» НГГИ.

Maqolada statik tiristorli kompensator (STK)ga ega bo'lgan zamonaviy elektr yo'li pechlarning elektrik rejimlarini optimallashtirish masalasi ko'rib chiqilgan. STKning keltirilgan modeli filtrokompensatsiyalovchi zanjirlar (FKZ) va tiristor-reaktorli guruhlar soniga muvofiq o'suvchi sur'atda bajariladi. Teskari aloqa zanjiri bo'yicha FKZning ishga tushish vaqtiga ta'sir qiluvchi tiristorning dinamik xususiyati, hamda tiristor-reaktorli guruh (TRG)ning rostlash burchagini aniqlovchi STKning XS reaktiv qarshiligi statizmini hisobga oluvchi PI rostlagichning variantlaridan biri keltirilgan.

Tayanch iboralar: statik tiristorli kompensator, kuchlanish transformatori, reaktor, matematik model, STKni boshqarish tizimi, elektr yoyli pech.

Basic principles of optimization of the electric modes of modern arc steel-smelting furnaces with the static reactive power compensator (SRPC) are considered in article. The offered SRPC model is executed by building on number of the used the filter of the compensating chains (FCCh) and thyristor and reactor groups. One of options of realization of the adaptive PI-regulator in which by means of a chain of feedback are considered as the dynamic characteristics of a thyristor influencing the moment of inclusion FCCh, and the reactive impedance of constant-error behavior of λ_s , SRPC defining the angle of regulation to the thyristor -reactor group (TRG) is given.

Key words: static reactive power compensator, voltage transformer, reactor, mathematical model, operating system SRPC, arc steelmaking furnace.

В дуговых сталеплавильных печах преобразование электрической энергии в тепловую происходит в электрической дуге и выделяемое при этом тепло передается металлу либо с помощью излучения (косвенное действие, дуга горит между электродами), либо непосредственно за счет теплопроводности (прямой нагрев, дуга горит между электродом и металлом). Они являются основными агрегатами, обеспечивающими выплавку качественных легированных сталей и сплавов. Успехи в развитии техники преобразования энергии, появление источников постоянного тока большой мощности, достижения огнеупорной промышленности, обеспечившие высокую стойкость подины, в которой смонтирован подовый электрод, привели к созданию ряда удачных конструкций ДСП постоянного тока

В процессе плавки металла в ДСП необходимо регулировать мощность дуг, изменяя количество энергии вводимой в печь [1, 2]. Активная мощность дуг в дуговых печах регулируется путем изменения вторичного напряжения печного трансформатора, а при постоянном напряжении путем изменения тока в электрическом контуре печи. Для поддержания заданного значения тока фазы и, соответственно, мощности дуги, используется система автоматического перемещения электродов. Система управления электрическим режимом ДСП, как правило, выполняется двухуровневой.

На втором более высоком уровне происходит идентификация стадий плавки, а по ней - выбор соответствующей рабочей кривой, ступеней трансформатора и реактора, которые формируют задание для системы нижнего уровня. Входными сигналами типовой системы управления являются: номер профиля плавки, определяемый исходным составом шихты, и количество электроэнергии, введенной в печь с начала плавки. Управление перемещением электродов осуществляет система, включающая в себя нелинейный пропорционально-интегральный регулятор, работающий в режиме поддержания импеданса (на начальных стадиях) и поддержания активного сопротивления дуги (на конечных стадиях). На рис. 1 приведена блок-схема, описывающая классическую задачу оптимизации электрических режимов современной ДСП [2]. Здесь можно выделить два основных этапа:

- настройка программы (профиля) плавки;
- настройка параметров системы управления перемещением электродов.

На первом этапе выполняется выбор оптимальных электрических характеристик ДСП для каждой стадии плавки за счет выставления ступеней трансформатора и реактора. После чего, производится выбор оптимальной рабочей кривой, определяющей положение рабочей точки на электрической характеристике ДСП ($P_d = f(I_d)$). Важнейшим этапом настройки системы задания профиля является определение граничных значений параметра, отвечающего за переход с одной стадии плавки на другую. В качестве такого параметра, как правило, используют расход электроэнергии W_{Σ} , измеренный на вторичной стороне печного трансформатора.

На втором этапе осуществляют настройку параметров системы управления перемещением электродов. Данный процесс может быть разделен на три стадии. На первой стадии осуществляют расчет и задание оптимальных значений переменных, по которым осуществляется поддержание рабочей точки на электрической характеристике. Ими могут выступать: импеданс или проводимость фазы ДСП на вторичной стороне трансформатора, активное сопротивление дуги, напряжение, мощность или ток дуги. На второй стадии добиваются оптимальных динамических показателей качества регулирования системы за счет выставления корректных значений коэффициентов нелинейных пропорционально-интегральных регуляторов.

На последней стадии оптимизируют работу вспомогательных систем. Необходимо отметить, что не все перечисленные задачи оптимизации могут быть решены силами простых цеховых специалистов, поскольку существующие системы управления, поставляемые зарубежными фирмами производителями, имеют закрытую структуру функциональных блоков, затрудняющую коррекцию и оптимизацию электрических режимов ДСП с учетом местных условий и технологических особенностей.

Как было сказано ранее большинство существующих систем управления используют расход электроэнергии W_{Σ} в качестве основного параметра для перехода с одной стадии плавки на другую. Таким образом, актуальной задачей является разработка усо-

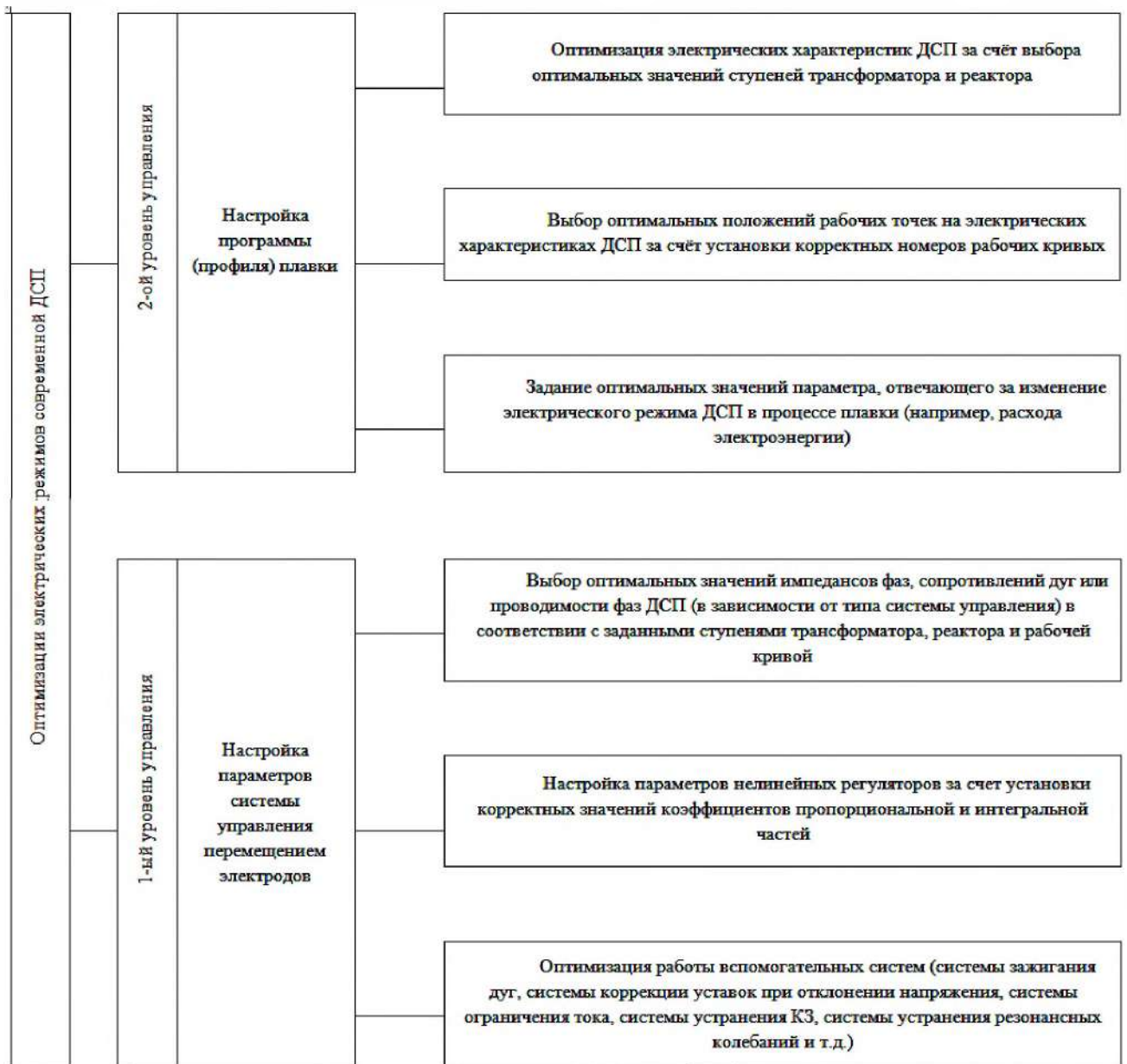


Рис. 1. Задача оптимизации электрических режимов современной ДСП.

вершенствованной системы управления электрическим режимом ДСП, в которой переход с одной стадии плавки на другую осуществлялся бы с использованием параметра, наиболее точно отражающего текущую технологическую стадию.

Большое внимание уделяется энергосбережению и качеству электроэнергии, что особенно актуально для таких энергоемких потребителей, как дуговые электропечи. Одной из важных проблем эксплуатации дуговых электропечей является асимметрия в распределении мощности дуги по фазам, приводящая к ускоренному износу футеровки и уменьшению средней мощности печи. В зависимости от причины возникновения асимметрия подразделяется на [2]:

- конструкционную, вызванную асимметрией формы короткой сети или неодинаковыми параметрами

проводов. При этом взаимная индуктивность и приведенные активные сопротивления различны для каждой фазы;

- эксплуатационную, вызванную неустойчивостью горения дуг и частыми обвалами, и перемещениями шихты, особенно в период расплавления, в результате чего токи отдельных фаз изменяются от нуля (обрыв дуги) и до тока эксплуатационного короткого замыкания.

Несимметрия нагрузки дуговой сталеплавильной печи вызывает появление на шинах подстанций энергосистем несимметрии напряжений, что ухудшает качество электроэнергии и приводит к снижению производительности экономичности как электропечей, так и потребителей, питающихся от общих с ним шин подстанций.

При проектировании и эксплуатации дуговых электропечных установок возникает необходимость в расчетах несимметрии токов и напряжений как для выбора схем электроснабжения, так и для разработки мероприятий по симметрированию режима работы печей.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- анализ различных типов коротких сетей и выявление характера их несимметрии; возможные способы устранения конструкционной и эксплуатационной несимметрии;
- разработка математической модели расчета несимметрии токов, напряжений и переноса мощности по фазам в системе токоподвода трехфазных дуговых электропечей.

Учет несимметрии позволяет комплексно оценить процессы при изменении режима и выбрать наилучший энергетический режим, получить более достоверные результаты.

Включение в электрический контур печи реактивного сопротивления короткой сети в значительной степени ухудшает электрические характеристики печи и приводит к загрузке ее источников большой реактивной мощностью.

Расчеты и анализ несимметричных режимов работы печи необходимы для решения многих практических задач: анализа работы автоматических регуляторов мощности, выбора наилучшего параметра регулирования и создания наиболее совершенного типа регулятора; выбора надлежащей конструкции короткой сети и разработки мероприятий для поддержания равных мощностей всех фаз печи; настройки релейной защиты и автоматических регуляторов печи, проверки их чувствительности при различных видах несимметричных коротких замыканий цепи; анализа рабочих характеристик печи.

В известных классических методах расчетов трехфазных несимметричных цепей сопротивления каждой из фаз принимаются постоянными, не зависящими от тока. Применение этих методов для расчета несимметричных цепей с дугами, в которых не сопротивления дуг, а напряжения на дугах постоянны, оказываются невозможным.

Расчетная схема цепи показана на рис. 2.

Для данной схемы можно записать следующие уравнения по второму закону Кирхгофа:

$$\begin{aligned} I_a &= \frac{E_{\Sigma} - E_{\Sigma 0}}{Z_a} = (U_a - U_{00})Y_a, \\ I_b &= \frac{U_b - U_{00}}{Z_b} = (U_b - U_{00})Y_b, \\ I_c &= \frac{U_c - U_{00}}{Z_c} = (U_c - U_{00})Y_c, \end{aligned} \quad (1)$$

где I_a, I_b, I_c – токи в фазах цепи; Y_a, Y_b, Y_c ; – проводимости в ветвях фаз; U_{00} – напряжение смещение нейтрали.

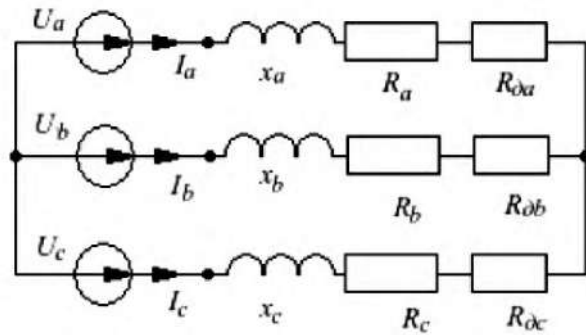


Рис. 2. Расчетная схема несимметричной цепи дуговой сталеплавильной печи: U_a, U_b, U_c – фазные ЭДС холостого хода обмоток низшего напряжения трансформатора; $Z_a=R_a+jx_a, Z_b=R_b+jx_b, Z_c=R_c+jx_c$ – собственные сопротивления токопровода; R_{da}, R_{db}, R_{dc} – сопротивления дуг каждой фазы печи.

Кроме того, для трехпроводной трехфазной цепи справедливо следующее соотношение:

$$I_a + I_b + I_c = 0. \quad (2)$$

Схемы типа «звезда-треугольник», «треугольник-звезда» и «треугольник-треугольник» при расчетах приводятся путем преобразования активного или пассивного треугольника в эквивалентную схему «звезда-звезда» (рис. 2).

Рассмотрим случай, когда необходимо обеспечить одинаковый режим работы печи по току в фазах. Из системы уравнений (1) и (2) выразим токи в фазах через подводимое напряжение и сопротивление цепи. Введем следующие параметры:

$$Z = Z_a Z_b + Z_a Z_c + Z_b Z_c, \quad (3)$$

$$R_d = R_{da} R_{db} + R_{da} R_{dc} + R_{dc} R_{db}, \quad (4)$$

$$ZR = Z_a R_{db} + Z_a R_{dc} + Z_b R_{da} + Z_c R_{da} + Z_b R_{dc} + Z_c R_{db}. \quad (5)$$

Решая совместно уравнения (1)-(5) получим следующую систему:

$$I_a = \frac{Z_b U_a + R_{db} U_a + Z_c U_a - Z_c U_b + R_{dc} U_a - R_{dc} U_b - Z_b U_c - R_{db} U_c}{(Z + R_d + ZR)},$$

$$I_b = \frac{-Z_c U_a + R_{dc} U_a + Z_c U_b + Z_a U_b + R_{dc} U_b + R_{da} U_b - Z_a U_c - R_{da} U_c}{(Z + R_d + ZR)},$$

$$I_c = \frac{-Z_b U_a - R_{db} U_a - Z_a U_b + Z_a U_c - R_{da} U_b + R_{da} U_c + Z_b U_c + R_{db} U_c}{(Z + R_d + ZR)}. \quad (6)$$

Данная система уравнений позволяет рассчитать схему (рис. 2) относительно токов в фазах цепи.

По этим формулам рассчитываем сопротивление дуги в каждой фазе. Далее проверяем вычисленное значение сопротивления с предыдущим значением. Если разность менее допустимой погрешности, выходим из цикла проверки сопротивлений. Записываем результат в заранее подготовленный массив результатов. Далее рассчитываем сопротивление дуги для следующего значения тока цепи. Расчет симметричных режимов работы по мощности, напряжению и сопротивлению дуги происходит по аналогичному алгоритму.

Используемые в металлургической промышленности дуговые сталеплавильные печи (ДСП) характери-



Рис. 3. Функциональная схема управления СТК.

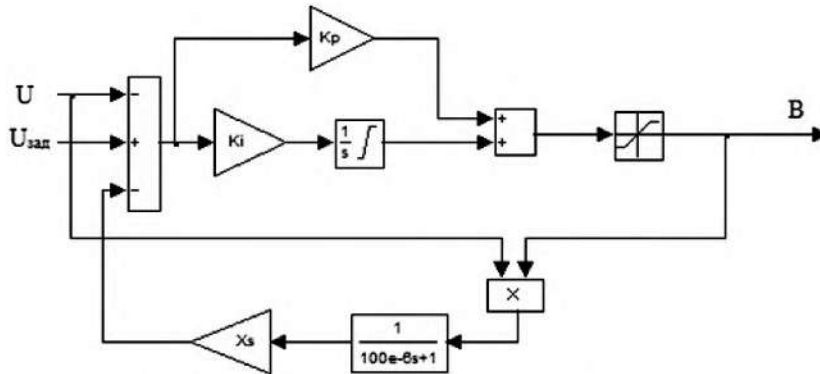


Рис. 4. Структурная схема ПИ-регулятора напряжения.

зуются как приемники с резкопеременной нагрузкой. В процессе их работы наблюдается генерация токов высших гармоник, существенная несимметрия напряжения, броски реактивной мощности. Указанные явления приводят к колебаниям напряжения в питающих сетях, что негативно сказывается как на работе других потребителей электроэнергии, так и на работе самой дуговой печи. Применение статических тиристорных компенсаторов (СТК) позволяет увеличить пропускную способность линий электропередачи, ограничить временные перенапряжения, снизить потери, улучшить синусоидальность кривой напряжения в различных режимах работы сети. Настраиваемые определенным образом фильтрокомпенсирующие цепи (ФКЦ) позволяют скомпенсировать гармоники высших порядков. Генерирование реактивной мощности в ФКЦ происходит дискретно, поэтому для получения плавного регулирования реактивной мощности совместно с ФКЦ используется тиристорно-реакторная группа (ТРГ).

Кроме того, применение ТРГ позволяет увеличить устойчивость системы и демпфировать колебания мощности. Регулирование параметров системы в СТК производится пофазно, тем самым осуществляется симметрирование системы.

На рис. 3 приведена функциональная схема, в соответствии с которой осуществляется управление СТК.

Уровень компенсации реактивной мощности определяется амплитудой напряжения, которая сравнивается с задающей величиной и с помощью ПИ-регулятора вырабатывается корректирующий сигнал, поступающий на ТРГ и ФКЦ.

В результате осуществляется требуемый уровень стабилизации напряжения.

Блок распределения выполняет функцию разделения сигнала управления на включение соответствующего ФКЦ и выбора необходимого угла регулирования ТРГ.

Определение параметров ПИ-регулятора классическим методом затруднительно в силу того, что их вариация сильно зависит от режимов работы дуговой печи.

В [3, 4] показано, что даже для упрощенной модели СТК, учитывающей

более 100 возможных сочетаний переключений реактора и печного трансформатора, система уравнений электрических и нелинейных цепей получается очень сложной и труднореализуемой на практике.

Один из вариантов реализации адаптивного ПИ-регулятора приведен на рис. 4. В данном регуляторе с помощью цепи обратной связи учитываются как динамические характеристики тиристора, влияющие на момент включения ФКЦ, так и реактивное сопротивление статизма X_s . СТК, определяющее угол регулирования ТРГ.

Использование предложенной модели системы электроснабжения ДСП при наличии СТК дает возможность оценить влияние на показатели качества электрической сети параметров и режимов работы ДСП, а также учесть собственные характеристики сети, влияющие на алгоритмы управления СТК.

Ослабление влияния нестационарности параметров ДСП на показатели качества питающей сети может быть достигнуто путем построения системы регулирования СТК на основе современной микропроцессорной техники.

Библиографический список

1. Иванов, В.С. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий / В.С. Иванов, В.И. Соколов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 336 с.
2. Кочкин, В.И. Применение статических компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях энергосистем и предприятий / В.И. Кочкин, О.П. Нечаев. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 248 с.
3. Mathematical description of complicated power supply systems / V. Soloviov, A. Kupov, K. Khandoshko, A. Kupova // Proc. 11th Int. conference «Electrical machines, drives and power systems ELMA 2005». – Sofia, 2005. – P. 487–490.
4. Егорова Ю.Г. Моделирование пластического состояния в задаче о влощении полосы / Ю.Г. Егорова, В.А. Егоров // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та. Науки о природе и технике. – 2013. – № 1-1(13). – С. 42–50.

БУЮК СИЙМОНИНГ ЎЧМАС МЕРОСИ

Шарипов Ш.З., НавДПИ "Тарих ўқитиш методикаси" кафедраси ўқитувчиси; Қаршиев Р.М., НавДПИ "Тарих ўқитиш методикаси" кафедраси мудири, тарих фанлари номзоди, доцент.

В этой статье анализируется научное наследие Мирзо Улугбека и его мировое значение, государственные реформы, проведенный учёным.

Опорные слова: обсерватория, медресе, Мирзо Улугбек, цивилизация, наука, астрономия, культура.

The scientific heritage of Mirzo Ulugbek and his world value, the state reforms conducted by the scientist is analyzed in this article.

Key words: observatory, madrasah, Mirzo Ulugbek, civilization, science, astronomy, culture.

Ҳар қандай давлатнинг куч - қудрати, шону шавкати, аввало, унинг халқи, шу халқ орасидаги ватанпарвар, мард ва жасур фарзандлари билан белгиланади. Бундай инсонлар бизнинг кўхна диёримизда жуда кўплаб топилди. Темурийлар давлатининг шавкатли ва қудратли ҳукмдорлари кўп бўлган бўлсада, маърифатга ва илм-фанга ўзини бахшида этган, бутун умрининг мазмунини одамларни маърифатли қилишга бағишлаган зот, забардаст олим, юлдузлар илмининг етук билимдони Мирзо Улугбек эди.

Қадим тарихимизнинг инсоният ривожига қатта из қолдирган бир қисми Мирзо Улугбек фаолиятида мужассам бўлган. Бугун насл-насабимизни эслаш ва тиклаш замони келган бир даврда, келажагимизни қураётган бир вақтда қатта ғурур ва ифтихор билан айтишимиз мумкин: бизларнинг томирларимизда Улугбек қони бор, юрагимизда Улугбек руҳи барҳаётдир. Бугун бизнинг мамлакатимизни, бизнинг салоҳиятимизни тан олаётган давлатлар ва халқлар бир нарсани яхши англамоқда: Улугбекдай муносиб фарзандлари бўлган миллат ҳар қайси замонда ва ҳар қандай шароитда ҳам янгидан-янги гоёларни яратишга ва ривожлантиришга қодир халқдир. Мирзо Улугбекдай беназир алломанинг ўрта асрлар шароитида намоён этган илмий жасорати бугунги кун олимларини ҳам хайратга солмасдан қўймайди. Тақдир бу улуг зотнинг зиммасига беҳад улкан ва машаққатли вазифалар юқлади. Буюк саркарда Амир Темур бунёд этган салтанатнинг вориси бўлишдек мислсиз синов айнан унга насиб этди. Чексиз ақл-идроқи, азму қатъияти, одилона сиёсати билан Мирзо Улугбек қарийб қирқ йил мобайнида Мовароуннахр диёрининг донишманд ҳукмдори бўлиб, халқларнинг азалий орзуси - тинчлик, тотувлик, ҳар томонлама тараққиётни қарор топтириш йўлида мислсиз шижоат ва матонат кўрсатди. Мирзо Улугбек, аввало, илмий фаразлар билан эмас, балки соф амалий услубда ижод қилди. Минглаб юлдузларни жамлаган мукамал харита ва бугунги энг замонавий ҳисоблардан деярли фарқ этмайдиган мукамал астрономик жадвалини яратди. Унинг ҳаёти ва ижоди ўзбек халқи

маънавияти пойдеворига қўйилган тамал тошларидан бири бўлиб, халқимизнинг ўрта асрларда фундаментал фанга нечоғлик буюк аҳамият берганини кўрсатади. "Зижи жадиди кўрагоний" деб номланган Улугбек астрономик жадвали ўрта асрларда лотин тилига таржима қилиниб, Европа олимлари орасида кенг тарқалгани бу фикримизнинг яққол исботидир. Мирзо Улугбек ўз умрини келажак учун, бугунги ҳаёт учун фидо этди. Ўша узок замонларда башарият тараққиётини ўйлаб яшади, ўз авлодлари асрлар оша тартиб этаклаб маърифатли бир жамиятни орзу қилди. Ҳар қандай миллат ҳам Улугбекдай фарзандни тарбия этгани учун ғурурланиши табиий ҳолдир. Чунки бундай инсонлар фақат ўз халқига эмас, балки умумбашарий цивилизация учун ҳам хизмат қилади ва жаҳоннинг эътиборини қозонади. Биз бугун тафаккуримизда, ҳаётимиз ва тақдиримизда рўй бераётган улкан ўзгаришларни Улугбек сингари ажлодларимиз руҳига таяниб амалга оширмоқдамиз. Буюк давлат пойдеворини қуриш, дунёда ўзимизга муносиб ўринни эгаллашда Ал-Беруний, Ибн Сино, Муҳаммад Хоразмий, Аҳмад Фаргоний, Ал-Бухорий, Ат-Термизий, Амир Темур, Мирзо Улугбек, Хожа Баҳоуддин Накшбанд, Алишер Навоий, Бобур Мирзо каби боболаримизнинг бебаҳо мероси ҳамиша бошимизни баланд, қаддимизни тик қилади, халқимизнинг кучига-куч, ғайратига-ғайрат, ишончига-ишонч қўшади [1].

"Буюк Амир Темурнинг набираси, беназир аллома Мирзо Улугбекнинг ўрта асрлар шароитида намоён этган илмий жасорати бугунги кун олимларини ҳам хайратга солмасдан қўймайди. Тақдир бу улуг зотнинг зиммасига беҳад улкан ва машаққатли вазифалар юқлади. Амир Темур бунёд этган салтанатнинг вориси бўлишдек ўта маъсулиятли вазифа айнан унга насиб этди. Мирзо Улугбек қарийб қирқ йил мобайнида Мовароуннахр диёрининг донишманд ҳукмдори сифатида халқнинг азалий орзуси - тинчлик, тотувлик, илм-фан ва маданиятни тараққий топтириш йўлида улкан шижоат ва матонат кўрсатди" [2].

Мирзо Улуғбек расман бобоси Амир Темур салтанатининг тождор ҳукмдори ва отасидан мустақил равишда давлатни идора қилсада, у бошқа темурийзодаларга умуман ўхшамасди. Тахт илинжида бир-бирлари билан уруш қилаётган шахзодалардан фаркли Улуғбек давлат ишлари билан бирга ўзи севган машғулот- илм билан шуғулланишни маъқул кўрарди. Шунинг учун Улуғбек тарихда ҳақиқий олим сифатида ном қолдирган. Улуғбек қадимги Юнон олимларидан Платон (Афлотун), Аристотел (Арасту), Гиппарх ва Птоломей, Шарк олимларидан Форобий, Хоразмий, Беруний, Ибн Сино ва Носириддин Тусий илмий мероси билан яқиндан таниш эди. У ўзи қурдирган мадрасада аниқ фанлардан марузалар ўқиган, илмий баҳслар уюштирган, астрономик кузатишлар олиб борган, астрономия, математика ва тарихга оид асарлар ёзган. Улуғбек илмий академияси мусулмон Шарк маданияти ва фани тарихида ниҳоятда муҳим аҳамият касб этди. Унинг раҳбарлигида шаклланган риёзиёт ва фалакиёт мактаби фан тарихида алоҳида нуфузга эга бўлди. Мирзо Улуғбек ўз салтанатида маърифат, фан ва таълим равнаки учун кенг имкониятлар яратиб берди. У мамлакатда фанни ривожлантиришни ўз дастурига кўра амалга оширди ва бу яхлит “фан ва таълим дастури” эди. Улуғбек “ўзи ва маслаҳатчилари томонидан ишлаб чиқилган илмий дастурни амалга ошириш учун” маълум объектларни қуришни режалаштирган. “Чунончи ҳозирги замон таъбири билан айтганда, таълим маркази бўлиши мадраса (Улуғбек мадрасаси) лабораториясини – расадхона ва кутубхоналар мажмуи ҳолида бунёд этиш дастурининг асосий элементларидан бўлди. Айни пайтда таълим дастурида бутун Мовороуннахр ҳудудида илмий салоҳиятни кўтаришдек катта ғояни амалга ошириш кўзда тутилган ва шу мақсадда мадрасалар барпо этилган эди” [3]. Улуғбек бутун кучини илмий фаолиятга бағишлаб ва ўз имкониятларидан фойдаланиб, Самарқандда юқорида зикр қилинган мадрасани барпо қилдирган ва бу мадраса унинг куч-ғайратлари туфайли ўз замонасидаги илғор олий ўқув юртигина бўлиб қолмай, шу билан бирга ўша замоннинг илмий муассасига ҳам айланади. Улуғбекни қуршаб олган адабиёт, санъат ва фан намоёндалари орасида астрономлар етакчи, фахрли ўринни эгаллаб турарди. Улуғбекнинг фаол иштироки ва раҳбарлигида Самарқандда илмий фаолият муваффақият билан ривожланиб борди. Астрономия билан мунтазам равишда шуғулланиш – тегишли кузатишлар олиб бориш ва оддий астрономик ўлчашлар ўтказишни такозо қиларди. Устурлоб, қуёш соати каби асбоблар расадхона қуриш учун зарур замин бўлган. Улуғбек мадрасалар қурилишидан сўнг илмий фаолиятининг кейинги босқичини энди осмон жисмларини кузатиш ва текширишга қулай расадхона қуриш режасини амалга

оширади. Заҳриддин Муҳаммад Бобур ўзининг “Бобурнома” асарида қўйидаги фикрларни келтириб ўтади: “Улуғбек Мирзонинг яна бир олий иморати Пуштаи Кўҳак доманасида (этагида) расаддурким, зиж битмакнинг одатидур, уч ошёнлиқдур” [4]. Расадхонада ерли зиёлилар билан бир каторда турли юрт ва элатлардан таклиф этилган машҳур астрономлар ва математиклар хизмат қилишар эди. Астрономлар сайёралар ва юлдузларнинг Осмон куррасидаги ҳолатини кузатишар, олинган маълумотларга эса илмий даргоҳ қошидаги математиклардан иборат ҳисобдонлар математик ишлов беришар эди. Ана шу тарика астрономик ва тригонометрик жадваллар вужудга келар эди.

Олимнинг илмий мероси XVIII асрдан бери бутун дунё илмий жамоатчилигининг диққат-эътиборини ўзига қаратиб келяпти. Мирзо Улуғбек ва унинг илмий меросини ўрганишда мамлакатимизда ҳам, хорижий мамлакатларда ҳам жуда кўплаб ишлар амалга оширилмоқда. Тарихчи сифатида буюк олим яна бир шоҳ асар “Тарихи арьба улус” (“Тўрт улус тарихи”) асарини ёзди. Бу асар ҳам Улуғбекнинг нақадар серқирра ва илмга чанқоқ олим эканлигига яна бир мисол. Асар тарихий, этнографик, хронологик маълумотларга жуда бой. Бу асар орқали биз ўрта асрларда Мовороуннахр, Мўғулистон, Хуросон ва бошқа жойларнинг тарихини чуқурроқ билиб оламиз. Асар анъанавий исломий одатга кўра ёзиб бошланган ва чингизийларнинг улуслари ҳақида, уларнинг ижтимоий ва сиёсий аҳволи, ҳукмдорлари ҳақида кенг маълумотлар беради.

Хулоса қилиб айтганда, жаҳон фани тарихида Улуғбекнинг фаолияти камдан-кам учрайдиган ходисадир. У фақат табиий қобилиятлари билан эмас, шу билан бирга фанга ниҳоятда мухаббат қўйганлиги, ўзининг ғояларига ишонганлиги, хориб-толмаслиги, ўз вақтидан унумли равишда фойдалана олганлиги, серқирра ҳаётининг барча элементларини барабар олиб бора олганлиги туфайли шундай фаолият кўрсата олди. Биз бу буюк бобокалонимизнинг бевосита авлодларимиз ва у қолдириб кетган улкан илмий мероснинг ҳақиқий ворисларимиз, бу бебаҳо илмий меросни бошқалардан кўра кучли ва чуқур ўрганиш бизнинг бурчимиз ва мажбуриятимиздир. Мирзо Улуғбекнинг умумбашарий қадриятларга қўшган ҳиссаси бекиёс бўлиб, у бугунги кунда ҳам ҳаётимизда улкан аҳамият касб этмоқда ва Ўзбекистоннинг халқаро обрўсини ошириш йўлида катта хизмат қилмоқда. Буюк аждодимиз Улуғбек номи берилган маънавият масканлари, маҳаллалар, кўчалар ва шаҳарлар жуда кўп. Ҳозирги кунда ёшлар учун илм-фан ютуқларини чуқур эгаллаш, Улуғбек каби жаҳоншумул ихтиро ва кашфиётлар қилишга барча имкониятлар яратилган. Бугунги кун ёшлари бу имкониятлардан тўғри ва самарали фойдаланиб, юртимиз равнақиға ўзларининг муносиб ҳиссаларини қўшишлари шарт.

Библиографик руйхат

1. Каримов И.А Биздан озов ва обод Ватан қолсин Т.: Ўзбекистон, 1996. 331-бет.
2. Каримов И.А "Юксак маънавият – енгилмас куч" Т.: Маънавият, 2008. 38-бет.
3. Люсен Керен. Улугбек мактаби ва унига усмонли турклар астрономиясига қўшган ҳиссаси // Мирзо Улугбек таваллудинига 600 йиллигига бағишланган халқаро илмий анжуманининг материаллари. Тошкент-Самарқанд 1994 й. 12-16 октябр. 58 - бет.
4. Заҳриддин Муҳаммад Бобур "Бобурнома" Т.: Шарқ, 2002. 60 - бет.

УДК 008.374.2

© Хаитова М.Р., Тухтаев Д.Ш. 2016 й.

ЖАҲОН СИЁСИЙ МАДАНИЯТИ ТАРИХИДА МАРКАЗИЙ ОСИЁ МУТАФАККИРЛАРИ ЯРАТГАН ТАЪЛИМОТЛАРНИНГ ТУТГАН ЎРНИ ВА РОЛИ

Хаитова М.Р., НавДКИ «Ижтимоий-гуманитар фанлар» кафедраси катта ўқитувчиси, Тухтаев Д.Ш., НавДКИ «Ижтимоий-гуманитар фанлар» кафедраси катта ўқитувчиси.

Статья охватывает факты, связанные с жизнью, научной деятельностью и социально-политическими взглядами великих мыслителей и государственных деятелей Центральной Азии, проживавших в ранне Восточном ренессансе, точнее в IX-XII веках и во время правления тимуридов (XIV-XV вв.) Развитие мировой цивилизации подсказывает нам то что, такие социальные факторы как, появление в IX-XII веках в Центральной Азии независимых государств, вследствие процветания исламской цивилизации в наших краях появились такие ученые как Абу Наср Фараби, Беруни, Ибн Сина, Низамулмулк и во время второго Восточного ренессанса таких государственных деятелей как Амир Темура, Алишер Навои. В настоящее время изучение научного наследия, социально-политической деятельности и ознакомление молодежи с благотворительной деятельностью выше указанных наших предков считается одной из основных актуальных задач современной интеллигенции.

Опорные слова: "Законы Ману", "Махабхарат", "Авесто", Абу Наср Фараби, "Аналитика", Аристотель, "Второй учитель", "Город благородных людей", аристократия, демократия, Беруни, "Индия", Жордано Бруно, Галилео Галилей, Ибн Сино, прогрессивная позиция, "Авиценна", "Здоровый образ жизни", Низомулмулк, "Сиёсаннаме", Амир Темура, "Уложения Темура", Алишер Навои, идеальный правитель, цивилизация, Самарқанд, Бухара.

Article covers the facts connected with life, scientific activities and socio-political views of the great thinkers and statesmen of Central Asia living in a wound of East Renaissance, more precisely in the 9-12th centuries and during board of temurid (the 14-15th centuries). Development of a world civilization prompts us that, such social factors as, emergence in the 9-12th centuries in Central Asia of the independent states, owing to prosperity of an Islamic civilization in our corner of the world appeared such scientists as Abu Nasr Farabi, Beruni, Ibn Sino, Nizamulmulk and during the second East Renaissance of such statesmen as Amir Temur, Alisher Navoiy. Now studying scientific heritage, socio-political activities and acquaintance youth charity of our above-stated ancestors is considered one of the main urgent objectives of the modern intellectuals.

Key words: "The Laws of Manu", "Mahabharat", "Avesto", Abu Nasr Farabi, "Analytics", Aristotel, "Second teacher", "City of noble people", aristocracy, democracy, Beruni, "India", Jordano Bruno, Galileo Galilei, Ibn Sino, progressive position, "Avicenna", "healthy living", Nizomulmulk, "Politology", Amir Temur, Codes of Temur, Alisher Navoi, ideal governor, civilization, Samarkand, Bukhara.

Жамият ҳаётида рўй берадиган ҳар бир ўзгариш маълум бир тарихий шароитнинг махсули ҳисобланади. Ижтимоий-сиёсий фанларда ўрганиладиган масалалар ҳам турли тарихий шароитларда рўй берган. Бу ўзгаришларни илмий-назарий жиҳатдан ўрганиш зарурлиги кўпгина

ижтимоий-сиёсий фанларнинг вужудга келишида муҳим аҳамиятга эга бўлган.

Маълумки, ижтимоий-сиёсий фанларнинг вужудга келиши ва ривожланишидаги дастлабки тарихий шароит – бу давлатнинг пайдо бўлишидир. Давлатнинг пайдо бўлиши билан жамиятнинг сиёсий

хаёти ва сиёсий муносабатлари шаклланиб борди. Давлат муносабатларни йўлга қўйиш ва уларни тартибга солиш жараёнида жамиятнинг сиёсий намоёнчасига айланиб борди.

Давлатнинг вужудга келиши каби сиёсий партиялар ва ташкилотларнинг вужудга келиши ҳам жамиятнинг сиёсий ҳаётида рўй берган муҳим сиёсий ўзгаришлардан бири бўлди. Сиёсий партияларнинг вужудга келиши билан сиёсий муносабатлар янада такомиллашди ва уларнинг жамият ҳаётида таъсири кучайиб борди.

Жамиятнинг сиёсий ҳаётида рўй берган муҳим ўзгаришлардан бири халқаро ташкилотларнинг вужудга келганлигидир. Ҳозирги кунда дунёда бундай ташкилотларнинг умумий сонни қарийб икки юзга яқинни ташкил этади.

Айниқса, ижтимоий-сиёсий фанларнинг вужудга келиши ва ривожланишида сиёсий қарашларнинг роли ва аҳамияти бениҳоят каттадир. Бу қарашларда жамиятнинг сиёсий ҳаётида рўй берган воқеа-ҳодисалар, ўзгаришлар ва уларга билдирилган муносабат у ёки бу даражада ўз аксини топган.

Дастлабки сиёсий қарашларнинг пайдо бўлиши миллоддан аввалги Ш минг йилликнинг охири ва I минг йилликнинг бошларига тўғри келади. Бу даврда қадимги Ҳиндистон ва Хитойда дастлабки қулдорлик давлатлари пайдо бўлган. Ўша пайтларда бу давлатларда олиб борилган сиёсатнинг айрим масалалари “Ману қонунлари”, “Маҳобҳораг” сингари асарларда баён қилинган. Марказий Осиёда ижтимоий-сиёсий қарашлар тарихининг энг қадимги даврларидан гувоҳлик берувчи дастлабки манба зардуштийларнинг муқаддас китоби “Авесто” китобидир. “Авесто” аждодларимизнинг ижтимоий-сиёсий, маънавий дунёси ҳақида ноёб маълумотларни ўзида мужассам этган.

Бугун Ўзбекистонда фуқаролик жамияти қуришнинг “Кучли давлатдан-кучли фуқаролик жамияти сари” тамойилнинг ишлаб чиқиши ва унинг ҳаётга татбиқ этилиши буюк аждодларимиз яратган адолатли жамият барпо этишга доир миллий фалсафий меросни замонавий тажрибалар билан уйғунлаштиришни тақозо этади. Шунинг учун ҳам Ўзбекистоннинг биринчи Президенти И. А. Каримовнинг қуйидаги фикрлари ватандошларимиз бўлган Ўрта аср алломаларининг меросини ҳозирги давр учун нечоғлик аҳамият касб этишини очиқ беради: “Барчамиз яхши тушунамизки, эришган билимларни, ўтмишда, жумладан, ўрта асрлар Шарқида амалга оширилган оламшумул кашфиётларни ўзлаштирмасдан туриб, на илм-фанда, на бошқа соҳаларда янги, янада юксак марраларни забт этиб бўлмайди. Биз келгуси фаолиятимизда ҳам айни шу тамойилга қатъий амал қиламиз” [1].

Марказий Осиёнинг илғор фикрли мутафаккирлари халқ оммасини билим, маърифатли қилишга ҳаракат қилдилар. Уларнинг илғор фикрлари, илмий, ижтимоий қарашлари жамият тараққиётида катта аҳамиятга эга бўлди, шу билан бирга араб истилочилари зулмига қарши курашда ғоявий таянч бўлди.

Марказий Осиё халқларининг араб халифалиги ҳукмронлигига қарши олиб борган кураши IX-X асрларга келиб муваффақият билан яқунланди. Халқимизнинг сиёсий мустақилликка эришиши фан ва маданиятнинг гурқираб ўсишига кенг имконият яратиб берди. X асрда Ўрта Осиё илғор фикр, илғор фан ва адабиёт марказига айланди, бу даврда яшаб ижод этган Рўдакий, Ал-Хоразмий, Фирдавсий, Фарғоний, Форобий, Беруний, Ибн Сино ва бошқа кўплаб ватандош аждодларимизнинг яратган асарлари фақат шарқдагина эмас, балки ғарбда ҳам кейинги асарларда илм-фаннинг тараққиётига катта таъсир кўрсатган, инсоният маданий меросига қўшилган зўр ҳисса бўлди.

Марказий Осиё халқларининг буюк мутафаккири, жаҳон маданиятига катта ҳисса қўшган машҳур файласуф, қадимги юнон фалсафасининг энг йирик давомчиси буюк олим Абу Наср Муҳаммад Форобий (873-950 йй.) Сирдарё бўйидаги Фороб шаҳрида, туркий қабилалардан бўлган, ҳарбий хизматчи оиласида туғилди. Форобий илмий меросида ижтимоий-сиёсий масалалар, хусусан, давлат тузилиши ва уни идора этиш, етук ва ва мукаммал жамоага эришиш масалалари алоҳида ўрин эгаллайди. У Ўрта аср даври табиий-илмий ва ижтимоий билимларининг деярли барча соҳаларида 160 дан ортиқ асарлар яратди. Унинг асарларини икки гуруҳга ажратиш мумкин: 1) юнон файласуфлари ва табиатшуносларининг илмий меросларини изоҳлаш, шарҳлаш ва ўрганишга бағишланган асарлар; 2) фаннинг турли соҳаларига оид мустақил асарлар. Форобий Қадимги Юнон мутафаккирлари Афлотун, Арасту, Евклид, Птоломей ва бошқаларнинг асарларига шарҳлар ёзди. Айниқса, Арасту асарларини ўрганиш, ғояларини тарғиб қилиш ва ривожлантиришда Форобийнинг хизматлари бебаҳодир. У Арастунинг «Метафизика», «Этика», «Категориялар», «Рух ҳақида», «Топика», «Аналитика» ва бошқа асарларига шарҳлар ёзиб, Арасту таълимотини чуқур ва ҳар томонлама билиши билан шуҳрат қозонди. Арасту Ўрта аср Шарқида ниҳоятда машҳур бўлиб, «Биринчи муаллим» деб аталар эди. Форобий Арасту асарларини яхши билганлиги ва шу каби серқирра, энциклопедик билимга эга бўганлиги учун «Иккинчи муаллим» («Муаллими соний»), «Шарк Аристотели» деган буюк унвонга сазовор бўлди. Форобийнинг шарҳлари фақат Шарқдагина эмас, балки Ўрта аср Европасини ҳам Қадимги Юнон илми билан таништиришда катта роль ўйнади.

Форобийнинг ўзи яратган мустақил асарларини мазмунига кўра:

- фалсафанинг умумий масалаларига («Масалаи манбаи», «Қонунлар ҳақида китоб» ва ҳоказолар);
- инсон билиш фаолияти, унинг шакллари, босқичлари ва усулларига («Ёшларнинг ақли ҳақида китоб», «Исбот китоби» ва бошқалар);
- фалсафа ва бошқа конкрет фанларнинг мазмуни ва предметига («Илмларнинг келиб чиқиши», «Фалсафага изоҳлар» ва бошқалар).

- арифметика, геометрия, астрономия, мусикага оид («Хажм ва микдор хакида сўз», «Фазо геометриясига кириш», «Астрология коидалари хакида», Мусика хакида ва бошқалар);

- физика, кимё, оптика, биология, тиббиётга оид («Физика асарлари хакида китоб», «Алкимё илмининг зарурлиги», «Инсон аъзолари хакида китоб», «Хайвон аъзолари хакида китоб» ва бошқалар);

- тилшунослик, шеърят, нотиклик, санъат, ҳаттотликка оид («Шеър ва кофия хакида сўз», «Риторика хакида», «Луғатлар хакида китоб», «Ҳаттотлик хакида китоб»);

- ижтимоий-сиёсий ҳаёт, давлатни бошқариш, ахлоқ, тарбия, ҳуқуқшунослик, педагогикага оид («Бахт-саодатга эришиш йўллари хакида китоб», «Шаҳарни бошқариш», «Уруш ва тинч турмуш хакида китоб», ва бошқалар) каби гуруҳларга бўлиш мумкин. Форобий ўз асарларини Ўрта Аср Шарқ мамлакатларида илмий, адабий тил ҳисобланган араб тилида ёзган. Форобий кўп тилларни билган, араб, форс тилларида фалсафий мазмунда ёзган шеърлари сақланиб қолган. Форобийнинг асарлари ўша давр ижтимоий-фалсафий, илмий ва маданий ҳаёти хакида, жуда бой маълумотлар беради. Форобийнинг асарлари XII асрдан бошлаб лотин ва бошқа халқлар тилларига таржима қилиниб, дунёга кенг тарқалди.

Форобий сиёсий қарашларининг шаклланишига Шарқнинг қадимги илғор маданияти анъаналари, араб халифалиги ва феодал тузумга қарши халқ ҳаракатлари, Ўрта аср табиий-илмий тафаккур ютуқлари, юнон фалсафий мероси таъсир кўрсатди. Форобий Ўрта асрлар шароитида биринчи бўлиб жамиятнинг келиб чиқиши, мақсад ва вазифалари хакида изчил илмий таълимот яратди. Бу таълимот ижтимоий ҳаётнинг кўп масалаларига давлатни бошқариш, таълим-тарбия, ахлоқ, диний эътиқод, уруш ва яраш ва бошқаларни қамраб олинган. У «Идеал шаҳар аҳолисининг маслағи» асарида, кишилар яшаш учун кўп нарсага эҳтиёж сезишини, ёлғиз ўзи уларга эриша олмаслиги, уларга эришиш учун инсонлар жамоасига бирлашишларини ёзади. Жамоа ҳар бир кишига яшаш ва етукликка эришиш учун зарур бўлган нарсаларни етказиб беради деб ҳисоблайди. Форобий фуқароларни шаҳар ижтимоий уюшмасининг етук шакли, инсоният камолатига эришувининг зарурий воситаси деб таъкидлайди, халқларни тинчликка, ўзаро ҳамкорликка чақиради, дунёда ягона инсон жамоасини тузишни орзу қилади. У инсон кадр-қимматини камситувчи жамиятга қарши чиқиб, доимий урушлар ва босқинчиликка асосланган ҳокимиятни адолатсиз, жоҳил ҳокимият сифатида қоралайди.

Форобий «Давлат арбобининг ҳикматлари», «Фуқаролик сиёсати», асарларида давлатга бўлган қарашларини баён этган. У инсон кадр-қимматини камситувчи жамиятга қарши чиқади. Форобийнинг фикрича давлат адолатли ёки адолатсиз бўлади. Ўз

фаолиятини яратиш, қуриш ва ижод асосида тузган давлат адолатли давлат бўлади. Бундай давлатда ижодий фаолият ва илм-фан кадрланади, илм-фан киши илрокининг кўп нарсалар сирини тушунишга, келгусини олдиндан кўришга имкон беради. «Бахт-саодатга эришув хакида рисола» асарида ўзи орзу қилган идеал жамиятни тасвирлаб, давлатнинг вазифаси инсонларни бахт-саодатга олиб бориш деб уқтиради. Унга эришмоқ учун эса илм-фан ва яхши ахлоқни шакллантириш лозимлигини баён қилади. Форобий давлатни етук шахс (монархия), етук ҳислатларга эга бўлган бир неча шахслар (аристократия), сайланган шахслар (демократия) ёрдамида бошқариш шакллари энг яхши шакллар деб ҳисоблайди.

Форобий адолатли фуқаролик жамиятининг содда ва оддий лойиҳасини қуйидагича таърифлайди: «Маданий жамият ва маданий шаҳар (ёки мамлакат) шундай бўладики, шу мамлакатнинг аҳолисида бўлган ҳар бир одам касб-ҳунарда озод, ҳамма баб-баробар бўлади, ҳар ким ўзи истаган ёки танлаган касб-ҳунар билан шуғулланади. Одамлар чин маъноси билан озод бўладилар. Бирини иккинчисига хўжайин бўлмайди. Одамларнинг тинчлик ва эркинликларига ҳалақит берувчи султон (яъни подшоҳ) бўлмайди. Улар орасида турли яхши одатлар, завқ-лаззатлар пайдо бўлади» [2].

Форобий орзу қилган идеал жамиятида кишиларнинг бир қанча табақаларга, гуруҳларга бўлинишини кўрсатади. Лекин гуруҳларга бўлинишида кишиларнинг диний мазҳаблари эмас, балки табиий хусусиятлари, ақлий иқтидори, билими, ҳаётий тажрибаларини асос қилиб олиш керак. Диний фанатизм ҳукмронлик қилган Ўрта аср шароитида Форобийнинг дунёқараши ўз замони учун илғор илмий, гуманистик дунёқараш бўлиб, ижтимоий тафаккур тараққиётига буюк ҳисса бўлиб қўшилди. Унинг илғор сиёсий қарашлари Беруний, Низомий, Саъдий, Жомий, Навоий, Бедил, Аҳмад Дониш ва бошқалар ижодида ривожлантирилди.

Уйғониш даврининг буюк қомусий олими Абу Райҳон Беруний Мухаммад ибн Аҳмад (973-1048) қадимий Хоразм пойтахти Кат шаҳрида туғилиб, Хоразмда ўсиб улғайган. Ўрта Асрнинг буюк энциклопедист олими. У ўз даврининг ҳамма фанларини пухта эгаллаб, бу фанлар тараққиётига шундай муҳим ҳисса қўшдики, унинг номи жаҳон фанининг буюк сиймолари қаторидан жой олди.

Ўз даврида маълум бўлган барча фанлардан чуқур маълумот олган, қомусий билимга эга бўлган буюк олим. 22-23 ёшлардаёқ илмий-танқидий дунёқараш тизимини ярата бошлади. Беруний табиий фанларга беҳисоб ҳисса қўшди, бу соҳадаги кашфиётлари билан ўз даврида анча илгарилаб кетди. Фикримизнинг исботи учун астрономия соҳасида Беруний чиқарган хулосаларга қарийб 500 йилдан кейин келгани учун италян олими Жордано Бруно тириклайин ўтда қуйлириб юборганлигини, Галилео Галилей таъкиб этилганлигини эслаш kifоя.

Беруний фаннинг ҳамма соҳасида самарали ижод этди. Унинг илмий мероси жуда кенг ва ранг-баранг.

Академик Крачковский И.Ю. олим кизиккан ва ижод этган сохаларини санаб чиқишдан кўра, кизикмаган сохаларини санаб чиқиш осонлигини таъкидлаган эди. Берунийнинг кўпгина асарлари ўз замонасида ўзига хос энциклопедия ҳисобланган. Унинг илмий ишлари ўзи ёзиб кетган рўйхатга кўра 162 китоб ва рисолалар жойланган. Афсуски, ҳозирча олимнинг 28 асаригина маълум, қолганлари бизгача етиб келмаган, ёки ҳали топилгани йўқ.

Абу Райхон Беруний ижтимоий-сиёсий фанлар соҳасида ҳам самарали ишлар қилди. Унинг бу соҳадаги қарашлари «Маъданшунослик», «Ёдгорликлар», «Ҳиндистон», «Хоразм хабарлари ҳақида китоб», «Султон Маҳмуд даври тарихи...» ва бошқа китоблар орқали бизгача етиб келган. Унинг асарлари айниқса, тарих фани учун аҳамиятли бўлиб, «Ёдгорликлар» асарида исломгача бўлган бутун бир давр давомида юнонлар, римликлар, эронийлар, сўғдийлар, хоразмликлар, христианлар, яҳудийлар, исломгача бўлган араблар ва бошқа халқларнинг турмуши, анъаналари, байрамлари, маънавий ҳаёти ва подшоҳлари, машҳур кишилари ҳақида қимматли маълумотлар беради. У асосан кишиларни илмга, фанга кизикувчи маърифатлилар ва ундан беҳабарлар тоифасига ажратган. У тарихий ҳодисаларни баён қилиш ва изоҳлашларда диний, ирқий нуқтанан назаридан эмас, балки ҳолисоналик позициясида туршиликни талаб қилди.

Мутафаккирнинг жамият ва инсон тўғрисидаги қарашлари ҳам ўзига хосдир. У ижтимоий ҳодисаларга баҳо беришда, текширишда ва тушунтиришда географик муҳит, кишиларнинг моддий аҳволи ва эҳтиёжи каби омиллар ролга катта эътибор берди, давлат тузумининг яққа ҳокимлик (монархия) шаклини тан олди, наслдан наслга ўтишни, умуман туғри деб ҳисобласада, у ёки бу давлат арбобининг ҳокимиятини бошқаришга яроқлилиги, унинг давлатга раҳбарлик қилиш қобилиятига боғлиқ деб ҳисоблади. У фозил жамиятда яшовчи қомил, олийжаноб инсонни улуғлади: «Олийжаноб одам ўзининг жони ва ўзининг мулкидан бошқа ҳеч нарсага эгаллик қилмайди, қонунан ўзига тегишли мулкни бошқаради. Агар бундай одам бошқаларнинг оғир ишини ўз елкасига олиб, улар учун ўзи машаққат тортиб, Оллоҳ унга инъом этган нарсаларни муҳтож одамларга берса, ундай одам жавонмард деб аталади. Жавонмард ўзининг олийжаноблиги ва хайр-саховати билан машҳур бўлган одам. Айни вақтда жавонмард ўзининг ҳушмуомалалиги, меҳр-шавқати, сабот-матонати, сабр-тоқати, обрў-иззати билан ҳамном чиқарган одамдир [3]. Беруний давлат ва ҳуқуқнинг пайдо бўлиши, уларнинг вазифалари масалаларини Форобий каби эҳтиёжга боғлаб, маърифатли шох бошқаруви ғоясини илгари сурди, ижтимоий ҳаётни ўзига хос «шартнома»нинг натижаси деб билди. «Инсон ўз эҳтиёжларини тушуниб, ўзига ўхшаш кишилар билан бирга яшашнинг зарурлигини англай бошлайди. Шунинг учун ўзаро қелишувчанлик қабилдаги «шартнома» тузишга

киришади. Одамларнинг биргаликдаги турмуши инсонни ҳақиқий қудратга, унинг эҳтиёжларини қондиришга олиб келмайди, бунинг учун яна меҳнат қилиш ҳам зарурдир», деб ҳисоблайди аллома. Буюк ватандошшимизнинг фалсафий ва илмий қарашлари ўша даврдаёқ кенг тарқалди, илм-фаннинг кейинги тараққиётига зўр таъсир ўтказди.

Жаҳон маънавий маданияти ривожига катта ҳисса қўшган. Ўрта асрнинг буюк энциклопедист олимларидан бири ватандошшимиз Абу Али ибн Синодир. У «Шарқ ва Ғарб донишманди» номини олиб, «Шайхур Раис», яъни, «донишмандлар раиси» унвонига эришган. Европада Авиценна номи билан машҳур бўлиб, шоир ва тузувчи, табобат, табиатшунослик, астрономия, математика, фалсафа, мусика, ҳуқуқ, фалсафа соҳасида асарлар ёзди. Ибн Сино 980 йилда Бухоронинг Афшона қишлоғида туғилди. Бухородаги энг яхши олимлар қўлида таҳсил олди, ўша даврда дунёдаги энг бой кутубхона бўлган Сомонийлар кутубхонасида мустақил мутолаа қилиб, ўз замонасининг энг билимдон кишиларидан бири бўлиб етишди. Ундан фаннинг турли соҳаларига оид 280 дан зиёд асарлар мерос бўлиб қолган бўлиб, шундан медицинага оид 50 дан ортиқ астрономия ва табиий фанларга оид 40 га яқин, фалсафа, математика, илоҳийётга доир 185 та илмий иш, барча мусикага оид 3 та китоблардир. Ҳақиқатни излаш, дунё сирларини англашга интилиш улўғ олим ҳаётининг асосий мазмунини ташкил қилади.

Ибн Синонинг фалсафий, ижтимоий қарашлари Форобий асарлари таъсирида шаклланади. Унинг фикрича, фалсафанинг вазифаси барча мавжуд нарсаларни, уларнинг келиб чиқиши, тартиби, ўзаро муносабати, бирдан иккинчисига ўтишларини ҳар томонлама ўрганишдан иборат. Унинг фикрича, табиат-материя абадий бўлиб, ички қонуният асосида мавжуддир. Масалан, аввал тоғ-тошлар, сўнг ўсимликлар, хайвонот дунёси ва тараққиётнинг якуни сифатида инсон вужудга келган. Инсон бошқа барча хайвонот олаmidан тили, акли, тафаккур қилиш қобилияти билан фарқ қилади. Реал воқеа ва ҳодисаларни чуқур ўрганиш, фан билан шуғулланиш инсонгагина хосдир. Ибн Сино табиий ва фалсафий илмларни иккига бўлади: назарий ва амалий билимлар. Назарий билимлар инсон фаолияти билан боғлиқ бўлмаган нарсалар тўғрисидаги илмлар (табиий фанлар) деб таърифланади. Амалий илмлар эса инсон фаолияти соҳаси билан боғлиқ. Назарий билимлар ҳақиқатни англашга, амалий билимлар яхши ишларни бошқаришга қаратилган. Фалсафанинг назарий қисmini ибн Сино учга бўлади:

- олий даражадаги илм-метафизика.
 - ўрта даражадаги илм-математика.
 - қуйи даражадаги илм-яъни табиатшунослик
- Фалсафанинг амалий қисми ҳам учга бўлинади:
- шахс ҳақидаги илм.
 - инсонларнинг ўзаро муносабатлари ҳақида илм.
 - давлатни, мамлакатни бошқариш илми.

Назарий-амалий билимларнинг ҳар уч тури ўз навбатида алоҳида илмлардан ташкил топади.

масалан: табиатшунослик-минерология, медицина, кимё ва бошқалардан иборат. Умуман ибн Сино 29 илм тармоғи ҳақида гапириб, уларга таъриф берган, асосий тушунчалар-категорияларга шарҳлар битган.

Ижтимоий-сиёсий масалаларда ибн Сино прогрессив позицияда турди. Ибн Сино ахлокий фазилатларни улуғлайди, инсонларда камтарлик, ҳурмат, тўғрилиқ, мардлик, софдиллик, жасурлик каби хулқий қондаларга алоҳида аҳамият беради. Ибн Сино жамият кишиларининг ўзаро келишуви асосида қабул қилинадиган адолатли қонунлар ёрдамида бошқарилиши лозим деб ҳисоблайди. Жамиятнинг барча аъзолари бу қонунларга итоат этишлари керак, қонунни бузиш, унга бўйсунмаслик, адолатсизлик жазоланмоғи керак. Ибн Сино ўзининг бой илмий мероси билан жаҳон маданияти ривожига катта роль ўйнади. Унинг ижоди Шарқ ва Ғарб илмига катта таъсир қилди. Асарлари XII асрдан бошлаб Европа тилларига таржима қилиниб, дарслик вазифасини бажарди. XVII асрда табиатшунос Карл Линней бир ўсимликни унинг шарафига Авиғения деб номлади. Шарқ ва Европада ҳусусан, Уйғониш ва сўнгги даврларда уни чуқур ҳурмат билан тилига олмаган ва устоз деб билмаган бирор-бир йррик олим ва мутафаккир деярли йўқ.

Фуқаролик жамияти унсурларининг шаклланишига муҳим ҳисса қўшган машҳур Шарқ мутафаккирларидан бири Абу Али Ҳасан ибн Али Тусий-Низомулмулкдир (1018-1092). У ўзининг “Сиёсатнома” асарига давлат ҳокимиятини адолатли жамият қуришдаги ўрнини кенг ёритиб берди. Мутафаккир жамиятни салтанатдан айри ҳолда тасаввур қила олди ва жамиятнинг адолатли бўлиши сиёсий элитага-ҳукмдорга, сарой амалдорларига, ҳокимларга боғлиқдир, деб билди. Албатта ўрта асрлардаги феодал муносабатларга асосланган монархия тизимида жамият фаолиятини ташкил этиш вазифаси асосан давлат ҳокимиятининг қўлида эди. Низомулмулк адолатли жамият барпо этиш тўғрисидаги қарашлари билан ўз даврида бир неча асрлар илгарилаб кетган эди. У инсонлар фаровон бўлиб яшашлари ва ўз манфаатларини қондиришлари учун жамият қуришга эҳтиёж сезишларини чуқур ва теран англаган эди. Мутафаккирнинг жамият фаолиятини ташкил этиш билан боғлиқ давлат бошқаруви тўғрисидаги фикрларини хулосалайдиган бўлсак, давлат бошқарувида, ҳамда жамият ҳаётидаги барча жараёнларни тўғри талқин қила билши, инсон ҳаётидаги ўзаро муносабатларни англаш фақат амалдор ва ҳукмдоргагина тааллуқли эмас, балки, бутун жамият аъзоларига тегишлидир. Шунинг учун ҳам таърибали, одил, фозил кишилар билан кенгаш, машварат асосида сиёсий қарорлар қабул қилиш, бошқарув ишларини амалга ошириш билангина бутун бир жамият барқарорлигини таъминлаш ва адолат ўрнатиш, фаровон ҳаёт қуриш мумкин. Низомулмулкнинг фикрича, “бирор ишни маслаҳатсиз амалга амалга ошириш фикрнинг заифлигидан адолат беради, бундайларни ўзбилармон дейдилар. Машварат ва кенгашсиз амалга оширилган ишнинг натижаси яхши бўлмайди” [4].

Ўрта Осиёда ижтимоий-сиёсий қарашлар ривожига ва амалий сиёсий бошқарувда Темурийлар давлати (1370-1507й) тарихий тажрибасига ҳам тўхталиб ўтмоқ зарур. Темурийлар давлатининг асосчиси Амир Темур-Темур ибн Тарағай 1370-1405 йилларда Мовароуннаҳр, Хоразм, Эрон, Ироқ, Озорбайжон ва Шимолий Ҳиндистонни ўз ичига олган марказлашган давлатни дунёга келтирди, Ўрта Осиё ва бошқа мамлакатларни мўғуллар зулмидан озод қилди. Темур Россия ва Европа халқлари мустақиллигига ҳам ҳисса қўшди.

Темур яққа ҳокимиятчиликка асосланган идора усулини жорий қилди. Вилоят ва туманларда ҳокимият, марказий ҳукумат ёки улус ҳукмдорлари тарафидан тайинланган мансабдорлар қўлида бўлган. Марказий ҳукумат асосан уч бош давлат муассасасидан ташкил топган ва ҳокимият улар томонидан идора қилинган:

- Девони олий (олий ижро этувчи орган).
- Девони мол (мол-мулк ишлари бошқармаси).
- Девони товоси (ҳарбий ишлар бошқармаси).

Дин ва шариат билан боғлиқ ишлар, суд ишлари қози ва шайхулислом ихтиёрида бўлган. Барча ишлар девонда хал қилинган. Девонбеги умумдавлат ишларини бошқаради. Вазирлар ўзларига белгиланган соҳаларига жавобгар бўлиб, тажрибага бой, руҳан покиза, эътиқодли, инсонпарвар бўлиши керак. Ҳар бир амалга номзод зотига, насабига қараб эмас, балки ишчанлиги, қобилияти, истеъдодига кўра тайинланган.

Темур ўз юрти фуқароларини 12 тоифага бўлган: энг юқори табақада пайғамбар авлодлари-саидлар, шайхлар ва бошқа дин вакиллари, уламолар, иккинчи тоифада олимлар, илм-фан намўндалари, мударрис ва мактабдорлар; кейинги тоифаларга муаррих ва мунажжимлар, ҳунармандлар, савдо-тижорат ахли, сўнгра ҳарбийлар ва ҳоказолар. Унинг фикрича, давлат ҳокимияти қанчалик кенг ижтимоий қатламлар манфаатларига таянса, қанчалик жамият вакиллари билан кенгашиб, улар фикр-мулоҳазалари асосида давлат сиёсати ишлаб чиқилса, давлат шу даражада қучли ва салоҳиятли бўлиши исботлаб берилган. Темур ўша давр Шарқ ва Европа монархларидан фарқли ўлароқ, мамлакатда энг нуфузли ўринга ҳарбийларни эмас, уламолар ва илм-фан вакилларини қўйди, чунки мамлакат фуқароларининг ахлоқи, руҳияти, эътиқоди, тафаккур доираси билан машғул уламолар, ахли илм фаолияти мамлакат учун гоаят муҳим ва давлат эътибори марказида бўлмоғ лозим, деб ҳисоблаган буюк саркарда.

Темурийлар даврида тасарруф этилган мамлакатлар халқлари ҳеч кўрмаган тинчликка эришдилар. Шаҳарлар обод бўлди, фаровонлик ҳукм сурди, савдо ривожланди, мустаҳкам, адолатли давлат бошқаруви юзага келди. Шу ўринда «Темур тузуклари»даги «Салтанатни идора этиш» бобида босиб олинган ерлар халқи ва ҳукмдорларига муносабат, мамлакатда тинчлик ва осойишталик

ўрнатиш тadbирларини эслаб ўтайлик. «Қайси мамлакатни забт этган бўлсам,-дейди буюк соҳибкирон,-ўша ернинг обрў-эътиборли кишиларини азиз тутдим...хурматладим, уларга вазифалар бериб, маошлар белгилладим, ўша вилоятнинг улуғларини оға-инимлардек, ёшлар ва болаларини ўз фарзандларимдек кўрдим...яхши кишиларга яхшилик қилдим нафси ёмонлар, бузуклар ва ахлоқсиз одамларни мамлакатдан қувиб чиқардим. Пасткаш ва разил одамларни ўз ўрни ва мартабасида тутиб, ҳаддидан ошишларига йўл қўймадим.

Амр этдимки, ўғри ва карокчиларни «Ёсо» асосида жазоласинлар, фасодчи бузуки, нафси ёмон кишиларни мамлакатдан хайдасинлар, ишсиз, бекорчиларни вилоят ва шаҳарларда бўш қўймасинлар. Ҳар бир шаҳар ва кишлокка соқчилик қўйилсин ва кимнинг бирор нарсаси ўғирланса, бунинг масъулияти уларнинг зиммасида бўлсин. Ва яна буюрдимки, йўл устига қузатувчи аскарлар тайинлансинларки, йўлларни қуриқлаб, ўткинчилар, савдогарлар, мусофирларни қузатиб, мол-мулки ва бошқа нарсаларини манзилдан-манзилга утказиб қўйсинлар. Йўл устида бирортасининг нарсаси йўқолса,ўзи ўлдирилса ёки бошқа қорхон юз берса, бу уларнинг зиммасидадир.

Яна буюрдимки, ҳар ернинг ҳокимлари ғаразғўй, тухматчи ва нафси бузук кишиларнинг тухмат сўзлари билан катта ва кичик шаҳарлар аҳолисидан ҳеч кимга жарима солмасинлар. Фақат бировнинг гуноҳи тўрт кишининг гувоҳлик бериши билан исботланса, гуноҳига яраша жазолансин... Сипоҳидан бирон киши раиятнинг хонадонига зўрлик билан кирмасин...от-уловларини тортиб олмасин. Ҳар бир мамлакатнинг раияти билан муомалада бўлиб, ҳолислик билан иш тутсинлар». [5] Темурнинг ҳарбий ва сиёсий фаолияти «Темур тузуклари»да баён қилинган. «Тузуклар» давлат бошқаруви ва сиёсий муносабатлар меъёрлари, сиёсий институтларни ўзаро мувофиқлаштириш масалаларини такомиллаштиришга доир тамойиллар ва қоидалар мажмуасидан иборат бўлиб, тамойиллардан бирида шундай дейилади:

«-салтанатим ишларини муросаю мадора, муруват ва сабр-тоқат билан юргиздим. Кўп нарсани билиб турсам ҳам ўзимни билмасликка олардим.Дўсту душман билан муросаю мадора қилдим;

-давлат ишларини салтанат қонун-қоидаларига асосланган ҳолда бошқардим. Тўра ва тузукка таяниб, салтанатда ўз мартаба ва мақомимни мустаҳкам сақлаб турдим. Амирлар, вазирлар, сипоҳ, раиятҳар бири ўз лавозим ва мартабасидан мамнун ҳолда хизматимда бўлиб, ундан ортигига даъвогарлик қила олмади [6];

Ижтимоий-сиёсий таълимотлар тарихида ўзбек халқининг улуғ шоири ва мутафаккири, буюк олим ва давлат арбоби, жаҳон адабиётининг мислсиз сиймоларидан бири Алишер Навоийнинг хизматлари ғоят улкан. Алишер Навоий бутун ҳаёти ва фаолиятини инсон бахти ва саодати учун қурашга,

халқнинг осойишталигига, ўзаро урушларнинг олдини олишга, ободончилик ишларига, илм-фан, санъат ва адабиёт тараққиётига бағишлади. У 1969 йилда Ҳусайн Бойқаро саройида бош вазир вазифасига кўтарилди. Мамлакатни мустаҳкамлаш, шахзода ва амирзодларнинг тахт учун ўзаро қурашларга барҳам беришга интилди. Унинг мақсади ўз замонасининг илғор кишиларини, олимларни, санъаткор, меъмор, шоирларни юртни обод қилишига жалб қилиб, мамлакатни осойишта, халқни фаровон қилишга қаратилган эди.

Алишер Навоий Ҳусайн Бойқарони адолатли ва маърифатли ҳукмдорга айлантиришга ҳаракат қилди, унга ёзган мактубларида инсоф ва адолатли бўлишга, давлат идора усулида мустаҳкам тартиб ўрнатишга ундади.Подшо ва амалдорлар эл-юрт арз-ҳолини тинглаб тadbир қуришса шаробхона, киморхона каби жойлар беркитилса, бозор нарх-наволари қаттиқ назорат қилинса, маҳаллаларда мактаблар очилса, деб умид қилди. Алишер Навоий ўзининг ижтимоий-сиёсий қарашларни "Садди Искандари"да кенг ифода этди. У ўзи орзу қилган адолатли, маърифатли, осойишталик ва бахт-саодат кўриқчиси бўлган шоҳ образини яратди.Искандар урушларни бартараф қилиб, осойишталик ўрнатади, ҳар бир масалада олимлар билан кенгашади, оқилона фикр-мулоҳазаларга амал қилади, уларнинг кўмаги билан кўпгина муаммоларни ҳал қилади.Шу билан Алишер Навоий:"Давлат бошлиғи илм-маърифат аҳлининг, донишмандларнинг кенгаши ва маслаҳати билан иш олиб бориш лозим",-деган ғояни илгари суради ва ўз даври ҳукмдорларини Искандардан ўрнак олишга чақиради.

А. Навоий "Маҳбубул-қулуб" асарини маориф, илм-фан, санъат, адабиёт аҳлига бағишлаб, уларнинг бурч ва вазифаларини талқин қилади, иззат-иқром, ҳурмат қилишга, унутмасликка чақиради. Алишер Навоийнинг "Тарихи Мулуки Ажам" асари ҳозирги Ўрта Осиё ва Эрон ҳудудида илк бор юзага келган давлат, унинг шоҳлари олиб борган ички ва ташқи сиёсатларга бағишланган.Навоий "Давлат" сўзини "Мулк" сўзи билан ифодалайди. "Ажам" сўзи араб тилида "арабдан ташқари" маъносини англатади. Араблар истилосидан олдинги Ўрта Осиё ва Эрон ҳудудида илк бор ташкил топган давлатни Мулки Ажам ёки Ажам давлати деб атаган. Навоий ўзигача ёзилган шоҳлар ҳақидаги манбаларни чуқур ўрганиб чиққанлигини кайд қилади. Ажам шоҳлари асосан тўрт табақа: пешдлар, каспийлар, ашкотлар, сосонийлардан иборатдир. У Одам Атодан бошлаб то сосонийларнинг охириги шоҳларигача, Турон ва Эрон давлатларига раҳбарлик қилган 65 шоҳ ва уларнинг ички-ташқи сиёсатларига тўхтаб ўтади. Навоий барча шоҳларни номма-ном таърифлаб, улардан қайси бири адолатли ва қайсиси адолатсиз сиёсат олиб борганларини батафсил ҳикоя қилади.

Навоий асарининг қимматли томонларидан бири - Турон давлатининг келиб чиқишини изоҳлашдир. У шундай ёзади: "Фаридуннинг уч ўғли бўлади: Салим, Тур, Эрон. Кексаётган чоғида мол-мулкни

учга тақсимлаб, уч ўғлига топширади. Рим ва Мағрибдан Ямангача Салимга, Туркистон худуди Турга, Форс, Ирок, Хуросонни Эронга беради. Эрон ва Турон давлатлари чегараси Амударё билан ажралиб туради. Турнинг номидан Турон, Туркистон, Эроннинг номидан Эрон давлати келиб чиққан”, деган маъно англатилади [7].

Мустақилликка эришган Ўзбекистон 1991 йил сентябрь ойида буюк Алишер Навоий таваллудининг 550 йиллигини зўр кўтаринкилик руҳида, тантанали нишонлади. Бу Алишер Навоий ижодий меросининг умрбоқийлигини, халқчилигини яна бир бор намойиш этди, халқлар ўртасида тинчлик ва дўстлик байрамга айланди. Алишер Навоийнинг қудратли ҳаётбахш шеърляти халқимизнинг бебаҳо бойлигидир. Унинг олмайжаноб орзулари, идеаллари мустақиллик йўлидан дадил бораётган республикамизнинг иктисодий ва

социал тараккиёти учун, фаровон турмуш, адолатли ва инсонпарвар жамият куриш йўлидаги курашига илҳом бахш этади.

Ўрта Осиё халқлари Ўрта асрларда юкорида номлари зикр қилинган мутафаккирлардан ташқари Абу Абдулло Рўдакий, Шаҳид Балхий, Ал Хоразмий, Аҳмад Фарғоний, Юсуф Хос Ҳожиб, Муҳаммад Розий, Жалолиддин Румий, Улугбек, Али Қушчи ва бошқа кўпгина илғор фикр, илм-фан намоёндалари, маданият ва давлат арбобларини етиштириб берди, улар башарият тараккиётида, илмий дунёқараш шаклланишида ўзларига лойиқ ўрин эгалладилар. Ўрта асрларда яшаб ижод этган буюк ватандош аждодларимизнинг асарлари фақат Шарқдагина эмас, балки Ғарбда ҳам кейинги асрларда сиёсий қарашлар ва таълимотларнинг, илм-фаннинг тараккиётига катта таъсир қўрсатиб, инсоният маданий меросига қўшилган улкан хисса бўлди.

Библиографик рўйхат

1. Каримов И.А. Ўрта асрлар Шарқ алломалари ва мутафаккирларининг тарихий мероси, унинг замонавий цивилизация ривожига роли ва аҳамияти. Халқаро конференциянинг очилиш маросимидаги нутқ, 2014 йил 16 май. // <http://www.gov.uz/uz/press/politics/24569>
2. Абу Наср Форобий. Фозил одамлар шаҳри.-Т.: Абдулла Қодирий номидаги халқ мероси нашриёти, 1993.-Б.190.
3. Беруни А. Р. Минерология: собрание сведений для познания драгоценностей. М., 1963.-С.14.
4. Низомулмулк. Сиваснома ёки Сияр ул- мулк.- Т.:Адолат, 1997.-Б.17-18.
5. «Халқ сўзи» газетаси, 1992 й., 9 апрел
6. Темур тузуклари. Форсчадан А. Соғуний ва Ҳ. Кароматов таржимаси; В. Ахмедов таҳрири остида.- Ф. Фулом номидаги Адабиёт ва санъат нашриёти. 1996. –Б.69.
7. Ҳ. Бобоев "Давлатчилигимиз тарихи", "Халқ сўзи", 1992 йил 26 март

УДК 370.374.2

© Исмоилова Д. А., Шамиева О.Р., Бабаёрова Ш.Ш. 2017 й.

АМИР ТЕМУР САЛТАНАТИДА ДАВЛАТ БОШҚАРУВИ ВА ҚОНУН УСТУВОРЛИГИ

Исмоилова Д. А., "Ижтимоий-гуманитар фанлар" кафедраси доценти, т.ф.н.; Шамиева О.Р., "Ижтимоий-гуманитар фанлар" кафедраси доценти, п.ф.н.; Бабаёрова Ш.Ш., Кармана тумани Халқ таълими бўлими методисти.

В данной статье освещается деятельность великого государственного и политического деятеля Амира Темура в сфере государственного управления и обеспечение приоритета справедливости на основе исторических фактов книги «Уложение Темура». А также, проделанные работы по изучению наследия Амира Темура в период независимости, приведены данные оценки современников, великих историков и Первого Президента Узбекистана Ислама Каримова по отношению к личности Амира Темура и его политике.

Отпорные слова: Саманиды, Караханиды, Газнавиды, Салджукиды, Харазмшахы, Девони олий, Девони мол, Девони товочи, шайхулислом, кази, раият, суургал, вақф, сейиды, уламо, шейх, эмир, визир, саркотиб, Тафсир, ҳадис, суфиды, ясо, Имам Исмоил Бухари, Имам Абу Исо ат-Термизи, Фараби, Тафтазони, Бурҳонидин Маргинони, Ибн Халдун, дон Клавиҳо, Иоанн Франциск.

Activity of the great state and political figure Amir Temur in the sphere of public administration and providing a priority of justice on the basis of historic facts of the book "Temur's Code" is covered in this article. And also, the done works on studying of heritage of Amir Temur in the period of independence are given these estimates of contemporaries, great historians and the First President of Uzbekistan Islam Karimov in relation to Amir Temur's identity and his politician.

Key words: Samanids, Karakhanids, Gaznovids, Saldzhukids, Kharizmshahs, Devoni Oliy, Devoni Mol, Devoni tovochi, shayhulislom, kazi, raiyat, suyurgal, vakuf, seyidy, umalo, sheik, emeere, vizir, sarkotib, Tafsir, Hadith, sufids, yaso, Imam Ismoil Bukhari, Imam Abu Iso-Termizi, Farabi, Taftazoni, Burhonidin Marginoni, Ibn Holdun, don Klaviho, Ioan Francisk.

Сохибқирон Амир Темур тузган буюк салтанат ўзининг салоҳияти, мазмуни, тарбиявий кучи ва таъсири билан халқимиз тарихида алоҳида ўрин тутди. Шунинг учун ҳам Президентимиз қайд этганларидек, «...бизнинг тарихимизда Амир Темурдек улуғ сиймо бор экан, унинг қолдирган мероси, панду ўғитлари бугунги ҳаётимизга ҳамоҳанг экан, олдимизда турган бугунги муаммоларни ечишда бизга қўл келатган экан, бизнинг бу меросни ўрганмасдан, таърифламасдан, тарғибот қилмасдан ҳаққимиз йўқ» [1]. Ўзбекистон мустақилликка эришгач, унинг тарихини ҳар тарафлама ўрганиш ва ҳаққоний ёритиш учун кенг имкониятлар яратилди. Шу жумладан, марказлашган Амир Темур салтанати, унинг ўзбек давлатчилиги ва маданиятнинг ривожланишидаги ўрни ва аҳамияти масалаларига ойдинлик киритилиб, тарихчи, шарқшунос олимларимиз қўлаб биринчи манба аҳамиятидаги асарларни ўзбек тилига таржима қилиб, нашр эттирилди. 1994 йил 29 декабрда Вазирлар Маҳкамасининг «Амир Темур таваллудининг 660 йиллигини нишонлаш тўғрисида»ги қарори, 1995 йил 26 декабрда эса Президентимизнинг «1996 йилни Амир Темур йили деб эълон қилиш тўғрисида»ги фармонлари қабул қилинди. 1996 йил мартда «Темурийлар тарихи» давлат музейини ташкил қилиш хусусида, «Амир Темур» орденини таъсис этиш тўғрисида фармонлар чиқди. ЮНЕСКО қарори асосида Амир Темур таваллудининг 660 йиллиги бутун дунёда кенг нишонланди. 1996 йил апрелида шу ташкилотнинг Париждаги бош қароргоҳида «Темурийлар даврида фан, маданият ва таълим равнақи» мавзусида илмий конференция ўтказилиб, Буюк давлат арбобининг тарихдаги ўрнига юксак баҳо берилди. «Амир Темур жаҳон тарихида қудратли ва гуллаб-яшнаган давлат барпо этган буюк саркарда ва давлат арбоби сифатидагина мавқеи тутмайди.

Мухтарам Президентимиз Ислон Абдуғаниевич Каримов ўзининг «Юксак маънавият – енгилмас куч» асарида «...Сохибқирон Амир Темур ҳақида алоҳида тўхталишимиз табиийдир. Чунки азму шижоат, мардлик ва донишмандлик рамзи бўлган бу мумтоз сиймо буюк салтанат барпо этиб, давлатчилик борасида ўздан ҳам амалий, ҳам назарий мерос қолдирди, илму фан, маданият, бунёдкорлик, дин ва маънавият ривожига кенг йўл очди» деб ёзади. Дарҳақиқат орадан қарийб етти аср вақт ўтса ҳам Амир Темур сиймоси бугунги кунда ҳам ҳар биримиз учун адолат, яхшилик, бунёдкорлик, жасурлик рамзи бўлиб келмоқда.

Амир Темур (Амир Темур ибн Амир Тарағай) милодий 1336 йил 9 апрель куни Кеш (ҳозирги Шаҳрисабз) яқинидаги хушманзара Хўжа Илғор қишлоғида дунёга келган.

Улуғ салтанатни барпо қилиб, марказлашган давлат тузишга ният қилган Амир Темур 1370 йилда Мовароуннаҳр давлати тепасига келди ва Самарқандни пойтахт қилиб белгилади. Юз йилдан зиёд вақт давомида бошбошдоклик давом этган,

ягона бирлик бўлмаган тарқоқ сулолалар ҳукм сурган мамлакатда қонунларни жорий қилиш ва унинг устиворлигини таъминлаш осон кечмаган. Амир Темур давлати, айтиш мумкинки, Сомонийлар, Қорахонийлар, Ғазнавийлар, Салжуқийлар ва Хоразмшоҳлар давлат тизимини қайтадан жонлантирди, узоқ йиллик қарамликдан сўнг Туркистоннинг давлат мустақиллигини тиклади. Ўзигача бўлган ўзбек давлатчилигидан фарқ қиладиган марказлашган буюк давлат тизимини яратди. Амир Темур бошқариш ишларини ўз қўлига олгач, ўзаро урушлар ва парокандаликдан жуда ҳолдан тойган мамлакатда қонун ва тартиб ишларини жорий этди. Мамлакатда маъмурий бошқарув тизимини қайтадан тузиб чиқилди. Тарихий манбаларда кўрсатилишича Темур давлати вилоят ва туманларида ҳокимият марказий ҳукумат ёки улус ҳукмдорлари томонидан тайинланган доруғалар қўлида бўлган. Марказий ҳукуматни асосан уч бош давлат муассасаси Девони олий (олий ижроия органи), Девони мол (молия ишлари бошқармаси) ва Девони товочи (ҳарбий ишлар бошқармаси) идора қилган. Дин ва шарият билан боғлиқ масалалар ҳамда суд ишлари шайхулислом ва қозилар қўлида бўлган.

Амир Темур давлат раҳбарининг қаттиққўл, тadbиркор, ниҳоятда адолатли, лекин раҳмдил, инсонпарвар, ҳалол, пок бўлишини кўрсатиб, ҳаётда адолат эмас, балки адолат енгади, деб кўрсатди. Тузуқларда унинг бу борадаги ижтимоий-сиёсий, ҳуқуқий қарашлари чуқур акс этиб, вазирлар, амирлар, девонбеги, вилоятлардаги девонларни, беқларни танлаш ва жой-жойига қўйишда уларнинг насл-насабига, ақл-фаросатига, халқпарварлигига, сабр-тоқатлилик, тинчликсеварлик, адолатпарварлик фазилатларига, кўтаринки руҳий ҳолатига, зийраклигига, малакаси ва одамлар билан мурося қилиш фазилатларига қатта эътибор берган. У давлат ҳокимиятини «зўравонлик билан эмас, балки ўз ҳукмининг таъсирчанлиги ва адолат билан бошқариш»га риоя қилган. Ўз вазирларидан қуйидаги хислатларга эга бўлишни талаб этган: «биринчиси, аслик, тоза наслик, иккинчиси, ақл фаросатлилик; учинчиси, сипоҳу раият аҳволдан хабардорлик, уларга нисбатан хушмуомалалик тўртинчиси, сабр, чидамлилик ва тинчликсеварлик» [2]. Бундай хислатларга эга бўлиш, албатта, давлат бошқарувида, турли мураккаб ҳолатларни бартараф этишда қўл келади. «Бундай вазирга тўрт имтиёз: ишонч, эътибор, ихтиёр ва қудрат берилсин», – дейди Темур. Яъни уни ўз мансабига тайинлаб, уни давлат бошқарув ваколатлари билан таъминлашни уқтиради. «Давлату салтанат, – деб давом этади у, – уч нарса: мулк, хазина ва лашқар билан тирикдир. Доно вазир буларнинг ҳар уччаласини тadbиркорлик билан яхши ахволда, саранжом тутди» [3]. Амир Темур давлатни идора этишда турли табақалар ва тоифалар билан биргалликда бамаънаҳат иш қўриб, сиёсат юргизган. «Давлат салтанат устунларини ўшалар билан қувватлаб, мажлисларни шулар билан зийнатладим», – деб ёзади у.

Амир Темур бошқариш ишларини ўз кўлига олгач, ўзаро урушлар ва парокандаликдан жуда холдан тойган мамлакатда қонун ва тартиб ишларини жорий этди. Мамлакатда маъмурий бошқарув тизими кайтадан тузиб чиқилди. Тарихий манбаларда кўрсатилишича Темур давлати вилоят ва туманларида ҳокимият марказий ҳукумат ёки улус ҳукмдорлари томонидан тайинланган доруғалар кўлида бўлган. Марказий ҳукуматни асосан уч бош давлат муассасаси Девони олий (олий ижроия органи), Девони мол (молия ишлари бошқармаси) ва Девони товочи (ҳарбий ишлар бошқармаси) идора қилган. Дин ва шариат билан боғлиқ масалалар ҳамда суд ишлари шайхулислом ва қозилар кўлида бўлган.

“Тузуқлар”да давлатни етти нафар вазир идора қилганлиги кўрсатилади. Булар:

1. Мамлакат ва раият ишлари бўйича вазир (бош вазир).
2. Вазир сипоҳ (ҳарбий ишлар бўйича вазир).
3. Эгасиз қолган мол-мулкларни тасарруф этиш бўйича вазир.
4. Салтанатнинг қирим-чиқим ишларини бошқарувчи вазир (молия ишлари вазир).

5.6.7. Сарҳад (чегара) вилоятлари ишларини назорат қилиб турувчи вазирлар. Ушбу етти вазир девонбегига бўйсунганлар. Шунингдек, Соҳибқирон ҳузурда ўтказиладиган махфий кенгашлар котиблари, сипоҳлар ва фуқароларнинг арз ва шикоятларини етказиб турувчи арзбеги, суюрғол ва вақф ерларининг аҳволини назорат қилиб турувчи амирлар лавозимлари жорий қилинган бўлиб, Амир Темур вазирларни “...салтанат устунлари (улар) мамлакат ободончилигини, раиятнинг тинчлигини, сипоҳларнинг бирлигини, хазина бойлигини доимо кўзда тутадилар. Давлат, салтанат ишларини юзага чиқаришда камчиликка йўл қўймайдилар. Салтанатга зарарли нарсаларни қайтаришда молу-жонуни аямайдилар...” деб таърифлаган.

Темур давлатининг асосини ўн икки ижтимоий тоифа ташкил этган. Унинг ўзи “Тузуқлар”да ушбу тоифаларни санаб ўтади. Бу тоифалар қуйидагилардир:

- саййидлар, уламолар, шайхлар ва фозил кишилар;
- ишбилармон, донишманд одамлар;
- художўй, таркидунё қилган одамлар;
- амирлар, саркардалар, яъни ҳарбий кишилар;
- сипоҳ ва раият (сипоҳ –аскарлар, раият – солиқ тўловчи халқ – Д.И.);
- махсус ишончли кишилар;
- вазирлар, саркотиблар;
- ҳакимлар (файласуфлар, донишмандлар, алломалар);
- тафсир ва ҳадис олимлари;
- сўфийлар;
- хунармандлар ва санъатчилар;
- савдогар ва сайёҳлар. Буюк салтанатни идора қилар экан, соҳибқирон ўз мамлақати аҳолисининг

барча тоифаларига бир кўз билан қараган. Барча учун қонун баробар бўлиб мамлакатда ўрнатилган тартиб-интизомга бир хилда риоя эътилоши қатъий назорат қилинган. Салтанатда тартиб-интизомни таъминлашда Амир Темур ҳарбийларга таянади.

Соҳибқирон буюк салтанатни бошқарар экан, ўзининг “Куч адолатда” деган тамойилига асосан аввало мамлакатда қонун устуворлигига эътибор қаратди. “Куч – адолатда” сўзлари унинг узугига ўйиб ёзилган ва давлат муҳрида акс этганди. Амир Темур салтанатининг ҳамма жойида амалда бўлган ушбу тамойил ахлоқий ва маънавий мезонга айланиб, халққа эътибор бериш ва ҳимоя қилиш Соҳибқирон адолатининг бош ўзагини ташкил қилди. Ўзининг “Тузуқлар”ида бу ҳақда шундай деб ёзади. “Адолат ва инсоф билан Тангримнинг яратган бандаларини ўзимдан рози қилдим. ... Золимдан мазлумнинг ҳаққини олдим. Золим етказган моддий ва жисмоний зарарларни исботлаганимдан кейин, уни шариатга мувофиқ иккиси ўртасида муҳокама қилдим ва бир гуноҳкорнинг ўрнига бошқасига жабр зулм етказмадим”. Уша пайтлар шариат асосида иш юритилганлигини эътиборга оладиган бўлсак, Темур марказлашган йирик бир давлатнинг ҳукмдори бўлишига қарамасдан шариат қонун-қоидалари асосида иш юритган. Бу эса Амир Темур шахсининг қонунни ҳурмат қилиши ва унга амал қилишда шахсий намуна кўрсатганлигини билдиради. Бизгача сақланиб қолган йилномалар ва тарихий манбаларда Темурнинг динга муносабати ўзининг яққол ифодасини топган. Жумладан, ислом динига муносабат тамойилини ишлаб чиққанлиги бутун темурийлар учун дастур вазифасини ўтади. Чунки Темур ислом динига давлатни идора қиладиган сиёсий тамойили йўқлиги учун эмас, балки унинг халққа энг яқин ва маъқул бўлганлиги ҳамда унинг инсонпарвар ҳусусияти учун тўла таянган. Темур ўз «Тузуқлари»да ислом дини ва шариат қонунларига таянмайдиган ҳокимият узоққа бормади, ўз қудратини йўқотади, шунинг учун подшоҳлик, албатта, дин ва шариат қонун-қоидаларига сўзсиз амал қилиши лозим, деб ҳисоблайди. Бу ҳақда тадқиқотчи З. Муқимов шундай дейди. “Ўз салтанати сиёсатини тасаввуф асосига қурган Темур адолат байроғини баланд кўтариб, халқни қуруқ қонун-қоидага эмас, балки инсоний тартиб-интизомга бўйсунушга чақирган. Чунки Темур инсоний тартиб-интизомга илоҳий тус бериб, уни муқаддас деб билади ва шунинг учун ҳам ёмонликни мақсад қилган кишиларни жиловловчи ва яхшилик йўлида жафо чекувчиларни қувватловчи ҳар қандай подшо ва ҳокимга бўйсунуш керак, деб ҳисоблайди.[4]

Амир Темур “Тузуқлар”ида “... очиқ юзлилик, раҳм – шафқат билан халқни ўзимга ром қилдим. Адолат билан иш юритиб, жабр зулмдан узоқроқда бўлишга интилдим. Салтанатим ишларини тартиб-интизомга солиб, салтанатим мартабасига тўра ва тузук билан зебу зийнат бердим” деб ёзади. Ҳагтоки Амир Темур ва унинг фаолияти ҳақида таъкидий руҳдаги “Амир Темур тарихи” асарини ёзган Ибн Арабшоҳнинг Темур

шахси хақидаги “Амир Темур азму қарори катъий, қанчалик аччиқ бўлмасин хақиқатни ҳуш қуриб, адолат юзасидан иш тутувчи, чуқур фикр-мулоҳазали, вазмин, тadbиркор, жасоратли, мурувватли, олийҳиммат, улуғвор бир шахс...” – деган фикрлари ҳам Амир Темурнинг ўзи тўғрисидаги юқорида келтирган маълумотларининг нақадар хақиқат эканлигидан далолат беради.

Соҳибқирон Темур салтанатни бошқаришда адолат тамойилларига амал қилиб, ўғри, қароқчи ва бошқа жиноятчиларни “Ясо” асосида жазолаган, ҳар бир шаҳар ва қишлоққа қутвол тайинлаб халқ осойишталигини сақлашни уларнинг зиммасига юклаган. Жиноятчиларнинг айби тўртта гувоҳнинг кўрсатмалари асосида тасдиқлансагина уларга муносиб жазо тайинлаш йўлга қўйилган. Амир Темур салтанатида қонун устуворлиги тўғрисида фикр юритганда қуйидаги маълумотга ҳам этибор қаратиш лозим. Унга кўра салтанатнинг бир томонидан иккинчи бир томонига бошида олтин солинган товоқ билан йўлга чиққан йўловчи манзилига етгунига қадар олтиннинг бир донаси ҳам йўқолмаган. Йўлда ҳеч қандай талончилик ёки бошқа бир муаммо бўлмаган. Бундан кўриниб турибдики, давлатда тартиб интизом қучли бўлиб, қонун устуворлиги таъминланган.

Савдо қарвонларини кўриклаб боришга масъул бўлган зобитлар тайинланиб, улар йўллардаги ҳавфсизликни таъминлаганлар. Зобит ва қузатувчиларга йўлларни кўриклаш, йўловчилар, савдогарлар, мусофирларни қузатиб, мол-мулки ва бошқа нарсаларини манзилдан-манзилга етказиб қўйиш юклатилган. Агарда йўл устида бирортасининг нарсаси йўқолса, ўзи ўлдирилса ёки бошқа қор-қол юз берса, булар учун жавобгарлик ана шу махсус тайинланган қузатувчи ва зобитларнинг бўйида бўлган. Натижада қузатувчи ва зобитлар ўз ишларини виждонан бажарганлар. Бу эса ўз навбатида савдо-сотиқ ривожланиб, халқ фаровонлигининг ошиб боришига олиб келди. Бизнинг фикримизча Амир Темур салтанати қудратини ошишига мамлакат аҳолисининг меҳнатига, қилган хизматларига яраша раҳбатлантирилишида ҳам бўлса керак. Амир Темур “Тузуқлар”да кишиларнинг қилган хизматларига яраша тақдирланиши тўғрисида кўплаб маълумотларни учратиш мумкин. Масалан; Тузуқларнинг бирида “Амр қилдимки, пиёдалар, қароқчилар, ясовуллар, чоповулларнинг бир йиллик маошларини ҳисоблаб, белгиланган маблагни девонхонага келтириб, шу ерда уларга улаштирсинлар. Булардан бошқа сипоҳийлар ва баҳодирларнинг олти ойлик маошини ҳам ҳисоблаб, танҳо хазинасидан олиб беришни буюрдим” [5] – деб айтилган. Яна бир мисол диққатга сазовордир. “Кимки бирон саҳрони обод қилса, ёки қориз қурса ё бирон боғ қўқартирса, ёхуд бирон хароб бўлиб ётган ерни обод қилса, биринчи йили ундан ҳеч нарса олсин, иккинчи йили раият ўз розилиги билан

берганини олсинлар, учинчи йили (эса олиқ-солиқ) қонун қондасига мувофиқ хирож йиғсинлар” [5]. Бундай мисолларни тузуқлардан кўплаб келтириш мумкин.

Шунингдек Амир Темурнинг аҳолига нисбатан қўлланиб келинган турли хил солиқларни қамайтириб, баъзиларини бекор қилиши ҳам халқ фаровонлигини ва халқнинг унга нисбатан ҳурмат ва ишончининг ошишига сабаб бўлди. Тузуқларда ёзилишича Амир Темур забот етган ҳудудлари аҳолисининг ҳам талон-тарож этилишига йўл қўймаган. “Агар ерлик фуқаро азалдан бериб келган хирож миқдорига рози бўлса, уларнинг розилиги билан иш кўрсинлар, ақс ҳолда (хирожни) тузуққа мувофиқ йиғсинлар. Яна амр қилдимки, хирожни экиндан олинган ҳосилга ва ернинг унумдорлигига қараб йиғсинлар” [6]. Темурнинг сиёсий тамойили марказида инсон турган. Амир Темур ўз даврида салтанат манфаатини халқ манфаатига бўйсундира олган давлат раҳбари бўлган.

Амир Темур салтанат ишларида тўрт нарсага:

1. Кенгаш;
2. Машварати маслаҳат;
3. Мустақкам қарор, тadbиркорлик ва ҳушёрлик;
4. Эҳтиёткорликка амал қилганлиги туфайли

мамлакатда қонун устуворлигига эришган. Бу ҳақда унинг ўзи ҳам “Тузуқ”ларда барча ишларининг тўққиз улусини кенгаш, тақдир ва машварат, қолган бир улусини эса қилич билан бажо келтирилганини таъкидлаб ўтади. Машҳур рус олими Д. Логофет Амир Темур шахсига баҳо беради экан: “Европада Конституция ҳақида тушунчага ҳам эга бўлишмаган бир пайтда ана шу Амир Темур давлатида Конституцион қонунлар мажмуаси – Тузуқ мавжуд бўлган ва амал қилган”.

Амир Темур сиёсий таълимотининг муҳим жиҳати жамиятни бошқаришда қонуннинг устуворлиги, қонунчилик масаласидир. Темур салтанатини бошқаришнинг асосий шarti, қонуннинг ҳамма аъмоллардан устунлигини тан олиш ва унинг асосий қондаларини яратишдан иборат бўлди. Темурнинг қонун устуворлиги тамойили зарурий шарт эканлиги ҳақидаги ҳулосасида, қонуннинг устуворлиги жуда теран қўйилган: бу ғоя Соҳибқироннинг онгида Имом Исмоил Бухорий, Имом Абу Исо ат-Термизий, Форобий, Тафтазонийларнинг ҳуқуқий таълимотларини, Бурҳонидин Марғинонийнинг «Ҳидоя»сини, унинг «Мухтасар» ини мактаб ва мадрасада ўрганиб, олимлар билан бўлган учрашувларида эшитиш натижасида шаклланган ва шунинг учун жамиятда қонун устуворлиги масаласига «Тузуқлар»да кенг ўрин ажратган. Яъни «Улуғ бобокалонимиз Амир Темур «қарда қонун ҳукмронлик қилса, шу ерда эркинлик бўлади», деган гапларини тарих саҳифаларига зарвараклар билан ёздирган эди» [7]. Темур даврининг мумтоз тарихчиларидан бўлган Ибн Арабшоҳ Амир Темурнинг фазилатларини шарҳлаб: «Темур тенги йўқ феъл-атворли, чуқур

мулохазали киши бўлиб, унинг тафаккур денгизининг каъри йўк ва (унинг) таъбири тагига на текислигу, на гадир-будур оркали йўл топилади». – деб юксак баҳо берган эди [8]. Амир Темурнинг қандай шахс ва давлат арбоби бўлганлиги ҳамда унинг сифатлари ҳақида жуда кўп муаллифлар ўз фикрларини айтганлар. Аммо айнан уни кўриб, суҳбат қилган кишилар Ибн Халдун, дон Клавихо ҳамда Темурнинг маслаҳатчиси ва, айниқса, ғарб мамлакатларига юборилган христиан элчиси Иоанн Францискнинг, ҳозирда Париж миллий кутубхонасида сақланаётган хотиралари, айниқса, қимматли, ишончли далилдир. «Амир Темур форс, араб ва турк тилларини билади. Қуръон илми ва Ислоом ҳуқуқшунослиги илмида шу қадар кучли олимки ҳеч бир мусулмон олими у билан мунозара қолишга қодир эмас, у олим ва шоирларга катта ҳурмат кўрсатади. Бунинг сабаби шундаки, унинг ўзи олим ва донишманддир» [9].

Аммо Темур салтанати Ўрта Осиёдаги ўзига хос мутлокий монархия эди. Чунки Амир Темурнинг давлат бошлиғи сифатидаги ўзига хослиги шундан иборат бўлганки, у қонун чиқариш ҳокимиятида ҳам иштирок этган. Бунга унинг «Тузуқлар»и яққол мисол бўла

олади. Ана шу фикрларга, шунингдек, Темур тузуқларига суянган ҳолда, хулоса қиладиган бўлсак, бу давлат ўзига хос тузилиш шакли бўйича ўрта аср империяси (салтанати), бошқариш шакли бўйича ўзига хос шарқона мутлокий монархия эди

Хулоса қилиб айтганда Амир Темур буюк салтанат тузар экан, у давлатда аввало қонун устуворлигига эришди. Интизом ва ҳалолликни давлат бошқарувидаги олий қонун деб билди. Фуқаролик жамияти қурилаётган бизнинг мамлакатимизда ҳам белгиланган беш тамойилдан бири қонун устуворлигидир. Юқоридагилардан келиб чиқиб айтишимиз мумкинки, қонун устуворлиги тамойили бизнинг халқимиз учун бегона эмас. Халқимиз асрлар давомида адолат ва қонун устуворлиги тамойилини жамият ҳаётининг бош мезонларидан бири деб билган. Шу жиҳатдан олиб қараганда ёш авлодни қонунларни ҳурмат қилиш, адолатпарварлик, жасурлик ва мардлик руҳида тарбиялашда Соҳибқирон Амир Темур тимсоли бетакрор мисол бўла олади. Буюк аждодларимизнинг тимсоли биз ва келажак авлод учун асрлар оша адолат ва ҳақиқат, жасурлик ва мардлик, олийҳимматлик рамзи бўлиб қолади.

Библиографик рўйхат

1. Амир Темур – фахримиз, гуруримиз. Қаранг: Маънавий юксалиш йўлида. – Тошкент.: Ўзбекистон, 1998, 414-б
2. Темур тузуқлари. – Тошкент, 1996, 94-б.
3. Темур тузуқлари. – Тошкент, 1996, 96-б
4. Муқимов З. Амир Темур тузуқлари (тарихий-ҳуқуқий тадқиқот). Иккинчи тўлдирилган наشري. – Самарқанд: СамДУ, 2008, – 29 б.
5. Темур тузуқлари. //форсчадан А. Соғуний ва Ҳ Кароматовлар таржимаси. Б. Аҳмедов таҳрири остида. Т.: Нашриёт матбаа бирлашмаси, 1991, – 71-б
6. Темур тузуқлари. – 99-б
7. Темур тузуқлари. – 98-б
8. Темур тузуқлари. 1996, 116-117-б
9. Каримов С. К. Амир Темур ижтимоий-сиёсий таълимотининг асосий тамойиллари. Ўрта Осиё социологик фикрлари тарихидан (Ўқув қўлланма). – Самарқанд: СамДУ, 2000, 168-б.

УДК 9(575.1)

© Наврўзов И.Н., Қаршиев Р.М. 2017 й.

ЁШЛАРНИНГ МАЪНАВИЙ ДУНЁҚАРАШНИ ШАКЛЛАНТИРУВЧИ АСАР

Наврўзов И.Н., Навоий давлат педагогика институти «Тарих ўқитиш методикаси» кафедраси ўқитувчиси; Қаршиев Р.М., Навоий давлат педагогика институти «Тарих ўқитиш методикаси» кафедраси мудири, тарих фанлари номзоди, доцент.

В данной статье произведение Первого Президента Республики Узбекистан И.Каримова указывается как важный источник формирования духовного мировоззрения молодежи.

Опорные слова: Родина, народ, реформа, духовное мировоззрение, долг перед Родиной, любовь к Родине.

The work of the 1st President of the Republic of Uzbekistan I.Karimov is specified as an important source of formation of spiritual outlook of youth.

Key words: Motherland, people, reform, spiritual outlook, a duty to the Motherland, love for the Motherland.

Ўзбекистон ўзининг мустақиллигини қўлга киритганидан сўнг мамлакатимизда ҳар бир соҳада чуқур ўзгаришлар, сиёсий ва ижтимоий-иқтисодий, маънавий-маърифий ҳаётнинг барча томонларини изчил ислоҳ этиш ва либераллаштириш, жамиятимизни демократик янгилаш ва модернизация қилиш жараёнлари жадал суръатлар билан ривожланиб бормоқда. Бу йўлда кучли фуқаролик жамиятини шакллантириш йўлида белгилаб олинган ва изчил равишда амалга оширилаётган улкан вазифалар мустахкам замин яратмоқда.

Мустақил юртимизнинг 1-Президенти И.А. Каримов Ўзбекистон мустақиллигини қўлга киритганидан кейинги даврни таҳлил қилиб қўйидаги фикрни билдирган эди. "Айнан ана шундай тўғри йўлни танлаганимиз туфайли мустақиллиқни мустахкамлаш, Ватанимизни ҳар томонлама тараққий эттириш, ривожланган демократик давлатлар сафидан муносиб ўрин эгаллаш, халқимиз ва келгуси авлодларимиз учун ҳеч кимдан кам бўлмаган ҳаёт шароитларини яратиш, Ўзбекистонимизнинг халқаро майдондаги обрў-эътиборини янада юксалтириш бўйича улкан, айтиш мумкинки, асрларга тенг бўлган йўлни босиб ўтишимизга тўғри келди" [1].

Бугун биз тарихий бир даврда - халқимиз ўз олдига эзгу ва улғу мақсадлар қўйиб, тинч-осойишта ҳаёт кечириётган, авваламбор ўз куч ва имкониятларига таяниб, демократик давлат ва фуқаролик жамияти қуриш йўлида улкан натижаларни қўлга киритаётган бир замонда яшамокдамыз.

Дунёда инсон тирикчилигининг, мавжудлигининг моҳияти ўзининг эзгу орзу – интилишларига эришишдир, ўз идеалларига муносиб бўлиш, озгина ўз дунёқарошидаги ғоясига яқинлашишдир. Агар инсонда ҳаётий онг бўлса, унда инсон яратувчан шахсга айланади, ижтимоий ҳаётда фаол бўлади, маърифат ва коммуналликни орзу қилади ва шубҳасизки, она Ватани, она халқи, ўз тупроғи, ўз юрти учун фидойи инсонга айланади. Шу миллат, шу Ватан тараққиётини фақатгина ўз "Мени"ни англаган маънавий комил инсонгина ўз маърифати ва маънавияти билан ҳамоҳанг тушунади ва бевосита миллий ривожланишга ҳисса қўшади. Ўйлаб қарасак, "инсоният тарихи-ғоялар тарихи" [2] дан иборат бўлса, унда ҳар бир инсон учун ҳам, ҳар бир миллат учун ҳам бунёдкорлик-эзгулик ғояси асосдир, тириклик фаолият, фикр ва барча амаллар учун мезон ҳисобланади.

Мустақил юртимизнинг 1-Президенти И.А. Каримов ўзининг "Она юртимиз бахту иқболи ва буюк келажаги йўлида хизмат қилиш – энг олий саодатдир" асариде мамлакатимизни сиёсий-ҳуқуқий, маънавий-маърифий ва ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш, жумладан, ижтимоий соҳаларга, хусусан, таълим-тарбия, илм-фан, соғлиқни сақлаш, маданият ва санъат, спорт тизимини ривожлантиришга қаратилган ислохотлар, жамиятимизда аёллар, кексалар ва ёшларнинг ўрни, уларга янада қулай шароит ва имкониятлар яратиш билан боғлиқ масалалар, янги тарихимиз ҳақида фикр

мулоҳазалари, сайлов тизими, юртимиз мустақилликка эришгунига қадар юз берган катағонлик сиёсатларининг аянчли воқеалари тўғрисида, Ўзбекистоннинг ташқи сиёсат концепцияси тўғрисидаги қарашлари ҳар томонлама пухта асосланган ҳолда баён қилинган. Китобнинг ҳар бир бобида бугунги кунда кўтарилган долзарб ижтимоий-сиёсий масалаларнинг мамлакатимизда амалга оширилаётган бунёдкорлик одимлари, демократик ислохотлар, миллий ғоя, миллий мафкураининг рўёби сифатида қаралган.

Юқори натижаларга эришишда И.А. Каримовнинг давлат раҳбари сифатида Ўзбекистоннинг мустақиллигини таъминлаш, ҳуқуқий демократик давлат қуришнинг ўзига хос йўли, "Ўзбек модели", унинг давлат ва жамиятнинг ижтимоий-сиёсий, иқтисодий ва маънавий соҳаларда стратегик мақсад ва вазифаларни ҳал этиш йўлидаги бекиёс хизматлари буюк эканлиги кўриниб турибди.

Ўзбекистон эришаётган ютуқ ва марралар дунё ҳамжамияти томонидан кенг эътироф этилаётгани, хусусан, Жаҳон иқтисодий форуми томонидан эълон қилинган рейтингда кейинги уч йилда иқтисодиёти энг тез ривожланаётган давлатлар орасида мамлакатимиз 5-ўринни эгаллагани, БМТ кўмағида АКШнинг Колумбия университети томонидан ташкил этилган ижтимоий тадқиқотлар асосида эълон қилинган "Бутунжаҳон бахт индекси"да Ватанимиз 158 та мамлакат ўртасида 44-погонани, МДХ давлатлари орасида 1-ўринни эгаллаганини эътироф этиш лозим.

Мазкур асарнинг бош ғояси биз ўтган даврда амалга оширган ишларимизга баҳо берар эканмиз, "Кеча ким эдиғу бугун ким бўлдиқ? Эртага ким бўлишимиз, қандай янги марраларни эгаллашимиз керак?" [3] деган савол асосида уларнинг моҳияти ва аҳамиятини узимизга чуқур тасаввур этамиз. И.А. Каримов "Фарзандларимиз биздан кўра кучли, билимли, доно ва албатта бахтли бўлишлари шарт" [4] деб номланган бобида "Бугунги кунда катта умид, орзу-мақсадлар билан Ватаним тараққиётига ҳисса қўшаман, деб белини маҳкам боғлаб майдонга чиқаётган, азму ишжосатли ёшларимизни ҳар томонлама қўллаб-қувватлаш барчамизнинг нафақат вазифамиз, балки бурчимизга айланиши керак" [5] деган фикрларини таъкидлаганлар.

Шу ўринда таъкидлаш лозимки, бугун республикаимизда амалга оширилаётган ижтимоий-иқтисодий ўзгаришлар, янгиланишлар ёшларимиз тақдири, келажаги, уларнинг ёруғ истиқболга мустахкам пойдевор бўлиб хизмат қилмоқда. Буни аввало биз мамлакатимизнинг келажаги бўлмиш ёшларга берилаётган имкониятлар, уларга яратилаётган шарт-шароитлар, таълим соҳасида дунёнинг қатор ривожланган давлатларида амалга оширилаётган ислохотларидан қолишмайдиған даражада юксалаётганлигида кўришимиз мумкин.

Барчамизга маълумки, таълим республикаимизда ижтимоий тараққиёт соҳасида устувор деб эълон қилинган ва таълим соҳасидаги давлат сиёсатининг асосий тамойиллари қуйидагилардан иборатдир:

- таълим-тарбиянинг инсонпарвар, демократик характерда эканлиги;
- таълимнинг узлуксизлиги ва изчиллиги;
- умумий ўрта, шунингдек, ўрта махсус, касб-хунар таълимнинг мажбурийлиги;
- таълим тизимининг дунёвий характерда эканлиги;
- давлат таълим стандартлари доирасида таълим олишнинг ҳамма учун очиклиги;
- таълим тизимида давлат ва жамоат бошқарувини уйғунлаштириш.

Юртимизда таълим-тарбия ва тиббиёт муассасаларини янада ривожлантириш, уларнинг моддий-техник базасини мустахкамлаш, жиҳозлаш даражасини ошириш ижтимоий инфратузилма объектларини жадал ривожлантириш устивор йўналиш хисобланади. Ушбу мақсадлар учун 2015 йилда давлат бюджети жами харажатларининг қарийиб 60 фоизи йўналтирилди. Бу ўтган йилга нисбатан 4 триллион 100 миллион сўм ёки 22,5 % кўп демакдир. Жумладан, таълим ва илм-фан соҳасини ривожлантиришга 34,3 %, соғлиқни сақлаш тизимига 14,2 % маблағ сарфланди.

Бугунги кунда фарзандларимизнинг маънавий оламини юксалтириш, уларни миллий ва умуминсоний кадриятлар руҳида тарбиялаш масаласи биз учун энг долзарб вазифа бўлиб қолмоқда. Айниқса, ҳозирги мураккаб ва таҳликали замонда миллий ўзлимиз,

азалий кадриятларимизга ёт ва бегона бўлган турли хил хуружлар, ёшларимизнинг онги ва қалбини эгаллашга қаратилган ғаразли интилишлар тобора кучайиб бораётгани барчамизни янада хушёр ва огоҳ бўлишга даъват этиши табиийдир.

Жадидларимиздан бири “қатта киши бўлмоқ учун тарихни билиш лозим”лигини таъкидлаган эди. Айни пайтда эса кучли ҳуқуқий демократик давлат қуриш учун эса тарихий хотира ва тарихий онг лозимдир. Миллат ривожини ҳам, тарихини, истиқболини ҳам айнан тарихий хотира, тарихий онгнинг миллий маънавиятдаги ўрни билан белгиланади.

Албатта, ҳозирги ривожланаётган дунёда инсонларнинг онгини, тафаккурини ўзгартирмасдан туриб биз кўзлаган олий мақсад озод ва обод жамиятни барпо этиб бўлмайди. Инсонга хос орзу-интилишларни рўёбга чиқариш, унинг онгли ҳаёт кечирishi учун зарур бўлган моддий ва маънавий оламни бамисоли парвоз қилаётган қушнинг икки қанотиға қийинасак, ўйлаймизки, ўринли бўлади” [6].

Хулоса қилиб айтадиган бўлсак, ёшларимизнинг ушбу асар юзасидан чуқур билимга эга бўлишлари зарур. Келажак ҳаётда бу асар ҳар томонлама билимларнинг, кўникмаларининг, тажрибаларнинг инъикоси сифатида, юртимиз келажаги бўлиши ёш авлоднинг баркамол инсон бўлиб етишишида муҳим маънавий хазина вазифасини ўтайди.

Библиографик рўйхат

1. Каримов И.А. Она юртимиз бахту иқболи ва буюк келажаги йўлида хизмат қилиш – энг олий саодатдир асари. Т.: Ўзбекистон, 2015. 69-бет.
2. Миллий истиқлол ғояси: асосий тушунча ва тамойиллар. Т. 2001. 9-бет.
3. Каримов И.А. Она юртимиз бахту иқболи ва буюк келажаги йўлида хизмат қилиш – энг олий саодатдир асари. Т.: Ўзбекистон, 2015. 77-бет.
4. Каримов И.А. Она юртимиз бахту иқболи ва буюк келажаги йўлида хизмат қилиш – энг олий саодатдир асари. Т.: Ўзбекистон, 2015. 233-бет.
5. Каримов И.А. Она юртимиз бахту иқболи ва буюк келажаги йўлида хизмат қилиш – энг олий саодатдир асари. Т.: Ўзбекистон, 2015. 235-бет.
6. Каримов И.А. Юксак маънавият енгилмас куч. Т.: Маънавият, 2008. 67-бет.

УДК 008.374.2

© Суннатов Н.Б. 2016 й.

ГЛОБАЛ МУАММОЛАРНИ ЕЧИШДА ФАЛСАФИЙ - ИННОВАЦИОН ЁНДАШИШ

Суннатов Н.Б. НавДКИ “Ижтимоий - гуманитар фанлар” кафедраси катта ўқитувчиси.

В данной статье отражены философские мысли, направленные на изменения, происходящие сегодня в современном мире, а также проблемы, возникающие на основе прогрессирующих изобретений и их решения. Специфика и новизна возникшей ситуации состоит в том, что если каждую конкретную проблему можно изучить в рамках определенных или некоторых наук, то решение глобальных проблем, состоящих из сложной системы, охватывающей многочисленные взаимосвязи человека, общества и природы находится в руках самого человечества.

Опорные слова: проблема, глобальные проблемы, общечеловеческие проблемы, кругозор, сущность, регион, критерий, классификация, метод, системность, характеристика.

The philosophical thoughts directed to the changes happening today in the modern world and also the problems evolving from the progressing inventions and their decision are reflected in this article. Specifics and novelty of the arisen situation consist that if each specific problem can be studied within certain or some sciences, then the solution of the global problems consisting of the difficult system covering numerous interrelations of the person, society and the nature is in hands of the mankind.

Key words: problem, global problems, human problems, vision, essence, the region, the criterion of classification, method, system, characteristics.

Оғир ва мураккаб вазифаларни ечишда инсонга фан доим ёрдам берган. Бир пайтлар эришиб бўлмайдиган, инсон имкониятлари даражасидан ташқарида бўлиб туялган нарсаларнинг аксариятига айнан фан ёрдамида эришилган. Айни шу сабабли глобал муаммолар хавф солаётгани хақидаги илк огохлантиришларнинг ўзиёқ одамларни фанга ўз эътиборини қаратишга, олимларни эса бу муаммоларни ечиш йўллариини излашга мажбур қилди.

Юзага келган вазиятнинг ўзига хослиги ва янгилиги шундан иборатки, ҳар қандай муайян муаммоларни айрим фан ёки бир неча фанлар мажмуи доирасида ўрганиш мумкин бўлса, инсон, жамият ва табиатни уларнинг кўп сонли ўзаро алоқалари ва ўзаро боғлиқликларида камраб олувчи мураккаб тизимдан иборат глобал муаммоларни тадқиқ этишга айрим фанлар қодир эмас. Зеро ўз тадқиқоти объекти – у ёки бу айрим муаммони бошқа глобал муаммолар контекстида талқин қилишга муайян фанлар доираси торлик қилади. Шу сабабли у ёки бу фан қайси муайян вазифаларни ечишдан қатъий назар, улар билан боғлиқ жараёнлар ва ҳодисаларга, яъни бутун вазиятга, шу жумладан охири-оқибатда олинган натижаларга нисбатан фалсафий ёндашув доимо тадқиқотнинг зарурий шарти ҳисобланади.

Ҳар қандай айрим фанлар муайян босқичда ўз тадқиқот предметини фалсафий жиҳатдан англаб этишга у ёки бу даражада муҳтож бўлади. Муайян фан предметига ва инсоният олдида турган муаммоларга нисбатан бундай кенг ёндашувсиз фундаментал кашфиётлар қилиш ҳам, умуман фаннинг ривожланиши ҳам мумкин эмас.

Шундай қилиб, айни ҳолда, бир томондан, масалаларнинг фалсафий ечими тўғрисида, бошқа томондан эса – фалсафа фанларнинг кенг доираси ўзаро алоқа қилишини рағбатлантириши, бунда уларнинг фанлараро бирлашуви муҳим ўрин тутуши тўғрисида сўз юритилади.

Гарчи фалсафа одамларнинг қундалиқ ҳаёти ва амалиётидан анча узокда бўлган ҳаддан ташқари умумий масалаларни ўрганади, деган фикр мавжуд бўлса-да, у (фалсафа) глобал муаммоларни ечишда муҳим рол ўйнайди. Зеро, умумий назариялар баъзан билимнинг аксарият муайян соҳаларига қараганда кўпроқ самара бериши мумкинлиги яхши маълум.

Албатта, фалсафа сиёсий ва бошқа қарорлар қабул қилиш жараёнига муқаррар тарзда ва бевосита таъсир кўрсатади, деб айтиш унча ўринли бўлмайди. Зеро, унинг бош вазифаси дунёқарашни шакллантириш ва шу тариқа амалий қарорлар ишлаб чиқиш жараёнига

билвосита таъсир кўрсатишдан иборат. Унинг вазифаси глобал муаммоларнинг табиий-илмий ва техникавий жиҳатларини бевосита ўрганишдан эмас, балки бошқа фанлар тақлиф қиладиган тегишли ечимларнинг фалсафий, методологик, маданий ва ахлоқий негизини таъминлашдан иборат.

Фалсафий тадқиқот муайян фанларнинг мазкур соҳадаги ютуқларига таяниб, масаланинг айрим жиҳатларини мавҳумлаштиради ва глобал муаммоларни улар бир-бирини қай даражада такозо этиши нуктаи назардан ўрганади. Бошқача айтганда, фалсафий ёндашув глобал муаммоларни уларнинг ижтимоий аҳамияти ва ижтимоий белгиланганлиги нуктаи назардан яхлит ўрганишни назарда тутди. Бундай тадқиқот аввало глобал муаммоларнинг моҳиятини аниқлашни назарда тутди, чунки уларнинг асл табиати ва генезисини аниқлаш бу муаммоларнинг илмий ва амалий ечимини топиш йўллариини кўп жиҳатдан белгилаб беради.

Глобал муаммоларни фалсафий англаб этишнинг ўзига хос хусусиятларини тавсифлар эканми, фалсафанинг асосий функцияларидан қелиб чиқадиган ва билишнинг шу шаклигагина хос бўлган хусусиятларни қайд этиб ўтамиз.

Биринчидан, фалсафа, дунёқарашни шакллантирад экан, инсон фаолияти йўналишини кўп жиҳатдан белгилайдиган муайян мўлжаллар беради. Шу тариқа фалсафа ўзининг дунёқарашни шакллантириш ва аксиологик функцияларини бажаради.

Иккинчидан, турли фанлар доирасида ўрганиладиган мураккаб тизимлар хақида яхлит тасаввур мавжуд эмаслиги бу фанларнинг ўзаро ҳамкорлиги йўлида жиддий тўсиқ ҳисобланади. Шу маънода фалсафанинг мазкур фан доирасида юзага келадиган назарияларни умумлаштирувчи методологик функцияси айниқса муҳим аҳамият касб этади, чунки илмий билимнинг интеграциялашувига кўмаклашади.

Учинчидан, фалсафа ижтимоий ҳодисалар ва жараёнларни тарихий контекста тушунтириш имконини беради. У жамият ва табиат ривожланишининг умумий қонуниларини таърифлайди ва шу сабабли глобал муаммоларни ўрганишда уларни ижтимоий тараққиёт билан узвий боғлиқ бўлган қонуний ҳодиса сифатида тушунишга йўл кўрсатади. Шундай қилиб, глобал муаммоларнинг пайдо бўлиши тасодиф ёки инсониятни ҳалокатга олдиндан маҳкум этувчи тақдирнинг ҳукми сифатида эмас, балки қарама-қаршиликларга тўла инсоният тарихи объектив ривожланиш жараёнининг маҳсули сифатида қаралади.

Туртинчидан, фалсафа глобал муаммолар ривожланишининг умумий тенденциясини, уларнинг ўзаро алоқаси ва бир-бирини таково этиш даражасини фалсафий нуқтаи назардан англаб етиш имконини беради.

Бешинчидан, фалсафа назарий фикрлаш маданиятини ривожлантириш учун имконият яратиш орқали маънавий - маданий функцияни бажаради. Турли халқларнинг фалсафа тарихини ўрганиш, уларнинг маданияти билан ҳам танишиш имконини беради. Муайян халқлар олдида турган муаммоларнинг бирортасини ҳам уларнинг маданиятига боғламасдан ечиш мумкин эмас.

Олтинчидан, глобал муаммоларга оид илмий ахборотнинг шиддат билан ўсиб бораётган оқимида янада аниқроқ мўлжал олиш имконияти табиий-тарихий жараёни яхлит кўриш ва уни талкин қилишга нисбатан диалектик ёндашув маҳсули ҳисобланади.

Еттинчидан, фалсафа инсон ҳаётининг мазмуни, ўлим ва умрбоқийлик масалаларини кун тартибига қўядики, бу инсониятга глобал муаммолар таҳдид солаётган шароитда айниқса муҳим аҳамият касб этади.

Нихоят, фалсафанинг яна бир муҳим методологик функцияси шундан иборатки, у инсониятнинг ҳозирги муҳим муаммолари билан бевосита боғлиқ бўлган ва башарият ривожланишининг объектив тенденцияларини тушуниш ва англаб етишда улкан рол ўйнайдиган «табиат», «жамиyat», «цивилизация», «ижтимоий тараккиёт», «фан-техника инқилоби» каби бошқа категорияларни ишлаб чиқади.

Ҳозирги даврнинг глобал муаммоларини ўрганишга нисбатан фалсафий ёндашув ҳақида муайян тасаввур ҳосил қилгач, энди глобаллашув жараёнлари кучайишига қараб аҳамияти ошиб бораётган муаммоларнинг ўзини шу нуқтаи назардан кўриб чиқамиз.

Глобал муаммоларнинг моҳияти. «Ҳозирги даврнинг глобал муаммолари» тушунчаси 1960-йиллар охири – 1970-йилларнинг бошларида кенг тарқалди ва шундан бери илмий ва сиёсий муомала(лексикон) ҳамда оммавий оғдан мустақкам ўрин олди. Аксарият ҳолларда у глобал саналмаган воқеалар ва ҳодисаларга нисбатан қўлланиладиган атама сифатида ишлатилади. Бундай ҳолга миллий ва умумбашарий аҳамиятга молик воқеалар тенглаштирилганида, масалан, муайян бир мамлакатнинг ижтимоий муаммоларини назарда тутиб, улар «глобал» деб номланган ҳолда дуч келиш мумкин.

Фалсафада бу вазифани ечиш учун тегишли мезонлар белгиланган бўлиб, уларга мувофиқ у ёки бу муаммо глобал деб белгиланади ва шу тарика бундай хусусиятга эга бўлмаган бошқа кўп сонли муаммолардан фарқланади.

Этимологик жиҳатдан «глобал» атамаси, «глобаллашув» атамаси каби, ер қурраси билан боғлиқ. Айни шу сабабли бутун инсоният манфаатларига дахлдор муаммоларни ҳам, дунёнинг турли нуқталаридаги ҳар бир айрим инсонга тегишли бўлган, яъни умуминсоний хусусият касб этадиган муаммоларни ҳам «глобал» деб номлаш одат тусини олган. Улар жаҳон иктисодий ва ижтимоий ривожла-

нишининг муҳим объектив омили сифатида айрим мамлакатлар ва минтакаларнинг ривожланишига сезиларли даражада таъсир кўрсатади. Уларни ечиш аксарият давлатлар ва ташкилотларнинг кучгайратини халқаро даражада бирлаштиришни назарда тутди. Айни вақтда глобал муаммоларнинг ечилмай қолиши бутун инсоният келажаги учун ҳалокатли оқибатларга олиб келиши мумкин.

Муаммоларнинг турли даражалари. Глобал муаммолар бутун дунёгагина тегишли бўлмай, унинг минтакалари ва ҳатто айрим мамлакатлар даражасида намоён бўлгани боис, илмий адабиётларда уларнинг умуминсоний аҳамиятини тан олиш билан бир қаторда, уларни моҳияти ўзгача, таъсир доираси эса торроқ бўлган айрим, маҳаллий, минтакавий муаммолардан фарқлаш ҳам амалга оширилади. Турли даражадаги муаммоларни «умумийлик», «хусусийлик» ва «яккалик» фалсафий категорияларининг муайян ифодаси сифатида ўрганар эканлар, уларни одатда шундай талкин қиладиларки, хусусий муаммолар айрим муаммолар сифатида, маҳаллий ва минтакавий муаммолар – хусусий муаммолар сифатида, глобал муаммолар эса – умумий муаммолар сифатида амал қилади. Зикр этилган муаммоларни фарқлаш замирида ётувчи асосий мезон ҳам айни шу ёндашувни белгилайди. У географик деб аталади, чунки макон омилини ёки, бошқача айтганда, муайян муаммолар мавжуд ҳудудни акс эттиради.

Хусусий муаммолар давлат фаолиятининг муайян жаҳасига, айрим аҳоли яшайдиган пунктларга ёки кичик табиий объектларга тегишли бўлган муаммолардир. Булар, одатда, турли авариялар, носозликлар натижасида юзага келадиган ҳар хил муаммолар, маҳаллий ижтимоий конфликтлар ва ш.к.

Маҳаллий муаммолар тушунчаси юқорироқ даражадаги муаммоларга, аниқроқ айтганда, айрим мамлакатларга ёки йирик мамлакатларнинг анча катта ҳудудларига тегишли бўлган муаммоларга нисбатан татбиқ этилади. Бу ерда одатда кучли зилзилалар, йирик сув тошқинлари ёки, масалан, кичик давлатдаги фуқаролар уруши назарда тутилади.

Миллий муаммолар тушунчаси ижтимоий-сиёсий ва илмий муомалада баъзан муайян давлат ёки миллий ҳамжамиятнинг маълум кийинчиликлари, ғамташвишларини акс эттиради. Микёс даражасига қараб улар минтакавий ёки маҳаллий муаммолар сифатида талкин қилиниши мумкин.

Минтакавий муаммолар айрим китъалар, дунёнинг йирик ижтимоий-иктисодий ҳудудлари ёки анча йирик давлатларда юзага келадиган муҳим масалалар доирасини қамраб олади. Бундай муаммоларга Шарқий Европанинг бир неча мамлакатлари ҳудуди радиоактив заҳарланишига олиб келган Чернобил фожияси ёки бир қатор давлатларни қамраб олувчи анча катта ҳудудларда юз берган иқлим ўзгаришлари мисол бўлиши мумкин. Масалан, 1968 йилда Сахел минтақасида юз берган қурғокчилик «аср фалокати» деган ном олди. У Африка китъасининг 18 давлатини қамраб олди, бунда очарчилик натижасида 250

мингдан кўпроқ одам халок бўлди, тахминан 18 миллион бош қорамол нобуд бўлди, хавфли касалликларнинг эпидемиялари юзага келди, бу улкан минтақа худуди эса деярли тўла саҳрога айланди.

Шунинг учун ҳам Ўзбекистон Республикаси Президенти Ислоҳ Каримов БМТ нинг 48-сессиясида (1993 йил, сентябрь), Европа давлатлари Хавфсизлиги Кенгашининг Будапешт учрашувида (1994 йил, декабрь), Копенгагенда ўтган халқаро конференцияда (1995 йил, март), Парижда ўтказилган Юнеско Ижроия Кенгаши сессиясида (1996 йил, апрель) жаҳон ҳамкорлиги эътиборини минтакамиздаги экологик вазиятга жалб қилиб, аҳолини халокатдан сақлаб қолишга чақирди ҳамда ўзининг қатор маърузаларида тўхталиб, «Бизнинг муштарак бурчимиз ер юзини болаларимиз ва набираларимизга обод ва бахтиёр яшашлари учун муносиб қилиб қолдиришдир» дея таъкидлаганлар [1].

Глобал муаммолар бутун ер қуррасини, унинг нафақат одамлар бевосита яшайдиган қисмини, балки Ернинг қолган юзаси, ер ости бўшлиқлари, атмосфера, гидросфера ва ҳатто инсон фаолияти доирасига қирувчи космик фазони қамраб олиши билан изоҳланади.

Шундай қилиб, глобал муаммолар тўғрисида сўз юритилган ҳолда бутун сайёра назарда тутилади, унинг энг йирик таркибий бирлиги сифатида эса минтақа қабул қилинади. Бунда минтақалар сони ва уларнинг миқёси кўриб чиқилаётган муаммолар хусусияти билан белгиланади. Масалан, дунё миқёсидаги иктисодий қолоқлик муаммосини тадқиқ этишда одатда бутун сайёрани икки минтақа – ривожланган ва ривожланаётган мамлакатларга ажратиш билан кифояланилади. Демографик, энергетик муаммолар ёки хом ашё муаммоларини ўрганишда эса, минтақалар сони, кўпайди ва ҳар сафар тадқиқотнинг муайян мақсадлари билан белгиланади.

Бунда шунини қайд этиш лозимки, ҳар қандай муаммо сайёранинг исталган минтақасига нисбатан муҳим саналган, яъни уларнинг ҳар бирида намоён бўлган ҳолдагина глобал деб ҳисобланиши мумкин. Акс ҳолда бир ёки бир неча минтақаларнинг муаммолари (ёки бундан ҳам кичикроқ миқёсдаги муаммолар) тўғрисида сўз юритилади.

Бундан барча глобал муаммолар айни вақтда минтақавий аҳамият ҳам қасб этади, лекин минтақавий даражада аниқланган барча муаммолар ҳам глобал бўлавермайди, деган хулоса қилиб чиқади. Ўз-ўзидан равшанки, глобал муаммолар сони қамроқ бўлади. Бошқа даражаларга келсак, глобал муаммолар бевосита маҳаллий ёки хусусий кўринишга эга бўлмаслиги ёки бу ерда унча сезилмаслиги мумкин.

Масалан, Антарктидада ёки сайёрамизнинг атроф муҳит ифлосланганидан асосий марказлари ва манбаларидан анча узоқда жойлашган бошқа бурчакларида ҳаво ёки сув ҳавзаларининг ҳолати қониқарли бўлиши, табиий муҳитга антропоген таъсир эса деярли сезилмаслиги мумкин. Шунга қарамай бу кескинлик даражаси табиий муҳитга антропоген

таъсирнинг нотекислигига боғлиқ бўладиган экологик муаммонинг глобал хусусиятига шак-шубҳа туғдирмайди. Ўз навбатида, барча маҳаллий ёки хусусий муаммолар глобал муаммолар билан боғланавермайди, зеро уларнинг сони таққослаб бўлмайлиган даражада кўпроқдир.

Келтирилган мулоҳаза глобал ва минтақавий муаммоларни нафақат илмий балки, амалий жиҳатдан ҳам фарқлаш имконини беради, чунки барча глобал муаммолар ўз миқёсида ўзгармайдиган ягона тизим – бутун сайёрага тегишлидир. Шу сабабли маъмур тизим учун уларнинг сони маълум тарихий босқичда муайян ҳисобланади. Айни вақтда бошқа даражадаги муаммолар сонининг аниқ ҳисобини юритиш мумкин эмас, зеро минтақаларнинг ва турли ҳудудларнинг чегаралари тадқиқотнинг мақсад ва вазифаларига қараб шартли олинади.

Глобаллик мезонлари. Фан ва фалсафада глобал муаммоларни янада аниқроқ тавсифлаш учун юқорида зикр этилган «географик» мезондан ташқари бу муаммоларни бошқа томондан – уларнинг сифати, ва муҳим хусусиятлар нуқтаи назаридан тавсифловчи қўшимча мезонлар қўлланилади.

Биринчидан, глобал муаммолар ўз моҳиятига кўра нафақат айрим кишиларнинг манфаатларига, балки бутун инсоният тақдирига дахлдордир.

Иккинчидан, уларни бартараф этиш учун бутун сайёра аҳолиси ҳеч бўлмаса аксарият қисмининг қуч-ғайратини бирлаштириш ва улар баҳамжиҳат, изчил иш кўриши талаб этилади.

Учинчидан, бу муаммолар дунё ривожланишининг объектив омили ҳисобланади ва бирон-бир мамлакат уларни эътиборга олмаслиги мумкин эмас.

Тўртинчидан, глобал муаммоларнинг ечилмагани келажақда бутун инсоният ва унинг яшаш муҳити учун жиддий, балки тузатиб бўлмайдиган оқибатларга олиб келиши мумкин.

Қайд этилган мезонлардан ташқари баъзан глобал муаммоларнинг бошқа бир қатор хусусиятлари ҳам кўрсатилади. Хусусий, маҳаллий ва минтақавий муаммолардан фарқли ўлароқ, глобал муаммолар нисбатан турғунроқдир. Улар глобалликнинг юқорида санаб ўтилган барча мезонларига мос қилишдан олдин зимдан ва узоқ шаклланади, ечилишига қараб эса (назарий жиҳатдан) қуйроқ даражага тушиб, дунё миқёсида ўз аҳамиятини йўқотиши мумкин. Аммо тенденцияларни тесқари йўналишда ўзгартириш қадами бутун жаҳон ҳамжамиятининг изчил ҳаракатларини талаб этувчи ўта оғир иш бўлиб, ҳали бунга эришилганича йўқ. Глобал муаммолар мавжудлигининг нисбатан қиска тарихига нафақат уларнинг қуйроқ даражага тушиши, балки сўсайиш ҳоллари ҳам маълум эмаслигининг сабаби ана шундандир.

Глобал муаммоларнинг бошқа бир муҳим хусусияти – уларнинг барчаси бир-бирига шу даражада боғлиқки, улардан бирини ечиш ҳеч бўлмаса унга бошқа муаммоларнинг таъсирини ҳисобга олишни назарда тутати.

Глобал муаммоларнинг таснифи. Глобал муаммоларнинг келтирилган мезонлари ва ўзига хос хусусиятлари асосан мазкур соҳадаги аксарият тадқиқотчиларнинг карашларини акс эттиради ва глобал муаммоларни бошқа барча муаммолардан фарқлаб, аниқ айтиш имконини беради. Бунда у ёки бу муаммонинг кескинлик ва муҳимлик даражасини белгилаш, унинг бошқа муаммолар билан ўзаро нисбатини аниқлаш учун одатда турли таснифлашлар амалга оширилади, улар алоҳида гуруҳларга ажратилади.

Таснифлаш бирдан-бир мақсад ҳисобланмайди, балки ҳозирги даврнинг ўта кескин зиддиятларини комплекс ўрганишнинг муҳим элементи сифатида амал қилади ва мазкур муаммоларни уларнинг ўзаро алоқаси ва бир-бирини такозо этиши нуқтаи назаридан ўрганиш имконини беради. У муҳим алоқаларни фарқлаш, устуворликларни ва объектив мавжуд глобал муаммоларнинг кескинлашув даражасини аниқлаш имконини беради. Бундан ташқари, таснифлаш глобал муаммоларнинг тизимли ўзаро алоқасини янада теранроқ тушунишга кўмаклашади ва амалий қарорлар қабул қилиш кетма-кетлигини белгилашга ёрдам беради.

Изчил ва аниқ амалга оширилган таснифлаш билишнинг мазкур соҳасидаги аввалги тадқиқотларни маълум даражада сарҳисоб қилади ва айни вақтда бундай тадқиқотларнинг ривожланишида янги босқич бошланганини қайд этади.

У ёки бу муаммонинг муайян гуруҳга киритилиши маълум даражада шартли хусусият касб этади ва муҳим омилларга, уларни ажратиш асосларига боғлиқ бўлади. Шу сабабли ҳар қандай шундай тасниф масала ечимининг узил-кесил варианты сифатида эмас, балки мураккаб тизимни қайта тузишнинг глобал муаммолар ўзаро алоқаси табиатини яхшироқ тушунишга кўмаклашадиган усулларидан бири сифатида қаралиши лозим.

Энди бутун инсониятга жиддий хавф тўғдираётган энг муҳим муаммоларга қисқача тавсиф берамиз.

Сўнги маълумотларга кўра, дунё бўйича юрак кон-томир касалликлари кун сайин ортиб бормокда. Бундай касалликлар аксарият ҳолларда ўлим билан тугаганлиги сабабли жамият учун катта таҳдид саналади. Бутунжаҳон соғлиқни сақлаш ташкилоти (WHO) ҳисоботига кўра, 2005 йилда юрак кон-томир касалликларидан 17,5 миллион инсон вафот этган. Ушбу кўрсаткич барча ўлим ҳолатларининг 30 фоизини ташкил қилади. Шу жумладан, 7,6 миллион киши юрак ишемик касаллигидан 5, 7 миллион киши инсульт оқибатида ҳаётдан кўз юмган [2].

Асосий глобал муаммолар тизими. Ҳозирги даврнинг глобал муаммолари ўз ҳолатини вақтда тинимсиз ўзгартирадиган ягона, фаол ва очик тизим ҳисобланади, чунки унга умуминсоний аҳамиятга молик бўлган янги муаммолар кириши, аввалги муаммолар эса, уларнинг ечилишига қараб, йўқолиши мумкин. Рим клубининг асосчиси ва биринчи президенти А.Печчеи бу ҳолатга эътиборни қаратиб, инсоният қаршида кўнда-

ланг бўлган аксарият муаммолар «бир-бири билан маҳкам чирмашиб олди, улкан спрут чангали янглиғ бутун сайёрани ўз исқанжасига олмоқда... ечиммаган муаммолар сони ўсиб бормокда, улар янада мураккаброқ тус олмоқда, уларнинг чирмасуви янада чигаллашмоқда, уларнинг «исқанжаси» эса сайёрамизни ўз чангалида тобора қаттиқроқ сиқмоқда», деб ёзган эди [3].

Аммо глобал зиддиятлар тугуни қанчалик чигал бўлмасин, уни фан ва фалсафа ёрдамида ечиш, яъни сабабни оқибатдан, муҳим тафсилотларни иккинчи даражали тафсилотлардан, объективни субъективдан фарқлаш учун назарий жиҳатдан англаб етиш лозим. Дунё микёсидаги жараёнларга таъсир кўрсатиш учун одамларнинг имкониятлари ва ресурслари чекланганини ҳисобга олиб, муаммоларнинг қайси бири дарҳол ечишни талаб қилиши ва қайси бири иккинчи даражали аҳамият касб этишини ҳам фарқлаш муҳимдир.

Шу муносабат билан энг янги фалсафий адабиётларда инсонпарварлик масалалари яна биринчи ўринга чиқмоқда. Фан-техника тараққиётини нафақат айрим инсоннинг, балки бутун инсониятнинг ахлоқий фазилатларига бевосита бўйсундирувчи инсон фаолиятини бутунлай ўзгартириш лозимлигини ифодаловчи «илмий инсонпарварлик» атамаси фаол ишлаб чиқилмоқда. И.А. Каримов бу хусусда шундай деган эди: «Маънавиятга қарши қаратилган ҳар қандай таҳдид ўз-ўзидан мамлакат хавфсизлигини, унинг миллий манфаатларини, соғлом авлод келажagini таъминлаш йўлидаги жиддий хатарлардан бирига айланиши ва охир – оқибатда жамиятни инқирозга олиб келиши» [4].

Бу муаммонинг бошқа бир жиҳати шундан иборатки, жаҳоннинг аксарият давлатларида таълим олиш имконияти барчага тенг даражада таъминланмаган бўлиб, бу ижтимоий кескинликнинг кўшимча манбаи ҳисобланади. Шунингдек ҳозирги даврда таълим сифатини яхшилаш, унинг мазмунини ижтимоийлаштириш масаласи кўндаланг бўлиб турмоқда. Шунини алоҳида таъкидлаш лозимки таълимнинг ижтимоийлашуви ўқув жараёнида гуманитар фанларнинг ўқув соатлари ёки фанлар сонини кўпайтириш эмас балки, табиий илмий фанлар мазмунини гуманитарлаштириш, ҳар қандай илмий кашфиётни инсон манфаатларини химоя қилишга йўналтириш лозим. Шундагина инсон ўз мавжудлигини сақлаб қолиш имкониятига эга бўлади.

Библиографик рўйхат

1. Каримов И.А. *Ўзбекистон XXI аср бусоғасида: хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари, тараққиёт кафолатлари.* – Т.: «Ўзбекистон» 1997, 4-бет.
2. Бобоҷонова Н. «Ешарган» хавфли тўлқин. // *Ирмоқ*, 2008 йил №4. 23-б.
3. Печчеи А. *Человеческие качества.* – М., 1980. – С.7
4. И.А. Каримов. *Юксак маънавият - энгилмас куч.* – Т.: *Маънавият*, 2008. – С.209.



ШАКАРОВ БЕРКИН ШАКАРОВИЧ

(к 80-летию со дня рождения)

Шакаров Б. Ш. родился 7 февраля 1937 года в Галлааральском районе Самаркандской области, в селе Койташ. В 1954 г. поступил в Среднеазиатский политехнический институт на горный факультет. В 1959 г. успешно окончив данное учебное заведение по специальности «Разработка месторождений полезных ископаемых» получил диплом горного инженера.

В 1959 г. Шакаров Б. Ш. был направлен в г. Навои Бухарской области, в распоряжение предприятия почтового ящика № 3, где сначала работал бурильщиком на открытых горных работах, а затем инженером производственно-технического отдела.

В августе 1960 года Беркина Шакаровича переводят в распоряжение предприятия почтового ящика № 11, которое находилось в поселке Учкудук Тамдынского района Бухарской области. Руководство предприятия его назначает горным мастером рудника № 7.

В июне 1965 года Б. Ш. Шакарова назначают начальником опытного карьера Мурунтау г. Зарафшан.

Шакаров Б. Ш. с октября 1965 г. работает начальником отдела по технике безопасности, затем старшим инженером производственно-технического отдела. С января 1967 года Шакаров Беркин занимается подготовительными работами к началу горных работ на карьере Мурунтау. За это время на промышленной площадке ГМЗ № 2 (на Бесопане) был смонтирован экскаватор марки ЭКГ-4.6 и буровой станок СБШ-200 после монтажа которых, был осуществлен перегон с помощью бульдозеров С-100 на территории будущего карьера.

Под руководством Шакарова Беркина 5 марта 1967 г. прогремел первый взрыв на карьере Мурунтау и был введен в эксплуатацию первый экскаватор ЭКГ-4.6.

В 1968 г. Беркин Шакарович избирается вторым секретарем Навоийского городского комитета партии Бухарской области. На этой должности он успешно проработал более 5 лет.

В 1970 г. 500 тружеников, активно участвовавших в создании в суровых условиях пустыни объектов НГМК были награждены медалями и орденами государства, среди которых был и Шакаров Б. Ш. и был награжден орденом Трудового Красного Знамени. В 1973 г. Беркина Шакаровича избирают председателем Навоийского городского исполнительного комитета совета народных депутатов.

В 1978 г. Шакаров Б. Ш., успешно окончив аспирантуру кафедры партийного строительства Академии об-

щественных наук при Центральном комитете КПСС (Москва), защитил кандидатскую диссертацию и получил диплом кандидата исторических наук.

В июле 1978 г. Шакарова Б. Ш. избирают председателем Бухарского городского исполнительного комитета совета народных депутатов.

В мае 1981 г. Шакаров Б. Ш. награждается орденом Трудового Красного Знамени.

С 1981 г. Шакаров Б. Ш. работает заместителем заведующего отдела учебных заведений и науки Центрального комитета компартии Узбекистана.

В 1982 г. избирается секретарем Джизакского обкома партии.

С 1984 г. по 1991 г. работал заведующим кафедрой «История Компартии» Среднеазиатского педиатрического медицинского института. За это время, сочетая педагогическую деятельность с научными исследованиями, он в 1991 г. защитил докторскую диссертацию и получил диплом доктора исторических наук.

С 1991 г. до 1999 г. работал директором Марджонбулокского филиала Института повышения квалификации инженерно-технических работников, Койташского рудника и главным инженером Марджанбулакского золото-извлекательного рудника. С 1999-2007 гг. работал заместителем начальника отдела техники безопасности АГМК, главным инженером рудника Кальмакыр. Как главный инженер рудника Кальмакыр, внёс определенный вклад в развитие рудника. Повысилась эффективность буровзрывных работ, улучшилось использование железнодорожного транспорта, сократились простои экскаваторного парка.

С 2007-2015 гг. Беркин Шакарович продолжил свою деятельность в управлении комбината в качестве горного инженера I-ой категории горного отдела. Он активно участвовал в разработке и осуществлении проектов модернизации карьеров Кальмакыр и Сары-чеку. Им разработана технологическая часть проектов модернизации карьеров. Проекты успешно осуществлены, благодаря чему производственная мощность рудника Кальмакыр увеличилась с 26,5 млн. т добычи руды в год до 30 млн. т, а годовая производственная мощность карьера Сары-чеку повысилась на 1 млн. т и доведена до 5 млн. т добычи руды в год.

В данное время Шакаров Б. Ш. работает заведующим кафедрой «Горное дело» Алмалыкского горно-металлургического факультета Навоийского Государственного горного института.

Труд Шакарова Б. Ш. достойно отмечен Правительством независимого Узбекистана. Он награжден нагрудным знаком «Ўзбекистон мустақиллиги 20 йил».

ГП Навоийский горно-металлургический комбинат, Ташкентский государственный технический университет им. И.А. Каримова, Навоийский государственный горный институт, Алмалыкский горно-металлургический комбинат, редакционный совет научно-технического и производственного журнала «O'zbekiston konchilik xabarnomasi», а также научно-техническая общественность горно-металлургической промышленности, друзья и коллеги сердечно поздравляют Шакарова Беркина Шакаровича с 80-летним юбилеем и желают ему крепкого здоровья, личного счастья и новых творческих успехов на благо прогресса и процветания Республики Узбекистан!



ШАЙМАТОВ БОБОКУЛ ХОЛМУРОДОВИЧ

(к 60-летию со дня рождения)

Шайматов Бобокул Холмуродович родился 15 января 1957 года в Хатырчинском районе Навоийской области в поселке Лянгар, в семье рабочего.

С 1964 по 1974 годы учился в средней школе № 30, в период 1974-1976 гг. работал электромонтером на горно-обогатительной фабрике в Лянгарском поселке.

В 1976-1978 гг. по возвращению с военной службы продолжил работу на предыдущем месте работы.

В 1980-1985 гг. учился на энергетическом факультете Ташкентского политехнического института имени Абу Райхана Беруний (ныне ТашГТУ). В 1985 г. был направлен на работу в Бухарский технологический институт пищевой и легкой промышленности.

С 1995 по 1998 годы прошел повышение квалификации в Ленинградском электротехническом институте, в ТашГТУ, и приглашен на работу в Навоийский государственный горный институт на кафедру «Электроснабжение». На протяжении 15 лет, с 1997 по 2012 годы, работал в качестве заведующего кафедрой «Электроснабжение» и являлся членом научного и учеб-

ного Совета данного института. Начиная с 2012 г. по сегодняшний день работает на должности доцента кафедры «Электроэнергетика», вышеуказанного института.

В 1995 году защитил диссертацию на ученую степень кандидата технических наук на специализированном Совете К.067.07.23 ТашГТУ по специальности 05.09.05 «Теоретическая электротехника», под руководством профессора, доктора технических наук А.С. Каримова на тему: «Исследование и разработка автопараметрических делителей частоты на базе обратимых преобразователей частоты». Протоколом ВАК № 81/1, в 2001 г. ему присвоено ученое звание доцента. Бобокулом Холмуродовичем Шайматовым опубликованы два учебных пособия, более ста научных и учебно-методических работ.

Обладает высокой культурой поведения. Оценивает работников по их способностям и деловым качествам. Грамотно и профессионально разрабатывает нормативно-технические документы по организации учебного процесса в ВУЗе. Учитывая многолетний труд Шайматов Б.Х. в 2013 г. награжден орденом «Дустлик».

ГП Навоийский горно-металлургический комбинат, Навоийский государственный горный институт, редакционный совет научно-технического и производственного журнала «O'zbekiston konchilik xabarnomasi», а также научно-техническая общественность горно-металлургической промышленности, друзья и коллеги сердечно поздравляют Шайматова Бобокула Холмуродовича с 60-летним юбилеем и желают ему крепкого здоровья, личного счастья и новых творческих успехов.



НОРОВ ЮНУС ДЖУМАЕВИЧ

(к 60-летию со дня рождения)

Норов Юнус Джумаевич – начальник горного бюро Центральной научно-исследовательской лаборатории Навоийского горно-металлургического комбината, доктор технических наук, профессор.

Юнус Джумаевич родился 27 февраля 1957 г. в селе Огар Свердловского (ныне Жондорского) района Бухарской области.

В 1963-1971 гг. получил базовое среднее образование в школе № 22 им. Хамзы и в дальнейшем в 1971-1973 гг. проучился в средней школе им. М. Улугбека.

В 1973 г. поступил в Ташкентский политехнический институт им. А. Р. Беруний (ныне ТашГТУ) на горно-металлургический факультет им. проф. М. М. Протодяконова.

В 1978 г. успешно окончив данный институт и получив квалификацию горного инженера по специальности 0202 – «Технология и комплексная механизация подземной разработки месторождений полезных ископаемых», был направлен на работу в качестве горного инженера на Бухарский участок № 4 Ташкентского специализированного управления треста «Союзвзрывпром», где работал с 1978 по 1980 гг.

В 1980-1983 гг. работал на Бухарском участке № 1 специализированного управления буровзрывных работ Министерства строительства автомобильных дорог Республики Узбекистан.

В 1983 г. поступил в целевую аспирантуру научно-исследовательского института горного дела им. А.А. Скочинского в г. Люберцы Московской области.

Ю.Д. Норов 27 июня 1986 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию по теме «Разработка параметров взрывных работ с использованием усталостного ослабления массива для повышения их эффективности» по специальности 05.15.11 – «Физические процессы горного производства» на специализированном Совете К. 135.05.02 при научно-исследовательском институте горного дела им. А. А. Скочинского и ему была присвоена ученая степень кандидата технических наук.

С 1986 по 1992 г. он работал инженером, заместителем начальника производственно-технического отдела и главным инженером СПМК-5 треста «Средазспецстрой».

С 1992-1995 гг. работал в должности директора научно-производственного предприятия «Сифат» специализированного управления буровзрывных работ Министерства строительства автомобильных дорог Республики Узбекистан.

С 1995-2000 гг. работал доцентом кафедры «Горное дело», с 2000-2004 гг. - деканом горно-металлургического факультета, с 2004-2008 гг. - проректором по научной работе Навоийского государственного горного института.

Научное звание доцента Ю. Д. Норов получил 27 апреля 2000 г.

7 декабря 2001 г. он защитил докторскую диссертацию по теме «Обоснование и разработка способов образования удлиненных выемок взрывами траншейных зарядов выброса» по специальности 05.15.03 – «Открытые горные работы» на специализированном Совете при Навоийском государственном горном институте под научной консультацией доктора технических наук, профессора Б. Р. Раимжанова.

Ю. Д. Норовым впервые осуществлена разработка эффективных параметров, способов буровзрывных работ и конструкции зарядов взрывчатых веществ (ВВ) с применением обвалованного грунта траншейных зарядов выброса, обеспечивающих снижение дополнительных трудозатрат и увеличивающих процент выброса грунта из контура выемки, повышающих надежность инициирования зарядов ВВ.

Разработаны и экспериментально проверены новые инженерные способы производства взрывов траншейных зарядов выброса с грунтовой обваловкой, обеспечившие повышение эффективности выброса и достижение ширины выемок по дну 50 м и более.

Разработаны и внедрены эффективные способы образования выемок в грунтах взрывами обвалованного грунта траншейных зарядов выброса, способы формирования и детонирования зарядов, обеспечивающих снижение трудозатрат и повышение надежности инициирования зарядов ВВ на открытых горных работах.

Ю.Д. Норовым разработаны также теоретические основы определения размеров обваловки грунтов траншейных зарядов выброса в зависимо-

сти от угла естественного откоса грунтов и расстояния от расчетной оси выемки до линии пересечения ее боковой поверхности с горизонтальной плоскостью ее основания, при которой достигается максимальный эффект выброса. Установлена зависимость дальности бросания грунтового потока при образовании удлиненных выемок с учетом изменения угла направления разлета движущейся от взрыва массы грунта за счет обваловки траншейных зарядов ВВ. Установлены радиусы эффективного действия камуфлетного взрыва и зон уплотнения вглубь выемки для оплывающих песчаных грунтов в зависимости от массы зарядов, глубины заложения ВВ и свойств грунта.

Разработаны и внедрены эффективные способы образования выемок в оплывающих песчаных грунтах взрывами траншейных зарядов выброса, обеспечивающих их надежную инженерную эксплуатацию в сложных гидрогеологических условиях.

Разработанные Ю. Д. Норовым конкретные рекомендации и предложения явились основой для создания нормативно-технических документов, согласованных в органах «Саноатгеоконтехназорат» и принятых к внедрению трестом «Средазспецстрой» Госкомводстроя и Специализированным управлением буровзрывных работ Госконцерна «Узавтойул» Республики Узбекистан. В результате внедрения научных разработок получен фактический экономический эффект в размере 2,211 млн руб. (в ценах 1984 г.).

Результаты исследования используются в учебном процессе Навоийского государственного горного института и Ташкентского государственного технического университета им. А. Р. Беруний при чтении дисциплины «Разрушение горных пород взрывом».

Научную степень доктора технических наук получил 30 мая 2002 г. По решению ВАК Республики Узбекистан в 2007 г. ему присвоено звание профессора.

С 2004-2008 гг. Ю. Д. Норов работал проректором по научной работе в Навоийском государственном горном институте.

С 1997 по 2008 гг. он являлся членом научного Совета Навоийского государственного горного института, с 1999 г. - членом специализированного Совета К 067.46.01 по защите кандидатских диссертаций,

с 2004 г. – председателем научно-технического Совета, с 2007 по 2011 гг. - ученым секретарем специализированного Совета К 067.46.01, с 2013 г. по настоящее время он является членом научного Совета № 16.07.2013.GM/T.10.01 по защите докторских диссертаций и с 2013 г. по настоящее время - председателем научного семинара при научном Совете № 16.07.2013.GM/T.10.01 по защите докторских диссертаций.

Ю. Д. Норов с 1997 по 2012 гг. являлся членом и заместителем редакционного Совета научно-технического и производственного журнала «Горный вестник Узбекистана», с 2012 г. по настоящее время является председателем редакционного Совета данного журнала.

Юнус Джумаевич являлся официальным оппонентом по защите кандидатских диссертаций И. П. Бибикум в 2002 г. (НГМК), С. Н. Федяниным в 2003 г. (НГМК), М. Н. Жабборовым в 2004 г. (ТашГТУ), Р. Ш. Наимовой в 2005 г. (НавГГИ); докторской диссертации А.К. Турсунбаевой в 2012 г. (КарГТУ, Казахстан).

Ю.Д. Норов имеет более 323 публикаций, в том числе 21 монографию, учебные пособия и учебники, 143 научные статьи опубликованные в республиканских и зарубежных журналах, 40 авторских свидетельств и патентов на изобретения, 64 статьи опубликованные в сборниках научных трудов и тезисов, 20 методик и нормативно-технической документации, 11 работ по редакторской деятельности, 24 фондовых работ.

Наряду с большой научной работой Ю. Д. Норов активно участвует в подготовке высококвалифицированных научных кадров, им подготовлено шесть кандидатских и четыре докторских диссертаций. Ежегодно им подготавливаются к защите три магистерских диссертации и семь научно-исследовательских работ бакалавров Навоийского государственного горного института.

В 2005-2006 гг. Ю. Д. Норов удостоен почетных грамот Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан, в 2007 г. - Почетной грамоты Навоийского горно-металлургического комбината, нагрудного знака «Горняцкая слава» III степени (2012 г.).

ГП Навоийский горно-металлургический комбинат, Центральная научно-исследовательская лаборатория НГМК, Ташкентский государственный технический университет им. А. Р. Беруний, Навоийский государственный горный институт, редакционный совет научно-технического и производственного журнала «O'zbekiston konchilik xabarotasi», а также научно-техническая общественность горно-металлургической промышленности, друзья и коллеги сердечно поздравляют Норова Ю. Д. с 60-летним юбилеем и желают ему крепкого здоровья, личного счастья и новых творческих успехов на благо прогресса и процветания Республики Узбекистан!

ВСЕМИРНЫЙ КОНГРЕСС МАРКШЕЙДЕРОВ

В сентябре месяце 2016 года в г. Брисберн (Австралия) состоялся XVI всемирный конгресс международного общества маркшейдеров (ISM).

Всемирный конгресс – это важнейшее событие в профессиональной деятельности маркшейдеров. Масштабный форум по продвижению передовых идей и технологий, а также исследования международного опыта производства маркшейдерских работ по рациональному использованию минерально-сырьевых ресурсов, охране недр



Регистрация участников конгресса ISM.

и безопасному ведению горных работ.

Конгресс (ISM) организуется раз в три года и служит площадкой для обмена опытом и знаниями в области научных достижений и практики маркшейдерского и горного дела, геологии, геотехнологии, горной экологии и промышленной безопасности.

Конгресс проходил на площадках Brisbane Convention and Exhibition Centre (Австралия) под руководством президента ISM доктора Андреа Жаросца (Andrea Jarosza) при поддержке Australian Institute of Mine Surveyors (AIMS) и компании Arinex Pty Limited. В работе конгресса приняли участие 360 представителей маркшейдерской общественности из 53 стран. Самые представительные делегации были из Китая (24), Малайзии (18), Монголии (8), Польши (7), Германии (7) и России (14). Австралию представляли 180 маркшейдеров. Программа конгресса включала мероприятия по продвижению передовых технологий и использованию международного опыта производства маркшейдерских работ. Об этом шла речь на пленарном заседании президиума на научно-практической конференции и тематических заседаниях по пяти на-

учно-практическим направлениям. На площадках XVI конгресса ISM параллельно проходил и Съезд Союза маркшейдеров Австралии.

Была организована выставка передовых маркшейдерских приборов и программных продуктов известных мировых фирм и компаний: Trimble, Martek, Mineware monitor (action) improve, Renishaw, Leica Geosystems AG, Rio Tinto, Deswic, 3D Laser Mapping, C.R. Kennedy (survey solutions) и др.

Международный конгресс, как неординарное событие, продемонстрировал новейшие технологии с посещением передовых горнодобывающих предприятий. Экскурсия в г. Инсвич в компании «New Acland coal mine» - крупнейшем центре по добыче каменного угля. Угольный разрез с обогатительной фабрикой производительностью 4,6 млн т угля в год современный образец применения циклично-поточной технологии и менеджмента по добыче и экспорту угля.

Идея о созыве Международного конгресса маркшейдеров родилась еще в 1969 г. в г. Праге и принадлежит профессору Idovit Kovanic (Словацкая республика). Юридический статус был оформлен в Австрии в 1996 г. на III-м конгрессе ISM. С тех пор в каждые три года созывается очередной Конгресс Международного маркшейдерского союза. Право проведения конгресса странам предоставляется Президиумом ISM на конкурсной основе. Основная идея создания (ISM), заключалась в осуществлении международных связей с национальными союзами и обществами маркшейдеров стран участников с целью содействия повышению эффективности использования минеральных ресурсов и подземного пространства, охране недр и окружающей среды, безопасному ведению горных работ, связанных с использованием недр на основе внедрения достижений научно-технического прогресса и соблюдения национальных интересов и законодательства о недрах.



Встреча коллег-единомышленников.

Отметим, что Австралия приняла крупнейшую в мире встречу маркшейдеров во второй раз. Первый раз конгресс (ISM) проходил в 1997 г. в г. Фриманте.

В составе ISM действуют 6 рабочих комиссий:

- правовые аспекты и нормативные акты маркшейдерских работ;
- современные инструменты и приборы, методы маркшейдерских измерений;
- информационные технологии в создании горно-геометрических графиков;
- сдвигание горных пород и земной поверхности под действием горных разработок;
- защита окружающей среды в районе горных работ;
- образование, история и другая деятельность маркшейдеров, занимающихся проблемами недропользования.

Важнейшим мероприятием XVI конгресса ISM стало избрание нового президента Маркшейдерского международного сообщества и членов президиума, а также рабочих комиссий (ISM).

Маркшейдерское сообщество решило доверить пост президента ISM профессору Иркутского научно-исследовательского технологического университета А. Л. Охотину (Россия). Таким образом, согласно уставу ISM право проведения очередного международного конгресса через три года переходит к Российской Федерации. Профессиональный форум состоится в 2019 г. в г. Иркутске.

Впервые, в истории международного маркшейдерского сообщества новым членом ISM стала Республика Узбекистан, а заведующий кафедрой «Маркшейдерское дело и геодезия» ТашГТУ избран членом президиума ISM. Это говорит о признании достижений маркшейдерской школы ТашГТУ в мировом масштабе и подтверждает высокий уровень маркшейдерской науки и практики в Узбекистане.

Членство в президиуме ISM дает много возможностей по решению профессиональных вопросов и проведению инициатив. Для нас открыты все страны, входящие в ISM. Мы можем сотрудничать по всем вопросам маркшейдерской науки и практики, подготовки кадров, обмена опытом, продвигая бренд узбекской школы маркшейдеров.

Впредь кафедре «Маркшейдерское дело и геодезия» ТашГТУ единственному институту в области подготовки специалистов по маркшейдерскому делу, научному и методическому центру маркшейдерского обеспечения рационального и безопасного недропользования в Узбекистане следует укрепить международную репутацию, активно интегрироваться во всемирные структуры в рамках горного конгресса (WMC) ЮНЕСКО.

Очень хотелось бы, чтобы молодые ученые и специалисты Узбекистана стали активными участниками рабочих групп конгресса, и смело вошли на профессиональную международную арену, расширяя круг научно-деловых контактов со своими коллегами из зарубежья. Существует потребность в международной транспортабельной квалификации и общие базовые стандарты, как в подготовке специалистов маркшейдеров, так и в научно-техническом сотрудничестве. Такие преобразования имеют важное значение для обеспечения устойчивого будущего для маркшейдерской науки и практики.

В рамках культурной программы XVI конгресса ISM посетили Australian institute of mine surveyors в г. Брисбен и University of Technology Sidney в г. Сидней, где познакомились с постановкой научных работ в области геодезии и маркшейдерского дела и организации подготовки специалистов с высшим образованием для горной промышленности Австралии.

В Австралии маркшейдерские профессии становятся все более унифицированными в трех крупных горнодобывающих штатах: Квинсленд (QLD), Новый Южный Уэльс (NSW) и Западная Австралия (WA). В правовом регулировании работы маркшейдеров в этих штатах играет важную координирующую роль Австралийская организация ISM.

Узбекистан нуждается в создании такой организации у себя и принятии австралийского опыта координации маркшейдерской науки и практики в масштабе всей страны, направляя эту деятельность для достижения высших целей рационального и безопасного недропользования.

Согласно Уставу заседания президиума ISM один раз в год проходит в тех странах, которые считаются благополучными с точки зрения развития горнодобывающей промышленности и их маркшейдерского обеспечения, а также организация социальной и политической стабильной жизни.

Исходя из этих критериев, президиум ISM на конкурсной основе определил места проведения ежегодных заседаний президиума: в 2017 г. заседание президиума ISM пройдет в мае месяце в столице Норвегии г. Осло, в 2018 г. – в г. Ташкенте (Узбекистан) на площадках ТашГТУ, в 2019 г. – в г. Иркутске (Россия).

Поэтому, в течение двух лет кафедре Маркшейдерского дела и геодезии ТашГТУ как основному организатору проведения заседания президиума ISM в Ташкенте следует усилить научно-исследовательскую работу, научно-методическую базу подготовки специалистов – маркшейдеров, по выполнению совместных проектов с ведущими горно-добывающими предприятиями Узбекистана и зарубежья, достойно встретить участников очередного заседания президиума ISM на узбекской земле в 2018 году.

На площадках конгресса удалось ближе познакомиться и обменяться опытом с известными учеными из Болгарии (Станислав Топалов – заведующий кафедрой маркшейдерского дела и геодезии Софийского горно-геологического университета), Китая (Dai Huayang – директор департамента Пекинского горного технологического университета), Монголии (Gilen Yondon – президент Монгольского союза маркшейдеров), Австралии (Chris Mou – директор Австралийского института маркшейдерии), российскими учеными и практиками во главе с профессором Охотиным А. Л. и др.

Конгресс определил следующие актуальные проблемы научно-технического прогресса в области маркшейдерского обеспечения рационального недропользования и совершенствованию маркшейдерских междисциплинарных связей совместного решения задач с использованием достижений геодезии, геологии, горного дела, геодинамики, геофизики, геометрии, квалиметрии, геомеханики недр, горной экологии и промышленной безопасности.

Конгресс определил следующие перспективы развития маркшейдерской науки и практики:

- совершенствование нормативно-правовой базы в национальном государственном масштабе;
- развитие теории маркшейдерских измерений с применением современных электронно-оптических приборов, лазерной и спутниковой технологии;
- расширение статуса и правовых полномочий маркшейдера в отраслях экономики национальных государств;
- теоретическое обоснование применения программных продуктов при обработке и отображении результатов маркшейдерских измерений, наблюдений и съемок на базе геометрического моделирования горных процессов;
- разработка современных норм отраслевой организации и управления маркшейдерского обеспечения процессов недропользования;
- совершенствование механизма обмена опытом между национальными организациями ISM.

Основное содержание и суть деятельности организуемого союза маркшейдеров Узбекистана должны быть направлены на координацию решения этих проблем в рамках отраслей экономики Республики Узбекистан с учетом реалий рыночной экономики

Участие в работе конгресса и его итоги создали предпосылки для сотрудничества с международными обществами в области маркшейдерии, геодезии, геомеханики и горного дела. Что способствовало содействию развития всемирного сотрудничества в области маркшейдерии путем обмена студентов, научных сотрудников и практиков между отдельными странами. Дало возможность критически оценить наши достижения и определить пути дальнейшей мобилизации собственного научного потенциала для поддержки Узбекистаном статуса члена ISM.

Сайинджосимов С.С.
заведующий кафедрой
“Маркшейдерское дело и геодезия”
ТашГТУ, профессор