

2022
Июль - Сентябрь
№ 3 (90)
Узбекистана
ГОРНЫЙ ВЕСТНИК
Узбекистана
№ 3 (90)
Июль - Сентябрь
Узбекистана
ГОРНЫЙ ВЕСТНИК
Узбекистана

Ўзбекистон

ISSN 2181-7383

КОНЧИЛИК ХАВАРНОМАСИ

3

№ 90

ILMIY-TEXNIK VA ISHLAB CHIQRARISH JURNALI Iyul - Sentabr 2022

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ГОРНЫЙ ВЕСТНИК

УЗБЕКИСТАНА



ИННОВАЦИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

normet
NORMET.COM

Серия –L в производственной линейке Normet обладает высокой производительностью и надежностью для самых тяжелых условий работ в шахтах и тоннелях.

- > Минимальный выброс выхлопных газов – чистый воздух в выработках
- > Новая усовершенствованная кабина с лучшим обзором и эргономичностью
- > Увеличенная мощность ДВС и других узлов для высокой производительности

Utimec LF 130 Material Regular

Utimec LF 130 Material Flat

Utimec LF 1000 Water

Utimec LF 1000 Fuel

Utimec LF 090 Dumper

Multimec LF 100

Utimec LF 700 Transmixer

Utimec LF 700 Agitator

Utimec LF 600 Transmixer

Utimec LF 600 Agitator

Utimec LF 500 Transmixer

Spraymec LF 050 VC



СООБЩИТЕ НАМ СВОИ ПОТРЕБНОСТИ!

Normet International Ltd.

Представительство в Республике Узбекистан, г.Ташкент, 100084, ул. А.Темуря 95А.

Тел.: +998 83 390 0799

Факс: +998 78 140 92 92

O'zbekiston

KONCHILIK XABARNOMASI

ILMIY-TEXNIK VA ISHLAB CHIQUARISH JURNALI

Ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali 1997 yil iyul oyidan chiqib boshlagan. Bir yilda to'rt marta nashr etiladi.

Ta'isichilar:

«Navoiy kon-metallurgiya kombinati» AJ, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, O'zbekiston geotexnologiya va rangli metallurgiya ilmiy-tadqiqot va qidiruv-loyihalashtirish instituti «O'zGEORANGMETLIT» MChJ

Moliyaviy qo'llab quvvatlovchilar:

«Navoiy KMK» AJ, «Olmaliq KMK» AJ, «O'zGEORANGMETLIT» MChJ

Bosh muharrir:

U.Z. Sharafutdinov

Bosh muharrir o'rinbosari:

Sh.Sh. Alikulov

Texnik va badiiy muharrir:

F.Yu. Zairova

Tahririyat Kengashi: V.A. Belin (Rossiya), A.G. Vorobiev (Rossiya), A.E. Vorobiev (Rossiya), V.E. Dementiev (Rossiya), O.V. Mishina (Germaniya), B.R. Rakishev (Qozog'iston), Z.A. Razykov (Tojikiston), I.B. Tabakman (Kanada), A.N. Shashenko (Ukraina), X.A. Akbarov (O'zbekiston), S.A. Abdurahmonov (O'zbekiston), B.V. Gulyamov (O'zbekiston), Sh.Sh. Zairov (O'zbekiston), B.F. Muhiddinov (O'zbekiston), I.T. Misliboev (O'zbekiston), A.M. Mahmudov (O'zbekiston), O.M. Mustakimov (O'zbekiston), T.I. Nurmurodov (O'zbekiston), B.R. Raimjanov (O'zbekiston), A.B. Rahmatov (O'zbekiston), M.G. Sagdieva (O'zbekiston), Q.S. Sanaqulov (O'zbekiston), N.P. Snitka (O'zbekiston), A.X. Turesebekov (O'zbekiston), X.I. Hamidov (O'zbekiston), U.A. Ergashev (O'zbekiston), M.M. Yoqubov (O'zbekiston).

Jurnal O'zbekiston Matbuot va axborot agentligida 2006 yil 13 dekabrda ro'yxatga olingan. Qayd etish guvohnomasi № 0033. ISSN 2181-7383, 2013 yil 9 iyul kuni qayta ro'yxatga olingan bo'lib qayd etish guvohnomasi № 01-22/37 S.

Jurnaldan ko'chirib bosilganda manba qayd etilishi shart

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

Tahririyat manzili:

210100, Navoiy shahri, Navoiy ko'chasi, 27 uy
NKMK Innovatsion markaz
Tel.: +99879 227-81-59

E-mail: FY.Zairova@ngmk.uz, U.Sharafutdinov@ngmk.uz

Web-sayt: <http://www.gorniyvestnik.uz>; <http://uzjournals.edu.uz/gorvest>

Muqova, dizayn, terish bo'yicha mas'ul:

F.Yu. Zairova

Jurnalning chop etilishi va elektron shaklini yangilab

boruvchi mas'ul:

U.Z. Sharafutdinov

Chop qilindi:

«NKMK JAMGARMASI» DM bosmaxonasida
210100, Navoiy shahri, Janubiy ko'chasi, 25 uy
Tel.: +99879 227-75-56

Nashr etishga 01.08.2022 y. imzolandi

A3 formatda. Adadi 100 nusxa

© O'zbekiston konchilik xabarnomasi 2022

Научно-технический и производственный журнал издаётся с июля 1997 года, выходит четыре раза в год.

Учредители:

АО «Навоийский горно-металлургический комбинат», Навоийский государственный горно-технологический университет, Узбекский научно-исследовательский и проектно-исследовательский институт геотехнологии и цветной металлургии ООО «O'zGEORANGMETLIT»

При финансовой поддержке:

АО «Навоийский ГМК», АО «Алмалыкский ГМК», ООО «O'zGEORANGMETLIT»

Главный редактор:

Шарафутдинов У.З.

Зам. главного редактора:

Аликулов Ш.Ш.

Технический и художественный редактор:

Заирова Ф.Ю.

Редакционный совет: Белин В.А. (Россия), Воробьев А.Г. (Россия), Воробьев А.Е. (Россия), Деметьев В.Е. (Россия), Мишина О.В. (Германия), Ракишев Б.Р. (Казахстан), Разыков З.А. (Таджикистан), Табакман И.Б. (Канада), Шашенко А.Н. (Украина), Акбаров Х.А. (Узбекистан), Абдурахмонов С.А. (Узбекистан), Гулямов Б.В. (Узбекистан), Заиров Ш.Ш. (Узбекистан), Мухиддинов Б.Ф. (Узбекистан), Мислибоев И.Т. (Узбекистан), Махмудов А.М. (Узбекистан), Мустакимов О.М. (Узбекистан), Нурмуродов Т.И. (Узбекистан), Раимжанов Б.Р. (Узбекистан), Рахматов А.Б. (Узбекистан), Сагдиева М.Г. (Узбекистан), Санакулов К.С. (Узбекистан), Снитка Н.П. (Узбекистан), Турсебеков А.Х. (Узбекистан), Хамидов Х.И. (Узбекистан), Эргашев У.А. (Узбекистан), Якубов М.М. (Узбекистан).

Журнал зарегистрирован в Узбекском Агентстве по печати и информации. Регистрационное свидетельство за № 0033 от 13 декабря 2006 г. ISSN 2181-7383 per. № 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
Инновационный центр НГМК
Тел.: +99879 227-81-59

E-mail: FY.Zairova@ngmk.uz, U. Sharafutdinov@ngmk.uz

Веб-сайт: <http://www.gorniyvestnik.uz>; <http://uzjournals.edu.uz/gorvest>

Обложка, дизайн, компьютерная вёрстка:

Заирова Ф.Ю.

Ответственный за публикацию и обновление электронной

формы журнала:

Шарафутдинов У.З.

Отпечатано:

в типографии ГУ «ФОНД НГМК»
210100, г. Навои, ул. Южная, 25
Тел.: +99879 227-75-56

Подписано в печать 01.08.2022 г.

Формат А3. Тираж 100 экз.

© Горный вестник Узбекистана 2022

ISSN 2181-7383



4 780010 201760 >

MUNDARIJA / ОГЛАВЛЕНИЕ

GEOTEKNOLOGIYA / GEOTEKNOLOGIYA

Тухташев А.Б., Ражабов Э.Х. Опыт проектирования и эксплуатации комплекса ЦПТ на золотосульфидном карьере Даугызтау.....	4
Халимов И.У., Каримов И.А., Шарафутдинов У.З., Мирзаев Ж.А. Исследование поведения глин в комбинированных моделях.....	8
Заирова Ф.Ю., Камолова Н.Э., Номдоров Р.У. Анализ выполненных исследований по контурному взрыванию для обеспечения устойчивости откосов уступов на карьере.....	14

GEOLOGIYA / GEOLOGIYA

Воробьев А.Е., Кожоголова Г.К. Выявление базовых механизмов и основных особенностей передвижения геомассы оползней.....	20
Сайитов С.С., Цой В.Д., Печерский Р.Д., Расулова А.В. Вертикальная минералого-геохимическая зональность и схема гипогенного минералообразования участка Джасаул.....	27
Чиникулов Г.Р., Жамалова Г.Н. Геолого-структурные условия формирования и локализации уранового оруденения песчаникового типа Балхаш-Восточнотоктынтауского рудного поля.....	34
Садыкова Л.Р., Нуртаев Д.Б. Метод комбинационного рассеяния для определения геммологических характеристик бирюзы Центральных Кызылкумов.....	37
Фатхуллаева З.М., Арипова М.К., Усманова Ш.В. Закономерности и факторы формирования золотого оруденения в Тамдытау-Бельтауском рудном районе.....	43

BOYITISH VA METALLURGIYA / БОГАЩЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ

Санакулов К., Хамидов Х.И., Фузайлов О.У., Нарзуллаев Ж.Н. Исследование изменения состава и структуры минералов в хвостах сорбции кека биоокисления в процессе обжига современными физико-химическими методами.....	46
Полванов С.К., Эргашев Н.У., Ходжиев М.Ш., Ташмуратов А.С. Исследование получения сопутствующих элементов при переработке золотосодержащих руд месторождения «Мурунтау».....	53
Ахмедов Х.И., Барановский К.Э., Улугов Г.Д., Жумаев А.А. Сравнительное исследование структуры отливок из белых износостойких чугунов.....	56
Реджепов А.А., Тоймурадова М. Поэтапное отвалообразование при отработке калийных месторождений.....	59

ILMIY-LABORATORIYA IZLANISHLARI / НАУЧНО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

Нуритдинов А.А., Мирахмедов Х.Т., Каримов К.Р., Каримова Ш.К. Увеличение производительности шаровой мельницы 3,2 X 3,1.....	62
Раупов А.А. Солеустойчивый безглинистый буровой раствор на основе отходов базальтовой фибры и арматуры.....	64
Кадырова З.Р., Курязов З.М. Перспективы использования промышленных техногенных отходов для получения керамических строительных материалов.....	68
Рашидова Р.К., Курбанов А.А., Сатторов Л.Х. Специфика переработки местных базальтов для получения фильтрующих волокнистых материалов.....	72

Музафаров А.М., Серова Е.С. Применение аналитических методов и инструментальных приборов для анализа продуктов производства золота и урана.....	76
Tojiboyev B.T. Issiqlikni saqlash qobiliyatiga ega materiallarni qo'llashda innovatsion texnologiyalardan foydalanish istiqbollari.....	80
Mardonov B.T., Toirov M.Sh. Bosim ostidagi suv quvurlariga yangi quvur tarmog'ini ulash uchun teshik o'yish qurilmasi.....	82
Mardonov B.T., Mamadiyorov M.Yu. NMZ IChB «NT-250I» dastgohi staninasining yo'naltirgichlariga supportni yig'ishdagi aniqligini tadqiq qilish.....	86
Обитов Н.М., Муминов Р.О. Нейтрализация вредного влияния примесей в литейных магниялях.....	89
Muhiddinov B.F., Olikulov F.J. Karyerlardagi avtomobil yo'llaridagi changlarni bostirish uchun preparatlar yaratish va ularni sinovdan o'tkazish tadqiqotlari.....	92

ELEKTROENERGETIKA / ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Санакулов К., Холбоев Г.О. Опыт экономии водных ресурсов при переработке золотосодержащих руд в условиях Кызылкумского региона.....	96
Taslimov A.D., Raximov F.M., Meliqo'ziyev M.V., Yuldashev A.A. Sanoat korxanasini elektr ta'minoti tizimining kompleks texnik – iqtisodiy modelini qurish.....	99
Mavlonov J.A., Mardonov D.Sh. Rudani yanchuvchi tegirmonlarni elektr energiya samadorligini oshirish usullari.....	102

EKOLOGIYA / ЭКОЛОГИЯ

Махмадали Б.Н. Совершенствование регионального эколого-экономического механизма природопользования для обеспечения устойчивого развития.....	106
--	-----

MA'LUMOT / ИНФОРМАЦИЯ

Рахматов А.Б., Абидова З.М., Икрамова Н.Д. Современные аспекты профилактики и лечения микозов стоп.....	109
---	-----

TABRIKLAR / ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Санакулов Кувондик Санакулович 65 лет.....	114
Петухов Олег Фёдорович 70 лет.....	115

REKLAMA / РЕКЛАМА

На обложке: «Normet international LTD» «INTERTECH Process Technology» Epiroc В тексте: ПО «НМЗ»	
---	--

Scientific, technical and industrial journal

The journal has been published since July 1997
comes out once every three months

Founders: Joint-stock company «Navoi Mining and Metallurgical Combine», Navoi State Mining and Technology University, Uzbek Research and Design Institute of Geotechnology and Non-Ferrous Metallurgy LLC «UZGEORANGMETLITI».

Chief Editor: **Sharafutdinov U.Z.**
Deputy Chief Editor: **Alikulov Sh.Sh.**
Technical and art editor: **Zairova F.Yu.**

Editorial Board: Belin V.A. (Mining Institute NUST MISIS, Russia), Vorobiev A.G. (Publishing house "Ore and Metals", Russia), Vorobiev A.E. (Grozny State Oil Technical University, Russia), Mishina O.V. (Engineering diverse GMBH, Germany), Dementiev V.E. (JSC "Irkutsk Research Institute of Noble and Rare Metals and Diamonds" Russia), Rakishev B.R. (Nazarbayev University, Kazakhstan), Razykov Z.A. (Mining and Metallurgical Institute of Tajikistan), Tabakman I.B. (Wenco International Mining Systems, Canada), Shashenko A.N. (National Technical University "Dnipro Polytechnic", Ukraine), Akbarov Kh.A. (Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Uzbekistan), Abdurahmonov S.A. (Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Uzbekistan), Gulyamov B.V. (State Committee for Industrial Safety of the Republic of Uzbekistan), Zairov Sh.Sh. (Navoi State Mining and Technology University, Uzbekistan), Nurmurodov T.I. (Navoi State Mining and Technology University, Uzbekistan), Muhiddinov B.F. (Navoi State Mining and Technology University, Uzbekistan), Misliboev I.T. (Navoi State Mining and Technology University, Uzbekistan), Makhmudov A.M. (Navoi State Mining and Technology University, Uzbekistan), Mustakimov O.M. (Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Uzbekistan), Raimzhanov B.R. (State Unitary Enterprise "Uzbek Scientific Research and Design and Survey Institute of Geology and Nonferrous Metallurgy "Uzgeorgantmetil", Uzbekistan), Rakhmatov A.B. (Republican specialized scientific and practical medical center for dermenovenerology and cosmetology, Uzbekistan), Sagdieva M.G. (State Enterprise "Institute of Mineral Resources", Uzbekistan), Sanakulov K.S. (Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Uzbekistan), Snitka N.P. (Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Uzbekistan), Turesebekov A.Kh. (Institute of Geology and Geophysics named after Kh.M. Abdullaev, Uzbekistan), Hamidov X.I. (Navoi State Mining and Technology University, Uzbekistan), Ergashev U.A. (Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Uzbekistan), Yakubov M.M. (Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Uzbekistan).

The journal is registered in the Uzbek Agency for Press and Information. Registration certificate number 0033 from December 13, 2006 ISSN 2181-7383 reg. No. 01-22 / 37 S dated July 09, 2013.

At a reprint of materials reference to the journal is required.

The accuracy of the facts and the accuracy of the information are the responsibility of the authors.

Editorial address: 210100, Navoi, st. Navoi 27, Innovation center JSC «NMMC».

Tel.: +99879 227-81-59

E-mail: FY.Zairova@ngmk.uz, U.Sharafutdinov@ngmk.uz

Web site: <http://www.gorniyvestnik.uz>; <http://uzjournals.edu.uz/gorvest>

Indexing: Ulrich's Periodicals Directory.

Printed: in the printing house «FUND NMMC» 210100, Navoi, st. Yujnaya, 25.

Tel.: +99879 227-75-56

CONTENTS

GEOTECHNOLOGY

- Khalimov I.U., Karimov I.A., Sharafutdinov U.Z., Mirzaev Zh.A. Investigating clay behavior in combined models..... 8
- Zairova F.Yu., Kamolova N.E., Nomdorov R.U. Analysis of studies conducted on contour blasting for the stability of embankment slopes in open quarries..... 14

GEOLOGY

- Vorobyov A.E., Kozhogulova G.K. Identification of basic mechanisms and main features of landslide geomass movement..... 20

ENRICHMENT AND METALLURGY

- Sanakulov K., Khamidov Kh.I., Fuzailov O.U., Narzullaev Zh.N. Investigation of the changes in the composition and structure of minerals in the roasting process of bio-oxidation cake sorption tails by modern physico-chemical methods..... 46
- Polvanov S.K., Ergashev N.U., Khodjiev M.Sh., Tashmurotov A.S. Investigation of recovery of trace elements in the processing of gold-bearing ores from the muruntau deposit..... 53
- Rejepov A.A., Toymuradova M. Staged dump formation during the development of potash deposits..... 59

SCIENTIFIC LABORATORY RESEARCH

- Raupov A.A. salt-resistant clay-free drilling fluid based on residues of basalt fibre and reinforcements..... 64

CONGRATULATIONS

- Sanakulov Kuvondik Sanakulovich 65 years old..... 114
- Petukhov Oleg Fedorovich 70 years old..... 115

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПЛЕКСА ЦПТ НА ЗОЛОТОСУЛЬФИДНОМ КАРЬЕРЕ ДАУГЫЗТАУ



Тухташев А.Б.,
заведующий кафедрой «Горное дело»
НГТГУ, д.т.н., доцент



Ражабов Э.Х.,
инженер горной группы
Центрального проектного бюро АО «НГМК»

Maqolada chuqur karerlarda SOT majmuasini loyihalash va ishlatish tajribasi ko'rib chiqilgan. Bunday sharoitda kon tizimlarini shakllantirish shartlari va parametrlarini asoslash bilan siklli oqim texnologiyasiga (SOT) o'tish muhim ilmiy va amaliy vazifa ekanligi ko'rsatib berilgan. Avtomobil va konveyerli transport turlarining iqtisodiy samaradorligi, afzalliklari va kamchiliklari taqqoslab tahlil qilingan.

Dovgiztov oltin-sulfidli kareri misolida siklli oqim texnologiyasiga xavfsiz o'tishni belgilaydigan shartlar aniqlandi.

Tayanch iboralar: *karyer, siklli oqim texnologiyasi, tog'-kon tizimlari, Dovgiztov koni, iqtisodiy samaradorlik.*

В статье рассмотрен опыт проектирования и эксплуатации комплекса ЦПТ на глубоких карьерах. Показано, что в таких условиях переход на циклично-поточную технологию (ЦПТ) с обоснованием условий и параметров формирования горнотехнических систем является важной научно-практической задачей. Проанализированы сравнения экономической эффективности, достоинства и недостатки автомобильного и конвейерного видов транспорта.

Определены условия, определяющие безопасный переход на циклично-поточную технологию, на примере золотосульфидного карьера Даугызтау.

Ключевые слова: *карьер, циклично-поточная технология, горнотехнические системы, Даугызтауское месторождение, экономическая эффективность.*

В настоящее время чётко прослеживается тенденция увеличения глубины отработки месторождений полезных ископаемых открытым способом. Соответственно, с понижением глубины ведения горных работ происходит рост издержек, что в первую очередь, связано с увеличением расстояния транспортирования горной массы автомобильным транспортом.

Доля затрат на транспортирование горной массы достигает 70% от общих затрат на горных работах [1-2]. Кроме того, карьерный транспорт является основным источником воздействия на окружающую среду за счет высоких выбросов отработанных газов в атмосферу, запыления поверхности автодорог, перевозимой горной массы.

Таким образом, меры направленные на снижение себестоимости транспортировки горнорудной массы на открытых горных работах являются приоритетной задачей горнодобывающей промышленности.

Внутри карьера технологические грузы перемещаются по горизонтальным и слабонаклонным трассам, а также дорогам с крутыми углами наклона, с виражами и поворотами, что приводит к повышенному износу транспортных средств.

По принципу действия различают транспорт прерывного (циклического) и непрерывного (поточного) действия, по характеру работы: подвижный (мобильный) и стационарный, полустационарный [3].

Из средств непрерывного действия, основным преимуществом которых является независимость производительности от длины транспортирования, что является весьма важным при работе карьеров, выделяется конвейерный транспорт. Практика горных работ свидетельствует о высоких преимуществах конвейерной технологии при отработке глубоких горизонтов карьера.

Примером этому может послужить опыт карьера Мурунтау, в котором в начале 80-х годов успешно внедрен комплекс ЦПТ с тремя перегрузочными пунктами с системой наклонных конвейеров, установленных с углом наклона до 180° на Южном борту карьера.

В дальнейшем увеличение доли перевозки горной массы, в её различных вариациях (пустая порода, минерализованная масса, забалансовая руда и др.) конвейерами в общем грузопотоке карьера стало основной концепцией решения проблемы транспорта при строительстве IV очереди карьера Мурунтау до глубины 600 м предусматривающее строительство уникального крутонаклонного конвейера КНК-270, установленного на Восточном борту карьера гор. +285 м под углом 370°. Проектная производительность конвейера составляет 14 млн. т руды в год, вертикальный подъем 270 м.

В последующем, в рамках развития горных работ в границах IV очереди карьера Мурунтау спроектировано и реализовано несколько локальных проектов по переносу ДПП, удлинению конвейерных линий комплексов ЦПТ и др.

Циклично-поточная технология.

Перспективность перехода на циклично-поточную технологию (ЦПТ) отмечается в работах многих авторов [4]. Основные вопросы циклично-поточной технологии рассмотрены в трудах Мельникова Н.В., Ржевского В.В., Трубецкого К.Н., Васильева М.В. и др.

При переходе на ЦПТ в границах карьера размещаются дробильно-перегрузочные пункты (ДПП) с дальнейшей транспортировкой горной массы на поверхность конвейерным транспортом. Доставка горной массы до ДПП осуществляется автомобильным транспортом по коротким карьерным маршрутам (до 2-2,5 км).

Очевидно, что при определении местоположения конвейерных систем предпочтительно ориентироваться на нерабочие участки карьера или участки, имеющие наибольший срок стояния без капи-

Таблица 1

Технико-экономические характеристики звеньев комплекса ЦПТ карьера Даугызтау

Питатель типа ПЛМ-2000	
Производительность, <i>т/ч</i>	2300
Скорость ленты, <i>м/с</i>	0,5
Угол наклона питателя, °	180
Мобильно-дробильная установка LT-160	
Загрузочное отверстие, <i>мм</i>	1600x1200
Производительности, <i>т/час</i>	1000-1600
Крупность дробления, <i>мм</i>	от 1050-140
Рабочий размер разгрузочной щели, <i>мм</i>	120
Магистральный конвейер	
Производительность, <i>м³/ч</i>	2000
Скорость ленты, <i>м/с</i>	3,15
Угол наклона конвейера максимальный, °	150
Ширина ленты, <i>мм</i>	1200
Промежуточный конвейер (кузнечик)	
Скорость ленты, <i>м/с</i>	3,5-3,6
Ширина ленты, <i>мм</i>	1200
Отвалообразователь ОГ-5100-37-1200 на базе экскаватора ЭКГ-8	
Техническая производительность, <i>т/ч</i>	5100
Скорость движения ленты, <i>м/с</i>	3,95
Ширина ленты, <i>мм</i>	1200

тального ремонта, значительные пространственные размеры и возможность увеличения ёмкости приемных пунктов.

Автоматизация управления параметрами горных работ в зоне планируемого размещения комплекса ЦПТ позволит создать безопасные условия при строительстве и эксплуатации комплекса, оптимизировать объемы горно-капитальных работ, обеспечить подъезд к дробильным машинам по кратчайшим внутрикарьерным маршрутам. Особое внимание здесь следует обратить на следующие параметры горнотехнических систем: ширина и угол наклона траншеи (бермы) для размещения конвейеров, линейные параметры площадки для размещения дробильных машин и площадки разгрузки автосамосвалов в бункер, размеры и габариты приёмного бункера, высота и угол наклона уступов в районе размещения комплекса ЦПТ, ширина предохранительной бермы, вид системы и способ управления качеством рудопотоков.

С точки зрения обеспечения длительной устойчивости формируемых горнотехнических конструкций, определяющим фактором будет процесс подготовки пород к выемке. Управление параметрами буровзрывных работ позволит обеспечить максимальную сохранность законтурного массива горных пород и, как следствие, исключить сооружение подпорных стен в районе размещения дробильных машин, минимизировать решения и затраты по укреплению откосов уступов. К особенностям здесь следует отнести часто «нестандартную» конфигурацию взрывааемых блоков, связанную с необходимостью формирования площадок особой формы для размещения оборудования поточной части, а также стеснённые условия выполнения работ.

Особенно важен вопрос обоснования параметров взрывных работ при строительстве и эксплуатации комплекса ЦПТ. Размещение массивного полустационарного оборудования в границах карьера создаёт значительные риски его повреждения при взрывных работах. Кроме управления параметрами непосредственно взрывных работ на стадии горно-капитальных работ, необходимо определить минимальное расстояние от взрывных работ будущим периодов до оборудования. Уменьшение данного параметра позволит сократить объем и затраты на ведение горно-капитальных работ.

На подавляющем большинстве карьеров горные работы ведутся без учета комбинированного транспорта в будущем, требуется значительный ресурс на изменение конфигурации горных работ под размещение нового оборудования, технологии работы, на организационную перестройку [3]. Горнодобывающим предприятиям требуется время для наработки нового опыта. Переход на ЦПТ вносит значительные изменения во всех направлениях деятельности горнодобывающих предприятий. В условиях постоянно усложняющихся условий производства работ (увеличение глубины, сложные горно-геологические условия), от успешного решения данных задач зависит жизнеспособность горнодобывающих предприятий.

Все данные аргументы показывают важность и актуальность решения поставленных задач [4].

Идея заключается в возможности оптимизации горно-капитальных работ при строительстве комплекса ЦПТ и повышении эффективности его эксплуатации за счет обоснования условий и параметров формирования комплекса ЦПТ на борту карьера.

Объектом исследования являются карьеры и разрезы, работающие или планирующие переход на ЦПТ, технологические параметры горнотехнических систем.

Предмет исследования – связь параметров производства горных работ с эффективностью строительства и эксплуатации комплекса ЦПТ [5].

Проект циклично-поточной технологии Даугызтауского месторождения.

Опыт эксплуатации карьера Даугызтау показывает, что высокая интенсивность разработки месторождения приводит к значительному увеличению глубины карьера, что, наряду с применением цик-

личного транспортного оборудования, является основной причиной резкого ухудшения горнотехнических и технико-экономических показателей открытой разработки, обусловленной увеличением расстояния транспортировки и объема горной массы, увеличением доли подъемных участков.

Ситуация на карьере Даугызтау усугубляется еще и тем, что в новых контурах финальной формы карьера попадает часть ранее заскладированных отвалов пустых пород, которые необходимо перемещать за пределы проектного контура.

В настоящее время все близлежащие отвальные площадки карьера Даугызтау заполнены, фактическое среднее расстояние транспортировки вскрышной породы и горнорудной массы составляет 2,4 км, до конца 2022 г. ожидается 3 км, и в перспективе среднее расстояние транспортировки будет составлять 4-5 км. Увеличение объема выемки горной массы и расстояния транспортирования требует приобретения дополнительного количества автосамосвалов, тем самым, увеличивая потребление дорогостоящего и дефицитного дизельного топлива.

Вместе с тем, мировой опыт эксплуатации глубоких карьеров, в т. ч. карьера Мурунтау показывает, что основным направлением научно-технического прогресса при разработке глубоких карьеров является внедрение циклично-поточной технологии (ЦПТ) – комбинированного автомобильно-конвейерного транспорта.

При циклично-поточной технологии автомобильный транспорт используется в качестве сборочного внутри карьера, эффективность работы которого предопределяется небольшой длиной транспортирования, а выдача горной массы из карьера осуществляется эффективным конвейерным транспортом.

Следует также отметить, что в АО «НГМК» накоплен огромный опыт по проектированию, строительству и эксплуатации комплексов ЦПТ. Кроме этого вспомогательные подразделения НГМК (ПО НМЗ, ремонтные цеха и т.п.) наладили производство по изготовлению отдельных элементов, узлов, запчастей, комплектующих комплекса ЦПТ.

Вместе с тем строительство, и эксплуатация комплексов ЦПТ сопряжено с рядом сложностей, к наиболее важным из них относятся: обеспечение согласованной работы технологических подсистем комплекса (экскаваторы, автосамосвалы, перегрузочные пункты, конвейерная система, отвалообразователь); необходимость обеспечения четко налаженной системы ремонта комплекса и т.п.

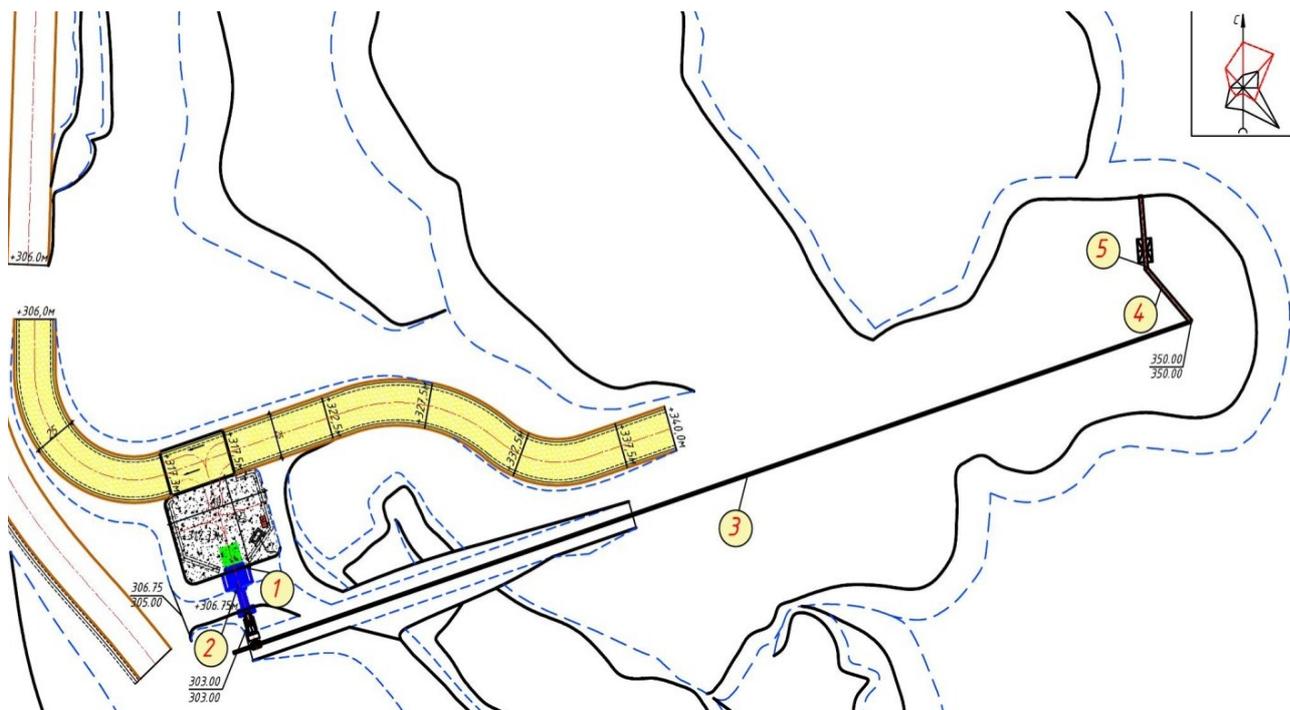


Рис. 1. План расположения комплекса ЦПТ на восточном борту карьера Даугызтау: 1 – приёмный бункер с питателем ПЛМ-2000; 2 – дробильная установка; 3 – магистральный конвейер; 4 – промежуточные конвейера (кузнечики); 5 – отвалообразователь на базе экскаватора ЭКГ-8

Так на руднике Даугызтау в 2017 г. на восточном фланге карьера Даугызтау возле капитальной траншеи построен дробильно-перегрузочный пункт и конвейерная линия для транспортировки вскрышных пород.

Согласно утвержденной компоновочной схеме комплекс ЦПТ карьера Даугызтау состоит из двух звеньев:

1. Циклического звена. Существующий автотранспорт, представленный карьерными самосвалами типа БелАЗ-7555 и БелАЗ-7558 грузоподъемностью соответственно 55 т и 90 т;

2. Поточного звена. Приёмный бункер – питатель – дробильная установка – магистральный конвейер – промежуточные конвейера (кузнечики) – штабелеукладчик типа TeleStacker.

В последующем штабелеукладчик TeleStacker исключается из технологической схемы, для укладки поступающей от конвейерной линии пустых пород, используется отвалообразователь сконструированный в комбинате на базе (ходовая тележка) экскаватора ЭКГ-8.

Место заложения трассы конвейера и направление транспортирования вскрышной породы и горнорудной массы выбрано с учё-

Расчет экономического эффекта от эксплуатации комплекса ЦПТ на руднике Даугызтау

Таблица 2

Наименование	Ед. изм.	По факту за 2020 г.			По факту за 2021 г.			Прогноз на 2022 г.		
		При работе ЦПТ	Без ЦПТ	Эффект от эксплуатации ЦПТ (экономия)	При работе ЦПТ	Без ЦПТ	Эффект от эксплуатации ЦПТ (экономия)	При работе ЦПТ	Без ЦПТ	Эффект от эксплуатации ЦПТ (экономия)
Плановая производительность ЦПТ	т·м ³ /сут	8,0	–	–	8,0	–	–	8,0	–	–
Объем транспортирования горной массы	т·м ³	1 298,9	1 298,9	–	1 401,4	1 401,4	–	2 920,0	2 920,0	–
Среднее расстояние	км	1,2	1,2	–	1,5	1,5	–	2	2	–
Объёмный вес	т/м ³	2,65	2,65	–	2,65	2,65	–	2,65	2,65	–
Грузооборот	тыс. т·км	4 450,466	4 887,799	–	5 636,139	6 090,484	–	12 767,700	14 160,540	–
Кап. вложения	тыс. сум.	–	37 200 000	–	0	42 000 000	–	0	112 000 000	–
Автосамосвалы	тыс. сум.	–	37 200 000	–	–	42 000 000	–	–	112 000 000	–
Кол-во а/с на приобретения	шт.	–	3	–	–	3	–	–	7	–
Необходимая численность	чел.	53	14	–	53	14	–	53	33	–
Всего затрат	тыс. сум.	17 612 348,2	18 587 892,3	-975 544,1	20 742 589	22 925 866,5	-2 183 277,5	31 473 924,4	60 876 224,2	-29 402 299,8

Таблица 3

Расчет материальных затрат эксплуатации ЦПТ на руднике Даугызтау

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	По факту за 2020 г.			По факту за 2021 г.			Прогноз на 2022 г.		
			При работе ЦПТ	Без ЦПТ	Эффект от эксплуатации ЦПТ (экономия)	При работе ЦПТ	Без ЦПТ	Эффект от эксплуатации ЦПТ (экономия)	При работе ЦПТ	Без ЦПТ	Эффект от эксплуатации ЦПТ (экономия)
1.	Материальные затраты:	тыс. сум.	8 489 647	8560 264,3	-70 617,5	8 214 016	11 322 739,0	-3 108 723,0	12 025 965,4	31 891 697,7	-19 865 732,2
	в т. ч. электроэнергия	тыс. кВт·ч	2 771,513	–	2 771,5	2 700,278	–	2 700,3	6 672,200	–	6 672,2
		тыс. сум.	1 145 899,3	–	1 145 899,3	1 169 749,0	–	1 169 749,0	3 634 854,4	–	3 634 854,4
	дизтопливо	т	–	556,4	-556,4	–	630,0	-630,0	–	1 542,6	-1 542,6
		тыс. сум.	–	4 206 592,0	-4 206 592,0	–	5 418 339,0	-5 418 339,0	–	18 981 362,0	-18 981 362,0
	автошины	шт.	–	10	-10,0	–	12	-12,0	–	29	-29,0
		тыс. сум.	–	1 660 725,0	-1 660 725,0	–	2 097 612,0	-2 097 612,0	–	5 417 098,5	-5 417 098,5
2.	Затраты на оплату труда	тыс. сум.	3 105 370,6	1 462 614,3	1 642 756,3	4 031 749,0	1 719 756,7	2 311 992,3	7 231 200,0	4 567 836,2	2 663 363,8
3.	Соц. налог	–	366 966,1	175 513,7	191 452,4	468 387,0	206 370,8	262 016,2	867 744,0	548 140,3	319 603,7
4.	Амортизации основных фондов	–	679 027,9	7 440 000,0	-6 760 972,1	403 619,0	8 400 000,0	-7 996 381,0	470 580,0	22 400 000,0	-21 929 420,0
5.	Прочие затраты	–	4 971 336,8	949 500,0	4 021 836,8	7 624 818,0	1 277 000,0	6 347 818,0	10 878 435,0	1 468 550,0	9 409 885,0
6.	Затраты на 1 м ³ транспортировки	сум.	13 559,33	14 310,38	-751,05	14 801,33	16 359,26	-1 557,93	10 778,74	20 848,02	-10 069,28
7.	Затраты на 1 т/км транспортировки	сум.	3 957,42	3 802,92	154,50	3 680,28	3 764,21	-83,93	2 465,12	4 299,00	-1 833,88

том благоприятных условий рельефа поверхности под размещение отвалов пустых пород.

Расчетная годовая производительность комплекса ЦПТ карьера Даугызтау составляет до 3 млн. м³ вскрышной породы (объем указан в целике).

Для подъема вскрышной массы до разгрузочной площадки с гор. +306 м выполняется транспортный съезд шириной 25 м, позволяющий также сквозной (минуя комплекс ЦПТ) провоз автосамосвалами пустой породы на отвал.

Разгрузочная площадка служит для организации маневра (разгрузка, ожидание и т. п.) автосамосвалов, размер площадки 50х60 м. Верхняя отметка площадки +317,3 м.

Портал (подпорная стенка) выполнена в безфундаментном исполнении из металлоконструкций.

Бункер размером 9500х11000 мм выполнен из металлоконструкций, установка бункера также предусмотрена в безфундаментном исполнении. Питатель ПЛМ-2000 служит для непрерывной подачи пустой породы из бункера на дробилку. Производительность питателя 2300 т/ч, скорость ленты 0,5 м/с, угол наклона питателя 180, масса 118 000 кг.

Мобильная дробильно-перегрузочная установка LT-160 на базе щековой дробилки Nordberg C160. Загрузочное отверстие 1600х1200 мм. Дробилка дробит породу крупностью до 140 мм. Предел регулирования разгрузочной щели 110-250 мм. Рабочий размер разгрузочной щели – 120 мм.

Технико-экономические характеристики звеньев комплекса ЦПТ карьера Даугызтау приведены в табл. 1.

План расположения комплекса ЦПТ на восточном борту карьера Даугызтау представлен на рис. 1.

Технико-экономические показатели эксплуатации комплекса ЦПТ на руднике Даугызтау приведены в табл. 2 и 3.

Опыт проектирования и эксплуатации комплекса ЦПТ на карьере Даугызтау показал техническую возможность и экономическую целесообразность развития комбинированного автомобильно-конвейерного транспорта при строительстве III очереди строительства карьера.

Экономический эффект от эксплуатации комплекса ЦПТ на руднике Даугызтау в 2020 г. составил 975 544 тыс. сум., в 2021 г. до 2 183 277 тыс. сум., при этом было сэкономлено на приобретение автосамосвалов в количестве 3 ед. По итогам 2022 г. экономический эффект ожидается в размере до 29 402 299 тыс. сум., что равноценно исключению из бюджета предприятия приобретения 7 ед. карьерных автосамосвалов.

Следует также отметить, что одним из основных сдерживающих факторов расширения масштабов внедрения конвейерного транспорта является дороговизна и сложность действующей системы процедур приобретения отвалообразователя.

Уместно напомнить, что значительная часть металлоконструкций комплекса ЦПТ, такие как бункер, портал в металлическом исполнении, питатель, конвейерные стawy и др. изготавливаются в ПО «НМЗ» АО «НГМК». Поэтому освоение в ПО «НМЗ» АО «НГМК» производства средних отвалообразователей дало бы мощный импульс развитию технологии ЦПТ в открытых разработках АО «НГМК».

Библиографический список:

1. Ржевский В.В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. – 3-е изд., перераб. и доп. – М: Наука, 1980. – 631 с.
2. Ржевский В.В. Процессы открытых горных работ. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1978. – 541 с.
3. Ржевский В.В., Истомин В.В., Супрун В.И. Комплексы оборудования и вскрытие рабочих горизонтов мощных глубоких карьеров. // Горный журнал. – Москва, 1982. – №11. – С. 27-30.
4. Анистратов Ю.И. Исследование технологических грузопотоков на карьерах со скальными породами: Автореф. дисс... д-ра. техн. наук. – М., 1970. – 42 с.
5. Васильев М.В. Транспорт глубоких карьеров. – М.: Недра, 1983. – 295 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ГЛИН В КОМБИНИРОВАННЫХ МОДЕЛЯХ



Халимов И.У.,
заведующий кафедрой
«Техника и технологии добычи и переработки руд редких и радиоактивных металлов» НГГТУ, к.т.н., доцент



Каримов И.А.,
начальник
учебно-методического отдела,
PhD



Шарафутдинов У.З.,
заместитель начальника
Инновационного центра по внедрению
новых технологий, д.т.н., доцент



Мирзаев Ж.А.,
инженер
Управления инвестиций
АО «НГМК»

Maqolada uranni cho'kindi konlardan yer ostida ishqorlash jarayonida gillarning xatti-harakatlarining turli jihatlari bo'yicha laboratoriya tadqiqotlari natijalari keltirilgan. Loy materiallarining bir qator turlariga turli xil jarayon omillarining ta'siri ko'rib chiqiladi: erituvchining tabiati va kontsentratsiyasi, aloqa vaqti, uran tarkibi va asosiy texnologik ko'rsatkichlar: uran va erituvchi iste'moli harakati. Filtrlash usulida yuvish sharoitida uranni gillardan kontaktga yaqin qatlamlardan ajratib olish mumkinligi ko'rsatilgan.

Tayanch iboralar: gil, qum, uran, yer ostida ishqorlash, filtrlash, eritma.

В работе изложены результаты лабораторных исследований по различным аспектам поведения глин в процессе подземного выщелачивания урана из осадочных месторождений. На ряде типов глинистых материалов рассмотрено влияние различных факторов процесса: природа и концентрация растворителя, времени контакта, содержания урана и на основные технологические показатели: поведение урана и расход растворителя.

Показано, что в условиях фильтрационного выщелачивания извлечение урана из глин может происходить из приконтактного слоя.

Ключевые слова: глина, песок, уран, подземное выщелачивание, фильтрация, раствор.

Изучение поведения глин в системе: безрудная глинистая порода – рудная проницаемая порода.

С целью изучения поведения глин при фильтрационном выщелачивании имитировался горизонт, сложенный рудными песками месторождения «Сабырсай» и перекрытый снизу и сверху безрудными глинистыми пластами. В качестве последних, использовалась проба местной глины. Основные модели представлены в *табл. 1*.

Методика исследования состояла в следующем. Первоначально в пласт подавали раствор серной кислоты 100 г/л; эта концентрация была выбрана с целью форсировать процесс «закисления», и избежать бикарбонатного выщелачивания урана. Спустя 23 сут концентрация кислоты была снижена до 20 г/л и поддерживалась на этом уровне до конца опыта. Процесс осуществлялся по замкнутому циклу: после сорбции урана на смоле ВО-020 растворы доукреплялись по кислоте и направлялись снова в модель.

С целью наблюдения за формированием растворов и изменением кислотности по длине модели были установлены 5 штуцеров с интервалом 500 мм, из которых периодически отбирались пробы (*рис. 1*).

Для определения величины поглощения урана в подстилающие и покровные глинистые пласты дважды отбирались пробы в торцевых и средней частях модели; отбор проб проводился по-слойно, пробы анализировались на содержание урана. Общая продолжительность процесса выщелачивания составляла 446 сут. За этот период пропущено 170, 2 л раствора кислоты, что по отношению к рудному слою равно Ж:Т = 1,07. При значении напорного градиента равного 0,124. Средний дебет раствора равнялся 390 мл/сут, а среднее время контакта раствора в модели 50 сут. Характер изменения концентрации урана в продуктивных растворах отображен на *рис. 2*.

Из *рис. 2* видно, что выходная кривая содержания урана имеет четко выраженный максимум, отвечающий значению 9,62 г/л урана; это соответствует отношению Ж:Т = 0,1. При Ж:Т ≥ 0,2 кривая концентрация урана в растворе выполаживается, отмечается постепенное снижение содержания урана продуктивных растворах. К этому периоду заканчивается процесс фильтрационного выщелачивания и начинает происходить процесс диффузионного извлечения поглощенного урана. Об этом свидетельствует анализ растворов, отобранных из штуцеров в различные периоды времени.

На первом этапе растворы серной кислоты по мере перемещения по пласту выщелачивают уран, образуя высокие его содержания (до 10 г/л). Эти условия являются наиболее благоприятными для энергичного поглощения урана перекрывающими глинистыми пластами. В последующем при снижении концентрации урана в фильтрующем растворе создаются условия для обратного процесса – перевода поглощенного урана в фильтрационный поток.

Таблица 1

Основные параметры таблицы

Наименования	Ед. изм.	Размер
Длина модели	мм	3050
Ширина модели	мм	280
Высота модели	мм	250
Вес руды	кг	157
Содержание урана в руде	%	0,144
Объем воды в порах	л	19,24
Пористость руды	%	38,0
Вес покровного слоя (10 см)	кг	120
Вес подстилающего слоя (4 см)	кг	48
Объемный вес глины	г/см ³	1,5
Площадь контакта каждого слоя глины	м ²	0,84

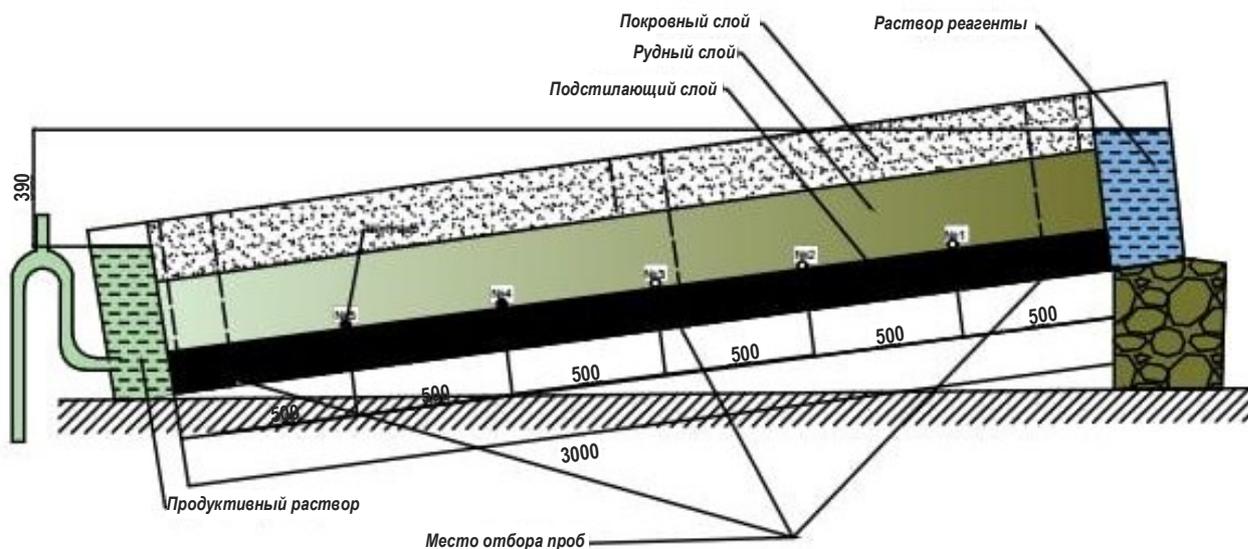


Рис. 1. Схема модели для исследования процесса проведения глин при фильтрационном выщелачивании

Уже на 60-80 суток (рис. 3), от начала опыта характер кривых изменения концентрации указывает на завершение фильтрационного выщелачивания и начало извлечения урана из глинистых пластов.

Для объяснения динамики нарастания содержания урана по длине модели необходимо было проанализировать результаты первого опробования рудного слоя и покровного глинистого пласта. Это опробование проводилось на 125 сут.

За указанный период выщелачивание урана из рудного слоя практически закончилось: остаточное содержание урана на выходе, середине и выходе соответственно составило: 0,002; 0,004 и 0,026%. Общее извлечение по рудному слою равнялось $\approx 92\%$. Однако, к этому моменту извлечение урана по растворам было равно всего лишь 55,5%. Следовательно, за 125 сут с начала процесса выщелачивания в перекрывающих глинистых пластах и в поровом растворе руды, оказалось около 33% урана от общего его количества в исходной руде (процесс извлечения урана из глин начался значительно раньше). Благодаря стадии активного поглощения урана в указанных условиях происходит естественное нивелирование его концентрации на определенном уровне в продуктивных растворах при последующем диффузионном выщелачивании. Это обстоятельство играет положительную роль при отработке промышленных участков, исключая резкие колебания в содержании урана в выходных растворах, особенно на последних стадиях фильтрационного выщелачивания. Распределение урана по отдельным разновидностям пластов, слагающих модель с учетом извлеченного урана, по состоянию на 125 суток от начала выщелачивания, приведено в табл. 2.

Перемещение поглощенного урана при диффузионном выщелачивании вглубь пласта при неограниченной мощности его, приводит к безвозвратным потерям урана.

На втором этапе (от 125 до 446 сут) происходило «чисто» диффузионное выщелачивание и отмывка урана из рудного слоя (рис. 4). Содержание урана в выходных растворах за этот период уменьшилось с 0,996 до 0,190 г/л. Коэффициент диффузионного выщелачивания снизился от 0,2 до 0,05 г/м² в сут. Динамика изменения концентрации урана за этот период наглядно видна на рис. 3, в.

После окончания работы модели было проведено второе поспойное определение урана в различных частях модели. Баланс по урану к моменту завершения процесса приведен в табл. 3.

Из табл. 2 и 3 видно, что за период с 125 до 446 суток извлечение урана главным образом происходило за счет диффузионного

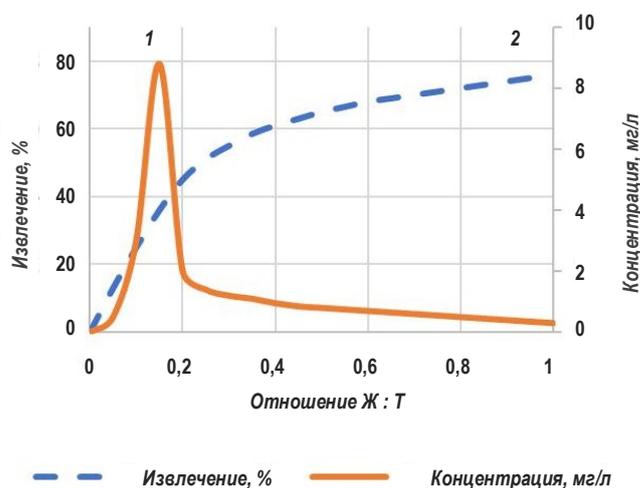


Рис. 2. Зависимость концентрации урана в растворе и его извлечения от продолжительности: 1 – концентрация урана в растворе; 2 – извлечение урана в раствор

выщелачивания: степень извлечения урана увеличилась благодаря переносу урана из глин до 12%. Отмывка урана из рудного слоя и дополнительное выщелачивание позволило повысить извлечение на 9%. В итоге примерно за 15 месяцев.

Характер распределения урана по глубине образца к моменту окончания опытов свидетельствует о протекании одновременно двух процессов: извлечение урана из глин в фильтрационный поток и дальнейшее перемещение урана вглубь пласта. Распределение урана в глинах неравномерное. У выхода растворов в пластах покрывающих пород среднее содержание урана составило всего 0,015%, в средней части модели – 0,02% и у выхода растворов – 0,033%. Соответственно кислотность фильтрующего раствора изменилась и глубина «проработанности» пластов: наименьшая величина ее отмечается на выходном сечении 5-6 см, и максимальная у входа раствора 9-10 см.

Эти данные указывают на целесообразность применения в данном случае реверсирования потока через определенный промежуток времени при условии взаимозаменяемости скважин на про-

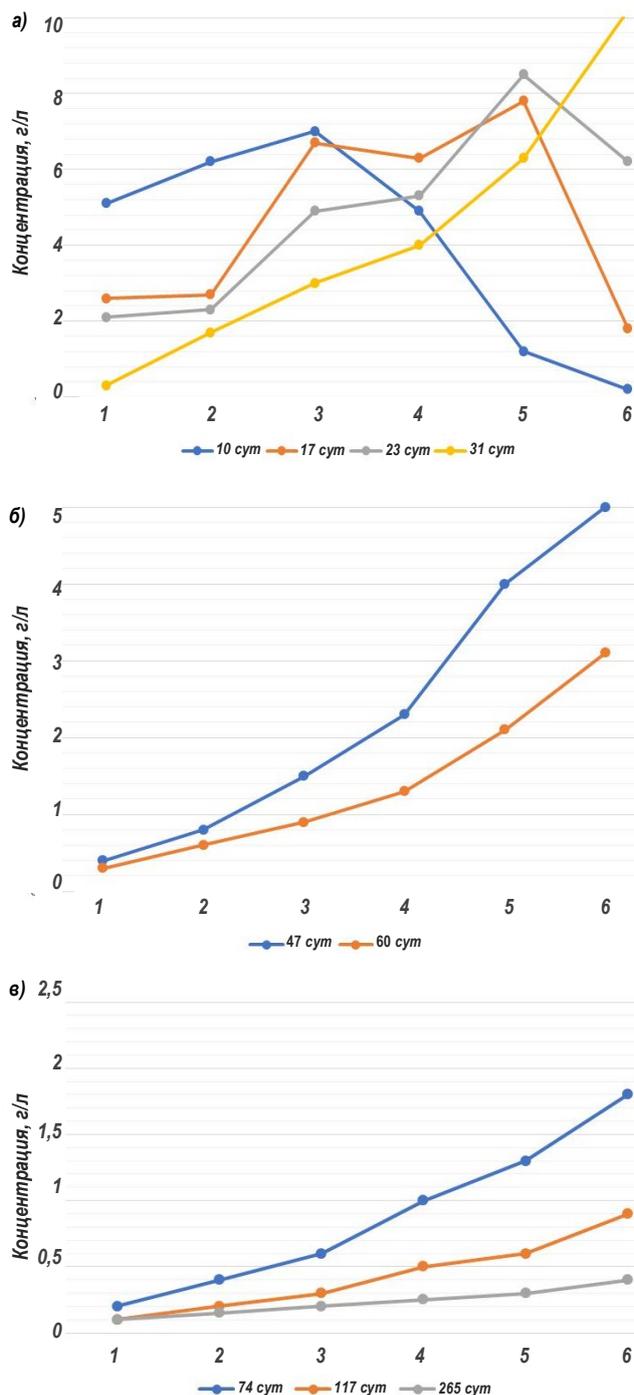


Рис. 3. Динамика формирования продуктивных растворов по длине модели в различные периоды времени (а, б, в)

мышленных полигонах. Можно полагать, что при этом потери урана на участках поступления растворов и выходе сравняются и будут минимальными. Это положение, однако, нуждается в экспериментальной проверке.

Таким образом, исследования на укрупненных моделях в комбинированных условиях в системе безрудная глина – рудный песок подтверждают все основные выводы и закономерности, установленные на небольших моделях, по процессам диффузионного выщелачивания и поглощения.

Таблица 2
Распределение урана по отдельным разновидностям пластов с учетом извлеченного урана

Наименование	Кол-во урана, г	Содержание от общего количества в руде, %
Получено урана с продуктивными растворами	125,74	55,5
Осталось в рудном слое	17,3	7,65
Осталось в пороговом растворе руды	8,1	3,54
Поглощено в покровный слой	37,4	16,5
Поглощено в подстилающий слой *	37,4	16,5
Итого:	225,97	99,7

*Количество урана в подстилающем слое не анализировалось и условно принято равным количеству в покровной глине

Таблица 3
Баланс по урану в модели к моменту завершения опыта (446 сут)

Наименование	Кол-во урана, г	Содержание от общего количества в руде, %
Получено урана с продуктивными растворами	178,06	78,5
Осталось в рудном слое	5,7	2,3
Осталось в пороговом растворе руды	0,5	0,2
Осталось в покровный слой	29,8	13,2
Осталось в подстилающий слой	16,5	7,8
Итого:	225	100,0

Таблица 4
Основные параметры модели

№ п/п	Наименование	Единица измерений	Модель 1	Модель 2
1.	Мощность рудного глинистого слоя	см	1,6	3,2
2.	Содержание урана	%	0,169	0,168
3.	Количество урана в слое	г	10,9	21,8
4.	Мощность рудного песчаного слоя	см	3,5	3,5
5.	Содержание урана	%	0,245	0,245
6.	Количество урана в слое	г	48	48
7.	Мощность безрудного глинистого слоя	см	4,9	3,3
8.	Общее количество урана по всем слоям	г	58,9	69,8

Исследование поведения глин в системе: рудная глина – безрудная глина – рудный песок.

Изучение сложной системы состоящей из рудной глины (нижний водоупор), безрудной глины (верхний водоупор) и рудного слоя, преследовало цель оценить миграцию урана в рудные и безрудные слои глины при фильтрационном выщелачивании, определить характер урана при совместном протекании фильтрационного и диффузионного процессов и установить влияние мощности рудного глинистого слоя на динамику диффузионного выщелачивания. Исследования проводились на двух моделях из органического стекла с размерами 1870x150x100 мм (рис. 5).

Характеристика основных составляющих модели показаны в табл. 4, видно, что обе модели отличаются друг от друга лишь мощностями рудных и безрудных перекрывающих глин и как следствие этого общим содержанием урана.

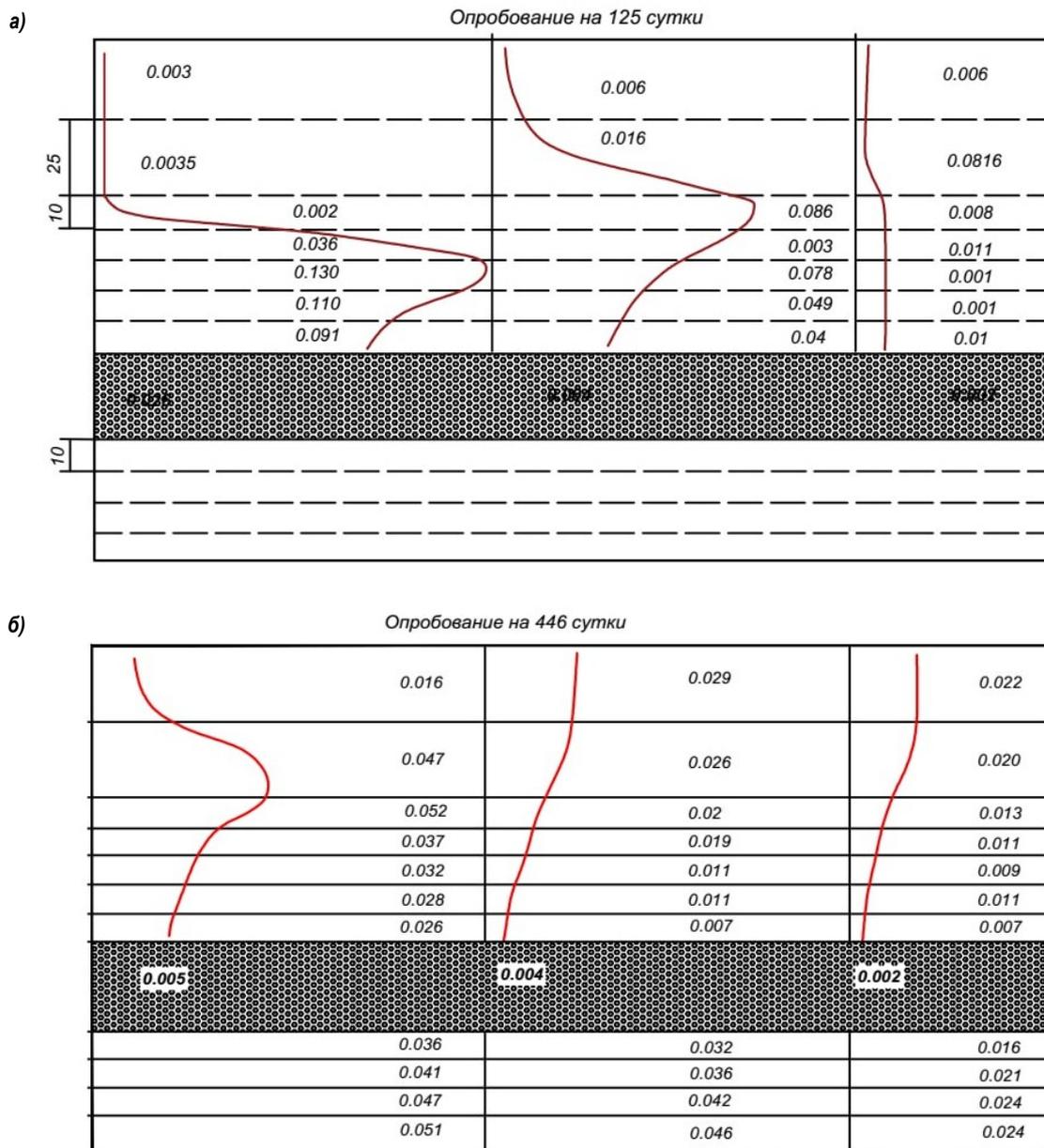


Рис. 4. Содержание урана по отдельным слоям модели при опробовании на 125 сут (а) и 446 сут (б) от начала процесса выщелачивания

Процесс начинался с извлечения водорастворимого урана при фильтрации воды. На этой стадии было пропущено 16,3 и 13,8 л воды соответственно для первой и второй модели с общим количеством урана 29,2 и 23,6 г. выщелачивание урана осуществлялось раствором $H_2SO_4 - 20 \text{ г/л}$. На рис. 6 показана зависимость концентрации урана в выходных растворах от продолжительности.

Выходные кривые содержания урана свидетельствует, что на первом этапе преобладает процесс фильтрационного выщелачивания урана из песчаного слоя. Максимальное содержание урана в растворах достигает 4 г/л. В последующем (на 35-40 сут) концентрация урана в растворах резко снижается, что указывает на завершение процесса фильтрационного выщелачивания и начало извлечения урана из глинистых слоев. Это подтверждается и результатами анализа рудного и глинистых слоев по торцевым и средней части 2 модели, которое было проведено на 37 сут с момента подачи раствора кислоты. К этому времени с указанной модели было

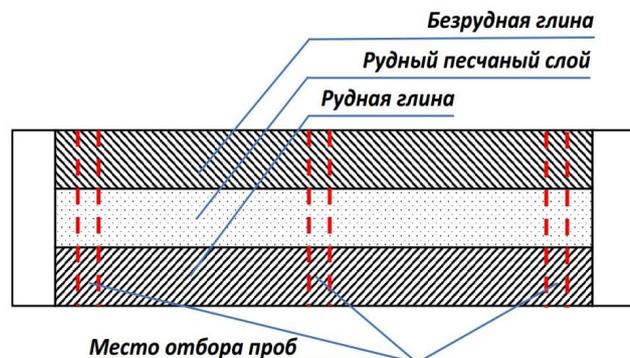


Рис. 5. Схема модели для изучения поведения глин

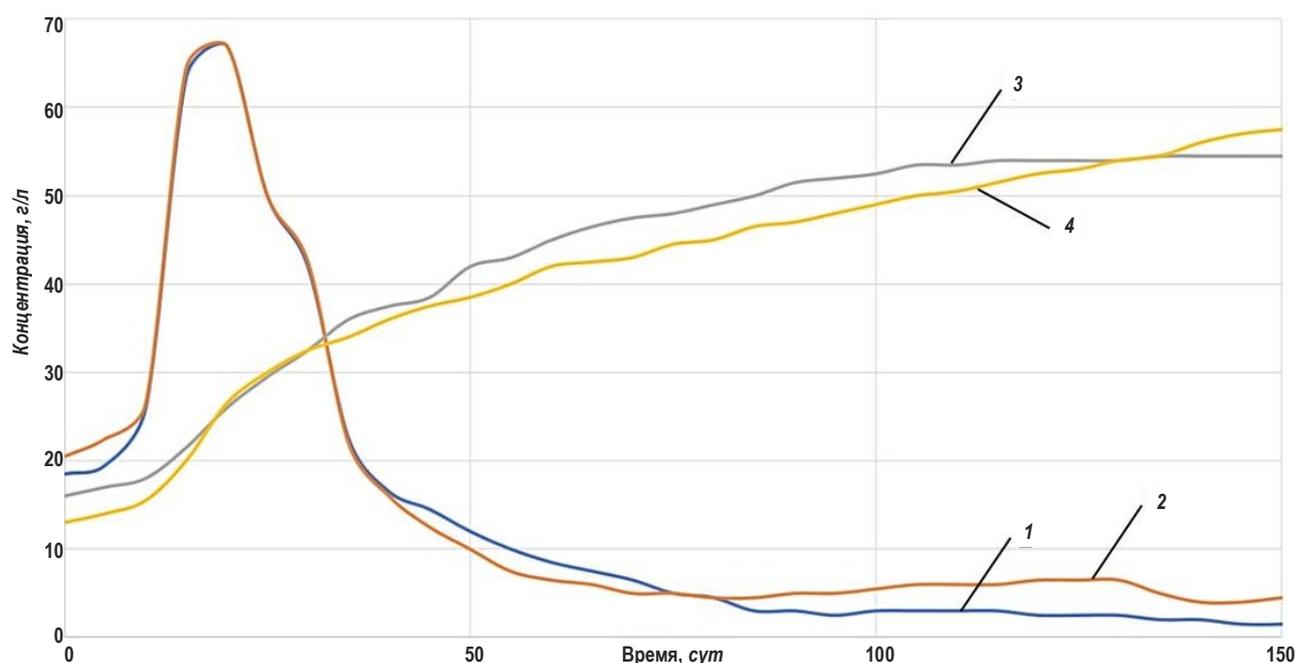


Рис. 6. Зависимость концентрации урана в выходных растворах и извлечения урана от продолжительности процесса: 1, 2 – концентрация урана в растворе в 1 и 2 моделях; 3, 4 – извлечение урана от общего его количества

получено 10,7 л продуктивных растворов со средним содержанием U 34,3 г. это соответствует отношению Ж:Т = 0,5 для песчаного рудного слоя. В момент опробования концентрация урана в выходных растворах составляла 1,2 г/л, средний дебит растворов – 310 мл/сут, время контакта раствора в модели – 10 сут.

Среднее содержание урана в глинистом рудном слое по точкам опробования составило 0,234%, 0,201% и 0,135% (соответственно у входа, средней части и выхода) против 0,168%, составляющего исходное содержание. Это свидетельствует о том, что на разных участках рудного глинистого пласта протекают различные процессы. В области низких концентраций урана в фильтрующем потоке (на участке входа раствора) происходит процесс диффузионного выщелачивания из рудного глинистого слоя. Там, где концентрация урана в растворах повышена (на участке выхода растворов), протекают процессы поглощения урана. Количество урана, перемещенного в рудные и безрудные глины, неодинаково, что подтверждается результатами опробования. Если выразить это количество в виде произведения среднего процента содержания поглощенного урана в глины на мощность пласта m , то полученные результаты по опробованию можно представить в виде следующей табл. 5.

Из табл. 5 видно, что для обеих точек опробования поглощение урана в безрудные глины выше, чем в рудные. При этом эта разница больше для средней точки, где концентрация урана в растворах значительно меньше, чем в выходном сечении модели.

Потери урана в безрудный глинистый слой составили 12% от общего количества урана в рудном песчаном слое. Средний коэффициент поглощения составил 0,57 г/м²·сут за 37 суток фильтрации раствора кислоты.

После первого этапа, когда основными процессами являлись фильтрационное выщелачивание и поглощение, наступил период диффузионного выщелачивания. Из рис. 2 видно, что на этом этапе динамика процесса извлечения в обоих моделях была различной: в первой модели, где рудный слой глины был меньше, интенсивность выщелачивания была выше, чем во второй модели.

Таким образом, на основании исследования на моделях, составленных из рудного песка, безрудной и рудной глины, установ-

Таблица 5
Результаты опробования (для анализа выбраны две точки: у входа раствора (1) и середины модели (2))

№ п/п	Наименование	Модель 1	Модель 2
1.	Среднее содержание урана в безрудной глине, %	0,073	0,058
2.	Мощность безрудной глины, см	3,3	3,3
3.	Произведение m , см·%	0,24	0,19
4.	Среднее содержание урана в рудной глине, %	0,234	0,201
5.	Исходное содержание урана в глине, %	0,168	0,168
6.	Разность среднего и исходного содержания, %	0,066	0,033
7.	Мощность рудной глины, см	3,2	3,2
8.	Произведение m , см·%	0,21	0,11

лено, что при осуществлении фильтрационного выщелачивания процесс миграции обуславливается содержанием урана контактирующем глинистом пласте: в безрудной глине количество поглощенного урана во всех случаях оказывается больше, чем в рудной глине. По длине пласта благодаря разной концентрации урана в растворе, фильтрующем через проницаемый слой, одновременно на разных участках могут происходить различные процессы: фильтрационное выщелачивание, поглощение и диффузионное извлечение урана. Характер протекающих процессов, главным образом, определяется направлением градиента концентрации урана в различных слоях. Мощности рудного и безрудного слоев глины оказывают существенное влияние на кинетику процесса и величину потери урана: чем выше их мощность, тем больше времени необходимо для полного извлечения из них урана.

Библиографический список:

1. Kuzmanov L., Simov S.D., Valkov T., Vasilev D. In-Situ Leaching of Uranium in Bulgaria // Geological, Technological and Ecological Considerations. In: IAEA (Ed.), Uranium in situ leaching. Proceedings of a Technical Committee Meeting held in Vienna, 5-8 October 1992, IAEA-TECDOC-720, Vienna, 1993, pp. 65-73.
2. Рогов А.Е., Жатканбаев Е.Е. Кинетика подземного скважинного выщелачивания урана. – Алматы: Комплекс, 2009. – 204 с.
3. Бровин К.Г., Грабовников В.А., Шумилин М.В., Язиков В.Г. Прогноз, поиски, разведка и промышленная оценка месторождений урана для отработки подземным выщелачиванием. – Алматы: Гылым, 1997. – 383 с.
4. Баташов Б.Г., Веселова Л.Н., Водолазов Л.И., Губкин Н.В. Добыча урана методом подземного выщелачивания. – Москва: Атомиздат, 1980. – 248 с.

«GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA», 2022, № 3(90) pp. 8-13

INVESTIGATING CLAY BEHAVIOR IN COMBINED MODELS

¹Khalimov I.U., Head of the Department, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

¹Karimov I.A., Head of the Educational and Methodological Department, PhD.

²Sharafutdinov U.Z., Deputy Head of the Innovation Center for the Implementation of New Technologies.

²Mirzaev Zh.A., engineer.

¹Navoi State University of Mining and Technologies. Navoi, Uzbekistan.

²JSC NMMC. Navoi, Uzbekistan.

The paper presents the results of laboratory studies on various aspects of clay behaviour during in-situ leaching of uranium from sedimentary deposits. The influence of various process parameters on a number of clay material types: solvent nature and concentration, contact time, uranium content and on the main technological parameters: uranium behaviour and solvent flow rate are considered.

It is demonstrated that under filtrational leaching conditions the uranium may be recovered from the near-contact layer.

Keywords: clay, sand, uranium, in-situ leaching, filtration, solution.

Bibliographic list:

1. Kuzmanov L., Simov S.D., Valkov T., Vasilev D. In-Situ Leaching of Uranium in Bulgaria. Geological, Technological and Ecological Considerations. In: IAEA (Ed.), Uranium in situ leaching. Proceedings of a Technical Committee Meeting held in Vienna, 5-8 October 1992, IAEA-TECDOC-720, Vienna, 1993, pp. 65-73.
2. Rogov A.E. Zhatkanbaev E.E. Kinetika podzemnogo skvazhinnogo vyshchelachivaniya urana (Kinetics of in-situ leaching of uranium) // Almaty, Kompleks, 2009, 204 p.
3. Brovin K.G. Grabovnikov V.A. Shumilin M.V. Yazikov V.G. Prognoz, poiski, razvedka i promyshlennaya otsenka mestorozhdeniy urana dlya otrabotki podzemnym vyshchelachivaniem (Prediction, prospecting, exploration and commercial evaluation of uranium deposits intended for in-situ leaching) // Almaty, Gylym, 1997, 383 p.
4. Batashov B.G., Veselova L.N., Vodolazov L.I., Gubkin N.V., Dobycha urana metodom podzemnogo vyshchelachivaniya // Moscow: Atomizdat, 1980. – 248 p.

HT-425/3000

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ
ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК



NMZ
Навоийский машиностроительный завод

АО «НГМК»
Производственное объединение
«Навоийский машиностроительный завод»
www.ngmk.uz
Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879) 2276214; 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78
E-mail: informz@ngmk.uz

АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО КОНТУРНОМУ ВЗРЫВАНИЮ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ УСТУПОВ НА КАРЬЕРАХ



Заирова Ф.Ю.,
инженер
ИЦ по ВНТ АО «НГМК»



Камолова Н.Э.,
ведущий инженер
ИЦ по ВНТ АО «НГМК»



Номдоров Р.У.,
докторант кафедры
«Горное дело» НГГТУ

Ishda turli genetik toifadagi ruda konlarida ochiq konlarning yon tomonlari va chetlarining barqaror to'lov burchaklarini aniqlash bo'yicha tadqiqotlar olib borildi va ochiq konlarda kontur portlatishning rivojlanish tendentsiyalari keltirildi. Yaqin qirg'oq massivlarining xavfsizligini ta'minlaydigan portlatish usullari o'rganilib, chekka qirralarning barqarorligini nazorat qilish usullari keltirilgan.

Tayanch iboralar: konturli portlatish, ommaviy portlashlar, tog' jinslari, tog' jinslarining barqarorligi, burg'ulash va portlatish parametrlari, foydali qazilma konlari, tog' jinslari sinflari, nishab burchagi, qirra deformatsiyalari, qulash, yoriqlar, to'siq deformatsiyalari, yoriq zonasi, massiv xossalari.

В работе проведены исследования по определению устойчивых углов погашения бортов и уступов карьеров на рудных месторождениях различных генетических классов и даны тенденции развития контурного взрывания на карьерах. Исследованы способы взрывания, обеспечивающие сохранность прибортовых массивов, а так же даны пути управления устойчивостью приконтурных уступов.

Ключевые слова: контурное взрывание, массовые взрывы, горные породы, устойчивость горных пород, параметры буровзрывных работ, месторождения полезных ископаемых, классы пород, угол откоса, деформации уступов, обрушение, трещины, деформации уступов, зона нарушений, свойства массива.

Воздействие массовых взрывов на законтурные породы является важным обстоятельством, которое необходимо учитывать при определении параметров уступов, поставленных в предельное положение. В настоящее время, достигнут значительный прогресс в области применения контурного взрывания на открытых горных работах, однако не решен ряд ключевых вопросов, связанных с выбором рациональных параметров контурного взрывания, прогнозной оценкой и выбором методов повышения эффективности специальной технологии заоткоски уступов. Одним из наиболее существенных недостатков является то, что требования устойчивости не учитываются при выборе параметров буровзрывных работ (БВР). Влияние специальных методов ведения БВР на устойчивость откосов уступов лишь констатируется после выполнения работ.

Известно, что под воздействием взрывов в законтурном массиве возникают зоны заколов и остаточных деформаций, которые влияют на устойчивость пород в откосах [1-3].

Применительно к оценке влияния взрывных работ на формирование устойчивых откосов скальных уступов наиболее приемлемо использовать разработанную методику, опубликованную в работах [4-8].

Все месторождения полезных ископаемых условно разделяются на три серии: магматогенную, экзогенную и метаморфогенную. Каждая серия в свою очередь разделяется на группы, а последние на классы (табл. 1) [9].

Как показывают исследования по определению устойчивых углов погашения бортов и уступов карьеров на рудных месторождениях различных генетических классов, предельные устойчивые углы погашения уступов α_y и бортов α_b в среднем составляют [10]:

1. Для месторождений первого класса в зависимости от состояния пород угол откоса уступа равен: в среднеблочных породах $\alpha_y = 45-50^\circ$, в крупноблочных $\alpha_y = 50-55^\circ$ и в крупноблочных с сомкнутыми трещинами $\alpha_y = 60-65^\circ$. Угол погашения бортов (выпуклый профиль) соответственно составляет 40° , 46° и 55° .

2. Для месторождений первой группы второго класса по лежащему боку углы откосов уступов составляют $\alpha_y = 45-55^\circ$ при $\alpha_b = 40-45^\circ$. По висящему боку предельные по устойчивости углы откосов уступов определяются состоянием пород и составляют: в мелкоблочных породах $\alpha_y = 50^\circ$, в среднеблочных $\alpha_y = 60-65^\circ$, в среднеблочных породах с плотно сомкнутыми трещинами и в крупноблочных породах $\alpha_y = 65-70^\circ$. Устойчивые углы погашения бортов соответственно равны $40-45^\circ$, $50-55^\circ$ и $55-60^\circ$.

3. Для месторождений второй группы второго класса для осадочного комплекса пород в зависимости от их крепости устойчивость уступов может быть обеспечена при углах заоткоски $45-60^\circ$, тогда как устойчивый угол погашения борта в осадочных породах определяется углом падения трещин и не превышает $20-30^\circ$.

4. Для месторождений третьего класса устойчивые углы заоткоски уступов по лежащему борту равны $\alpha_y = 45-60^\circ$ при $\alpha_b = 40-45^\circ$, а по висящему – для выветрелых, слабыветрелых и сохранных пород α_y равен $50-60^\circ$; $60-70^\circ$ и $70-75^\circ$, а угол погашения борта $\alpha_b = 50-55^\circ$ и более.

Таким образом, наиболее благоприятными геологоструктурными характеристиками, позволяющими достигнуть высоких углов заоткоски уступов, обладают вмещающие породы месторождений 3 класса и первой группы 2 класса, несколько хуже (из-за невыдержанной ориентировки систем трещин) – породы месторождений первого класса, а наихудшими – породы месторождений второй группы 2 класса.

Таблица 1

Генетическая классификация месторождений полезных ископаемых

Группа	Класс	Типы месторождений
Эндогенная серия		
Магматическая	1. Ликвационный	а) Сульфидные медно-никелевые в основных и ультраосновных комплексах; б) Хромитовые, титаномагнетитовые и руды элементов платиновой группы в расслоенных ультраосновных комплексах; в) Редкие, редко земельные и рассеянные элементы в щелочных комплексах
	2. Раннемагматический	Магматические горные породы, алмазоносные кимберлиты и лампроиты
	3. Позднемагматический	Хромитовые, титаномагнетитовые и апатит-нефелиновые
Карбонатитовая	1. Флюидно-магматический карбонатитовый	Перовскит-титаномагнетитовые, камафоритовые, редкометалльно-пироклоровые, редкоземельные и флюоритовые
Пегматитовая	1. Магматогенный	Керамические, мусковитовые, редкометалльные и цветных камней
	2. Флюидно-анатектический	Редкометалльно-пироклоровые и апатит-нефелиновые
	3. Флюидно-метаморфогенный	Керамических, мусковитовых, редкометалльных пегматитов и цветных камней
Скарновая	1. Известковый	Железорудные, вольфрам-молибденовые, медно-молибденовые, свинцово-цинковые
	2. Магнезиальный	Железорудные, медно-молибденовые, оловорудные, борные
Альбитит-грейзеновая	1. Альбититовый	Бериллиевые, литиевые, урановые и редкоземельные
	2) Грейзеновый	Олово-вольфрамовые, литиевые, бериллиевые
Гидротермальная	1. Плутоногенный	Штокверковые и жильные а) высокотемпературные медно-молибденпорфиоровые, золото-олово-медно-кварцевые; б) среднетемпературные полиметаллические, сурьмяно-мышьяковые, редкометалльные, ураносные; в) низкотемпературные сидеритовые, родохрозитовые, магнезитовые, хризотил-асбестовые, баритовые, флюоритовые
	2. Вулканогенный андезитойдный	Золото-серебряные, олово-вольфрамовые, ртутные, медные, алунитовые, исландского шпага, самородной серы
	3. Вулканогенно-осадочный, базальтоидный, субмаринный	Колчеданные, медноколчеданные, колчеданно-полиметаллические
Экзогенная серия		
Выветривания	1. Остаточный	Никель-кобальтовые, бокситовые, редкометалльные и редкоземельные, каолиновые, апатитовые, марганцевые
	2. Инфильтрационный	Редкометалльно-урановые
Осадочная	1. Механический россыпной	Гравийные, песчаные и глинистые (огнеупорные, бентонитовые) а) Континентальные россыпные золотые, платиновые, касситеритовые, алмазные, танталлит-колумбитовые, корундовые б) Литеральные россыпные рутиловые, ильменитовые, циркониевые, касситеритовые, алмазные, цветные камни
	2. Хомогенный	а) гидроокисные, суспензионно-коллоидные: бурых железняков, марганца, железо-марганцевых конкреций и корок; б) сульфидно-сульфатно-карбонатные: цветных и редких металлов в черных сланцах; в) сульфатно-галоидные: каменных, калийных солей, боратов, лития
	3. Биохимический	Фосфоритовые (континентальные и прибрежно-морские) кремнистые породы (диатомит, трепел, опоки), известняки, угли, горючие сланцы, торф
	4. Осадочно-катагенетический	Медистых песчаников, свинцово-цинковые в карбонатных породах, свинцовые в песчаниках, золото-рудные и урановые в терригенно-карбонатных и черно-сланцевых толщах самородной серы, нефти и газа, йодо-бромистых и металлоносных рассолов
Метаморфогенная серия		
Метаморфизованная	1. Регионально-метаморфизованный	Железорудные, марганцевые, золото-урановые, апатитовые, колчеданные
	2. Контактво-метаморфизованный	Железорудные, графитовые, корундовые, скарнированные
Метаморфическая	1. Зеленосланцевый	Горного хрусталя, золото-кварцевые, мрамора, кварциты, кровельные сланцы
	2. Амфиболитовый	Андалузитовые, кианитовые, силлиманитовые, наждака, амфибол-асбестовые
	3. Гранулит-эклогитовый	Гранатовые, рутил-ильменитовые, флогопитовые
	4. Импактитовый	Алмазные (?)

Для месторождений 1, 3, 4 классов и первой группы 2 класса характерно отсутствие трещин, подсекающих откосы уступов, за исключением отдельных участков по лежащему борту.

В этих условиях предельно достижимые углы погашения бортов карьеров целиком определяются шириной транспортных берм и углами откосов уступов, которые существенно зависят от степени нарушенности приоткосной части массива взрывными работами.

По данным [11] применение контурного взрывания позволяет увеличить углы откосов по сравнению с заоткосной обычными взрывами на 5-15° и обеспечить их длительную устойчивость при проектных (предельно устойчивых) углах откосов.

При наличии трещин, пологопадающих в сторону карьера (характерно для месторождений второй группы 2 класса), предельно достижимые углы погашения бортов целиком определяются сохранностью контактов по трещинам. Применение контурного взрывания и ограничения параметров взрывания в приконтурной зоне позволяет в данных условиях обеспечивать устойчивость уступов при подсекании трещин.

Наблюдения за деформациями откосов скальных уступов показывают, что наиболее опасные нарушения массива практически всегда совпадают с плоскостями ослабления геологического происхождения. Однако характер деформаций не всегда одинаков и существенно зависит как от прочностных характеристик массива,

так и ориентации плоскостей ослабления. Необходимо отметить, что ориентация плоскостей ослабления и значение величин сцепления и коэффициента внутреннего трения по этим плоскостям после взрыва играют решающую роль как при решении вопроса об устойчивости откоса, так и при решении вопроса о допустимых напряжениях во фронте волн сжатия.

Наблюдения за деформациями уступов, приведенных в работах [12-14] свидетельствуют о том, что при длительном стоянии профиль откоса уступа приближается к профилю границы зоны разрушения межблочных связей в законтурном массиве. Анализ источников [15, 16] позволяет выделить пять наиболее типичных вариантов формирования устойчивой поверхности откоса скальных уступов в зависимости от ориентации наиболее ярко выраженной системы трещин.

При наличии системы трещин, пологопадающих в сторону карьера, деформации уступов связаны с обрушением по плоскостям скольжения, образуемым в результате развития и соединения трещин данной системы под воздействием сжимающих напряжений во фронте волны напряжений при производстве взрывов. Устойчивость уступа при такой ориентации трещин всецело зависит от сохранности контактов поверхностей ослабления. Этот случай ориентации трещин является наиболее опасным. Обеспечение сохранности контактов возможно лишь при использовании предварительного щелеобразования и наложении жестких ограничений на параметры БВР в приконтурной зоне карьера.

При наличии системы крутопадающих в сторону карьера трещин, заоткоска происходит по одной из трещин системы. Однако формирование потенциальных плоскостей скольжения в результате развития трещин данной системы под воздействием растягивающих напряжений в отраженной от трещины волне происходит и на больших расстояниях от взрыва. Наблюдения за деформациями откосов показывают, что с течением времени возможно отслоение и обрушение массива по плоскостям трещин, ослабленных взрывом. Но благодаря быстрому затуханию волн напряжений с расстоянием, при такой ориентации трещин размеры зоны нарушений сравнительно не велики.

Такую ориентацию трещиноватости можно считать наиболее благоприятной с точки зрения влияния взрывных работ вблизи предельного контура на устойчивость уступа. Целесообразность применения контурного взрывания в этом случае обусловлена повышением точности оконтуривания и ускорением процесса формирования устойчивой поверхности откоса.

При углах падения наиболее ярко выраженных трещин, близких к вертикальным, устойчивый угол откоса целиком определяется размерами зоны нарушения межблочных связей. Применение предварительного щелеобразования является достаточной мерой для достижения длительной устойчивости уступов под проектным углом. Однако в отдельных случаях, особенно при мелкоблочном строении массива, производство крупномасштабных взрывов в приконтурной зоне может приводить к формированию откоса по ступенчатой поверхности, что необходимо учитывать при выборе параметров БВР.

При наличии пологопадающей системы трещины в тыл массива применение предварительного щелеобразования особенно эффективно. При ограничении зоны нарушений достигаются весьма крутые углы заоткоски уступов, в то время как при обычном взрывании в результате нарушения законтурного массива формируется угол откоса, близкий к естественному углу откоса дробленых отдельных частей. Причина заключается в том, что, несмотря на отсутствие опасно ориентированных трещин, массив подвергается интенсивным деформациям на значительно большую глубину, чем в ранее рассмотренных вариантах, так как в этом случае каждый слой является своеобразным волноводом, что способствует разрушению межблочных связей на значительных расстояниях от зарядов.

В целом, необходимо отметить, что наличие зоны нарушений во всех случаях приводит к выполаживанию откосов уступов против проектных. Независимо от строения массива после выполаживания профиль откоса приближается к профилю зоны нарушения межблочных связей и имеет выпуклую форму.

Правильный выбор оконтуривающих зарядов и ограничение параметров БВР в приконтурной зоне имеют наиболее важное значение при строении массива.

В соответствии с Едиными правилами безопасности [17] при постановке бортов карьеров на предельный контур допускается ширина берм не менее $1/3 H_y$.

Следовательно, при заданном по устойчивости угле заоткоски уступа (α_y) и его высоте (H_y), предельный технологически достижимый угол погашения борта (α'_s), на котором предусматривается оставление берм и площадок под оборудование общей шириной H_δ , для борта высотой (H_δ), может быть определен по формуле [18]:

$$tg \alpha'_s = H_\delta \left[H_\delta ctg \alpha_y + \frac{H_\delta}{3}(n-1) + H_\delta B \right]^{-1}, \quad (1)$$

где B – ширина транспортных берм, приходящейся на единицу высоты борта карьера, м/м;

n – число уступов

$$n = \frac{H_\delta}{H_y}$$

Ниже приведены расчетные значения предельных технологически достижимых углов погашения борта для карьера глубиной 600 м при различных значениях α_y (табл. 2). Расчет произведен для уступов высотой $H_y = 30$ и при отсутствии транспортных берм ($B = 0$).

Из сопоставления расчетных значений (α'_s) со значениями устойчивых углов уступов и бортов карьеров на железорудных месторождениях различных генетических типов следует, что практически во всех случаях, за исключением месторождений второй группы II класса, предельно технологически достижимые углы погашения меньше или близки к устойчивым. Если же учесть, что ширина транспортных берм на предельном контуре карьера при железнодорожном и автомобильном транспорте составляет, соответственно, не менее 50 и 30 м на 100 м его высоты, то технологически достижимые углы погашения бортов, отстроенные с учетом транспортных берм на 7-15° положе предельно допустимых по устойчивости. Таким образом, при проектных углах погашения борта железорудных карьеров являются потенциально устойчивыми. А проектные углы откосов уступов принимаются равными предельным по устойчивости.

Однако при подготовке скальных пород к выемке с использованием взрывных работ наблюдаются значительные деформации массива за поверхностью отрыва [19], что приводит к выполаживанию откосов и разрушению предохранительных и транспортных берм. Для восстановления транспортных коммуникаций в этом случае требуется дополнительная разноска бортов карьера, что связано со значительными материальными затратами на удаление дополнительного объема вскрышных пород и расконсервацию борта. В связи с этим для глубоких карьеров экономически оправдано [20] применение специальной технологии ведения буровзрывных работ в приконтурной зоне и проведение мероприятий, направленных на обеспечение устойчивости уступов под проектным углом откоса.

Таблица 2
Расчетные значения предельных технологически достижимых углов погашения борта для карьера глубиной 600 м при различных значениях α_y

$\alpha_y, град$	40	45	50	55	60	65	70	75	80
$\alpha'_s, град$	33,5	37,0	40,5	45,5	47,5	51,3	55,0	59,0	63,0

Наиболее технологичным, обеспечивающую высокую производительность, и достаточно эффективным способом управления состоянием формируемых уступов, является контурное взрывание. Относительная дешевизна контурного взрывания по сравнению с искусственным укреплением откосов делает его незаменимым при оформлении откосов уступов.

Эффективность мероприятий по предотвращению выполаживания откосов уступов определяется по формуле:

$$\Theta = C_1 V - C_2 S, \quad (2)$$

где Θ – экономический эффект от внедрения мероприятий, предотвращающих выполаживание откосов уступов и необходимость дополнительной разности бортов, сум/год;

C_1 – прямые затраты на удаление вскрышных пород, сум/м³;

V – дополнительный объем вскрыши, подлежащей удалению в расчетном году при планомерной разности бортов с учетом выполаживания откосов, м³/год;

C_2 – затраты на контурное взрывание, сум/м²;

S – суммарная поверхность откосов уступов, выводимых на проектный контур в расчетном году, м²/год.

Дополнительный объем вскрыши при отказе от мероприятий по обеспечению устойчивости откосов уступов в карьере вытянутой формы на 1000 м протяженности борта определяется по формуле:

$$\Delta V = 500 H \delta^2 (ctg \alpha_{\delta 1} - ctg \alpha_{\delta 2}), \text{ м}^3 / \text{км} \quad (3)$$

Для глубоких карьеров, имеющих в плане округлую форму, дополнительный объем вскрыши в карьере составит:

$$\Delta V = H \delta^3 (ctg^2 \alpha_{\delta 1} - ctg^2 \alpha_{\delta 2}), \text{ м}^3 \quad (4)$$

где $\alpha_{\delta 1}^t$ и $\alpha_{\delta 2}^t$ – усредненные углы погашения бортов в случае дополнительной разности из-за выполаживания уступов и при соблюдении проектных углов уступов, град.

Из (3) и (4) следует, что эффект от увеличения угла погашения борта особенно резко проявляется на глубоких карьерах эллипсоидной формы, к которым относится большинство рудных карьеров.

Схемы прохождения сейсмозрывных волн и расположение зон остаточных деформаций показаны на рис. 1 и 2 [21].

Степень влияния конструкции заряда для любой точки массива выражается через меру сейсмической опасности при взрывании одиночного заряда [22]:

$$\rho = \frac{\sqrt[3]{Q}}{r_u}, \quad (5)$$

где r – мера сейсмической опасности, кг^{1/3}/м; Q – величина заряда ВВ, кг; r_u – расстояние от центра заряда до точки в массиве, м.

При проведении массового взрыва мера сейсмической опасности r_i определяется по формуле:

$$\rho_i = \frac{\sqrt[3]{Q_{\text{эф}} i}}{r_{\text{эф}} i}, \quad (6)$$

где $r_{\text{эф}}$ – эффективный радиус, который равен:

$$r_{\text{эф}} = \frac{\sum \sqrt[3]{Q_i} \cdot r_i}{\sum \sqrt[3]{Q_i}}, \quad (7)$$

$Q_{\text{эф}}$ – эффективный заряд, определяемый из выражения:

$$Q_{\text{эф}} = \sum Q_i \left(\frac{r_{\text{эф}}}{r_i} \right)^3. \quad (8)$$

Для обеспечения устойчивости приконтурных уступов очень важны методы и способы ведения работ при отработке приконтурных лент и заоткоске уступов.

Общеизвестно, что наклонные заоткосные скважины, предпочтительнее вертикальных. Диаметр скважин следует принимать меньшим, чем при обычных массовых взрывах. Целесообразно применять короткозамедленное взрывание, при подходе к проект-

ному контуру количество одновременно взрываемого ВВ должно быть уменьшено.

Глубина карьера, при которой экономически целесообразно применение предварительного щелеобразования, определяется по формуле [3]:

$$H \geq \frac{2C_3}{C_6 (ctg \alpha - ctg \alpha_3) \sin \alpha_3}, \text{ м} \quad (9)$$

где C_3 – стоимость заоткоски 1 м² откоса с учетом затрат на бурение и взрывание контурного ряда скважин, сум;

C_6 – стоимость извлечения 1 м³ вскрышных пород, сум;

α – угол наклона борта карьера без контурного взрывания, градус;

α_3 – угол наклона с применением контурного взрывания.

Анализ опыта отработки различных карьеров стран СНГ показал, что при заоткоске уступов под проектными углами в зоне остаточных деформаций используются следующие технологические схемы:

- с использованием однородных наклонных заоткосок скважин по проектному контуру на всю высоту уступа при выемке последней заходки приконтурной полосы;

- с использованием двухъярусных наклонных взрывных скважин на всю высоту уступа при выемке последней заходки приконтурной полосы;

- с использованием глубоких и коротких наклонных взрывных скважин при выемке последней заходки приконтурной полосы;

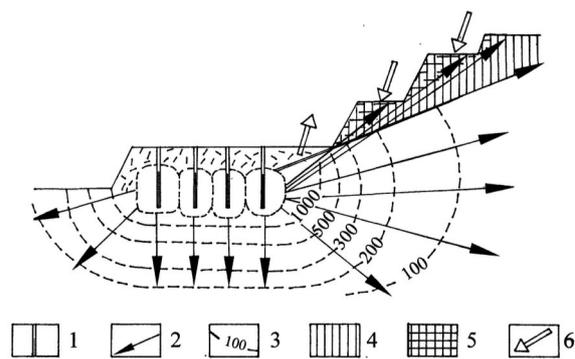


Рис. 1. Схема прохождения сейсмозрывной волны напряжений в борту карьера: 1 – взрывная скважина; 2 – направление прохождения сейсмозрывной волны; 3 – изолинии сейсмозрывных напряжений; 4 – полутень; 5 – тень; 6 – направление смещения приоткосного массива горных пород

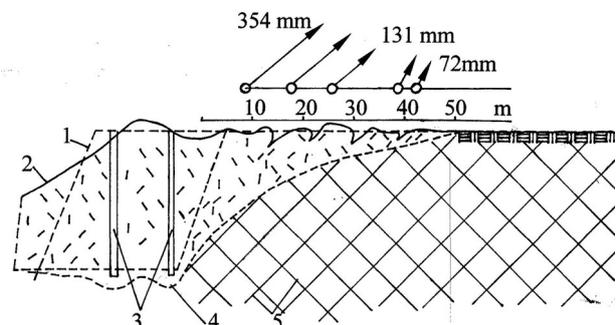


Рис. 2. Остаточные деформации в уступе, сложенном окисленными кварцитами, после массового взрыва: 1 и 2 – контур уступа соответственно до и после взрыва; 3 – взрывные скважины; 4 – ориентировочная граница зоны с нарушенной структурой; 5 – естественные трещины в массиве ($q = 20040 \text{ кг}$, $Dt = 20 \text{ м/с}$, $q = 500,600 \text{ кг}$)

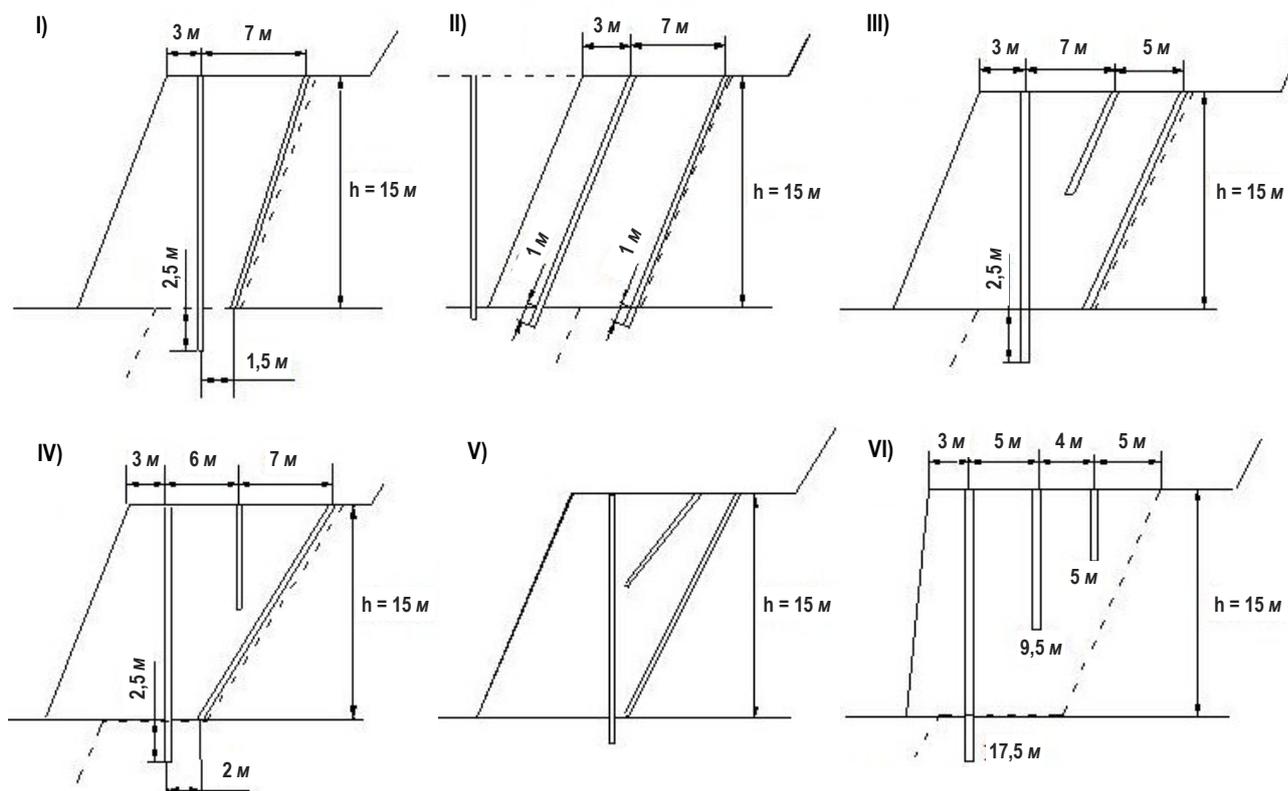


Рис. 3. Технологические схемы заоткоски 15-метровых уступов в зоне остаточных деформаций

- с использованием наклонных и вертикальных коротких взрывных скважин при выемке последней заходки приконтурной полосы;
- с использованием однородных вертикальных взрывных скважин при величине последней заходки приконтурной полосы;
- с использованием вертикальных укороченных взрывных скважин при выемке последней ленты приконтурной полосы.

Наиболее распространенные технологические схемы заоткоски уступов в условиях остаточных деформаций изображены на рис. 3 [3, 23].

Таким образом, анализ выполненных исследований позволил установить, что увеличение ширины экранирующей щели за счет совершенствования параметров контурного взрывания позволяет существенно увеличить ее защитную способность.

При этом рациональные параметры контурного взрывания и достижимая ширина щели полностью определяется допустимой по условию устойчивости откоса уступа мощностью зоны законтурных нарушений и свойствами трещиноватого скального массива.

Библиографический список:

1. Фадеев А.Б., Фрейборт Э.А., Борткин И.А. Влияние массовых взрывов на карьерах. – М.: Недра, 1972. – 136 с.
2. Фадеев А.Б., Фрейборт Э.А., Борткин И.А. Влияние массовых взрывов на устойчивость уступов на карьерах // Тр. ВНИМИ. – №64. – Л.: 1967.
3. Силкин А.А., Кольцов В.Н., Шеметов П.А., Жиянов Ю.А., Иноземцев С.Б. Управление долговременной устойчивостью откосов на карьерах Узбекистана. – Ташкент: Фан, 2005. – 229 с.
4. Васильев М.В., Зотеев В.Г., Морозов В.Н. Прогноз блочности пород рудных месторождений // ФТПРПИ, 2007. – №6. – С. 26-31.
5. Выстропов И.Л. Прогнозирование механических свойств скальных пород железорудных месторождений // Горный журнал, 1996. – №5. – С. 45-48.
6. Ершов Н.П. Прогноз естественной трещиноватости породных массивов рудных месторождений // Материалы совещания по проблемам и теории прогноза инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых. – ВИОГМ, 2005. – С. 87-89.
7. Зотеев В.Г., Ершов Н.П. Прогноз трещиноватости скальных пород при разработке рудных месторождений // Горный журнал, 1992. – №8. – С. 5-7.
8. Морозов В.Н. Инженерно-геологические исследования и прогнозная оценка трещиноватости пород рудных месторождений // Дисс. ... канд. техн. наук. – С.-Пб., 2006. – 163 с.
9. <https://portal.tpu.ru/portal/page/portal/www>
10. Исследование и внедрение рациональной технологии заоткоски уступов на предельном контуре карьеров, в том числе с пологими и крутыми откосами, с искусственным укреплением // Отчет ИГД. – Екатеринбург, 2007. – 169 с.
11. Методические указания по обеспечению устойчивости откосов и сейсмической безопасности зданий и сооружений при ведении взрывных работ на карьерах. – С. – Пб., 2007. – 17 с.
12. Комарова В.В., Зотеев В.Г. Развитие деформации скальных уступов во времени // В сб.: Вопросы инженерной геологии при проектировании, строительстве и эксплуатации подъемных сооружений, шахт и карьеров // С.-Пб.: 2000. – Вып. 2. – С. 35-39.
13. Исследование устойчивости бортов карьеров. Отчет ИГД. – Екатеринбург, 2005. – 133 с.
14. Кузнецов Г.В., Ульянов В.П. Деформирование массива скальных пород при действии интенсивных взрывных нагрузок. – ГТС, 2009. – №2. С. 32-35.
15. Инструкция по наблюдению за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. С.-Пб., 2005.
16. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. – М.: Недра, 1995. – 278 с.

17. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. – М.: Недра, 1992. – 97 с.
18. Щелканов В. Л., Зотеев В.Г. Изменение параметров глубоких карьеров при вскрытии их подземными выработками // Горный журнал, 1992. – №9. – С. 26-28.
19. Бурлуцкий П.Д., Меримов М.А. К расчету некоторых параметров контурного взрывания на карьерах // Вопросы разработки рудных и россыпных месторождений. – Сб. трудов. – М.: Недра, 1990. – С. 78-83.
20. Фисенко Г.Л., Ревазов М.Л., Галустьян Э.Л. Укрепление откосов в карьерах. – М.: Недра, 1994. – 206 с.
21. Ильин А.И., Гальперин А.М., Стрельцов В.И. Управление долговременной устойчивостью откосов на карьерах. – М.: Недра, 1985. – 248 с.
22. Агу И.А. Некоторые результаты наблюдений за влиянием взрывных работ на устойчивость бортов карьеров // Тр. ВНИИМ. – Л.: 1962. – №454. – С. 106-113.
23. Попов И.М., Окатов Р.П. Борьба с оползнями на карьерах. – М.: Недра, 1980. – 239 с.

«GORNII VESTNIK UZBEKISTANA», 2022, № 3(90) pp. 14-19

ANALYSIS OF STUDIES CONDUCTED ON CONTOUR BLASTING FOR THE STABILITY OF EMBANKMENT SLOPES IN OPEN QUARRIES

¹Zairova F.Yu., Engineer of the Innovation Center for the Implementation of New Technologies.

¹Kamolova N.E., Engineer of the Innovation Center for the Implementation of New Technologies.

²Nomdorov R.U., Doctoral Student of the Mining Department.

¹JSC NMMC. Navoi, Uzbekistan.

²Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan.

This paper presents the research to determine stable repose angles of pit walls and benches at ore deposits of different genetic classes and gives trends of development of contour blasting in open pits. The methods of blasting which provide safety of rock massifs are investigated and the ways of controlling stability of boundary benches are given.

Keywords: contour blasting, mass blasts, rocks, rock stability, drilling and blasting parameters, mineral deposits, rock classes, slope angle, ledge deformations, collapse, cracks, fault zone, massif properties.

Bibliographic list:

1. Fadeev A.B., Freybort E.A., Bortkin I.A. Impact of mass explosions on quarries. – M.: Nedra, 1972. – 136 p.
2. Fadeev A.B., Freybort E.A., Bortkin I.A. Influence of mass explosions on the stability of ledges in quarries // Tr. ATTENTION. - No. 64. – L.: 1967.
3. Silkin A.A., Koltsov V.N., Shemetov P.A., Zhiyanov Yu.A., Inozemtsev S.B. Long-term stability management of slopes in quarries in Uzbekistan. – Tashkent: Fan, 2005. – 229 p.
4. Vasiliev M.V., Zoteev V.G., Morozov V.N. Forecast of blockiness of rocks of ore deposits // FTPRPI, 2007. – No. 6, pp. 26-31.
5. Vystropov I.L. Forecasting the mechanical properties of rocks of iron ore deposits // Gorniy Journal, 1996. – No. 5, pp. 45-48.
6. Ershov N.P. Forecast of natural fracturing of rock massifs of ore deposits // Proceedings of the meeting on problems and the theory of forecasting engineering-geological conditions of mineral deposits. VIOGM, 2005, pp. 87-89.
7. Zoteev V.G., Ershov N.P. Forecast of fracturing of rocks during the development of ore deposits // Gorniy Journal, 1992. – No. 8, pp. 5-7.
8. Morozov V.N. Engineering-geological studies and predictive assessment of the fracturing of rocks of ore deposits // Diss. ... cand. tech. Sciences. – S. – Pb, 2006. – 163 p.
9. <https://portal.tpu.ru/portal/page/portal/www>
10. Research and implementation of a rational technology for cutting ledges at the limit contour of open pits, including those with gentle and steep slopes, with artificial reinforcement // Report of the IGD. – Yekaterinburg, 2007. – 169 p.
11. Guidelines for ensuring the stability of slopes and seismic safety of buildings and structures during blasting in open pits. – S. – Pb., 2007. – 17 p.
12. Komarova V.V., Zoteev V.G. Development of deformation of rock ledges in time // In: Issues of engineering geology in the design, construction and operation of lifting structures, mines and quarries // St. Petersburg: 2000. – Issue. 2, pp. 35-39.
13. Study of the stability of quarry walls. IGD report. – Yekaterinburg, 2005. – 133 p.
14. Kuznetsov G.V., Ulybin V.P. Deformation of an array of rocks under the action of intense explosive loads. – GTS, 2009. – No. 2, pp. 32-35.
15. Instructions for monitoring the deformations of the sides, slopes of ledges and dumps in open pits and developing measures to ensure their stability. S.-Pb., 2005.
16. Fisenko G.L. Stability of quarry walls and dumps. – M.: Nedra, 1995. – 278 p.
17. Uniform safety rules for the development of mineral deposits in an open way. – M.: Nedra, 1992. – 97 p.
18. Shchelkanov V.L., Zoteev V.G. Changes in the parameters of deep open pits when they are opened by underground workings // Gorniy Journal, 1992. – No. 9, pp. 26-28.
19. Burlutsky P.D., Merimov M.A. To the calculation of some parameters of contour blasting in open pits // Issues of development of ore and placer deposits. - Sat. works. – M.: Nedra, 1990, pp. 78-83.
20. Fisenko G.L., Revazov M.L., Galustyan E.L. Strengthening slopes in quarries. – M.: Nedra, 1994. – 206 p.
21. Ilyin A.I., Galperin A.M., Streltsov V.I. Management of long-term stability of slopes in quarries. – M.: Nedra, 1985. – 248 p.
22. Agu I.A. Some results of observations of the effect of blasting on the stability of open pit walls. Tr. ATTENTION. – L.: 1962. – No. 454, pp. 106-113.
23. Popov I.M., Okatov R.P. Landslide control in quarries. – M.: Nedra, 1980. – 239 p.

ВЫЯВЛЕНИЕ БАЗОВЫХ МЕХАНИЗМОВ И ОСНОВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ГЕОМАССЫ ОПОЛЗНЕЙ



Воробьев А.Е.,
профессор ФГБОУ ВО Грозненский
государственный нефтяной университет
им. академика М.Д. Миллионщикова, д.т.н.



Кожугулова Г.К.,
инженер лаборатории изучения
современных движений земной коры
методами космической геодезии (LGPS),
Научная станция НАН, Кыргызстан

Tezkor va davomiy gil va boshqa ko'chkilarning harakatlanish mexanizmlari va asosiy xususiyatlarini o'rganish natijalari keltirilgan. Ko'chkilarning geomassasining harakatiga sabab bo'ladigan uchta mexanizm uchun tushuntirish berilgan: tortishish kuchlari ta'sirida, asosiy yo'riqnomalar poydevori bo'ylab ko'chki qatlamining suyuqlanishi va moylanishi. Tadqiqotlar davomida tortishish kuchlari uzoq masofalarda muhim geomassalarning harakatini ta'minlamasligi aniqlandi. Yog'lash yog'ingarchilikning kirib borishi yoki ko'chki geomassasining harakati paytida yotqizilgan jinslar qatlamining geokimyoviy o'zgarishi natijasida hosil bo'ladi. Uchinchi aniqlangan mexanizm, bu harakatlanuvchi ko'chkining pastki qatlamining nanozarralari tabiiy nano-podshipniklar sifatida ishtirok etishidir.

Tayanch iboralar: ko'chkil, harakat mexanizmlari, tortishish kuchi, tagida joylashgan jinslarning geokimyoviy o'zgarishi, nanozarrachalar nano podshipniklar.

Представлены результаты исследований механизмов и основных особенностей передвижения быстрых и протяженных глинистых и других оползней. Дано объяснение трём механизмам, обуславливающим перемещение геомассы оползней: под влиянием сил гравитации, псевдооживления и смазки ложа оползня вдоль основания главных направляющих. В ходе исследований было установлено, что силы гравитации не обеспечивают перемещение значительных геомасс на дальние расстояния. Смазка образуется путем проникновения дождевых осадков или геохимического преобразования слоя подстилающих пород в период перемещения геомассы оползня. Третий выявленный механизм заключается в участии наночастиц нижнего слоя перемещающегося оползня в качестве природных наноподшипников.

Ключевые слова: оползни, механизмы перемещения, гравитация, геохимическое преобразование подстилающих пород, наночастицы, наноподшипники.

Во многих частях мира оползни представляют собой частую природную опасность и серьезную угрозу для населения и окружающей среды. При этом оползень представляет собой перемещающуюся или переместившуюся геомассу, которая может двигаться, падать, опрокидываться, скользить или растекаться (рис. 1).

Оползни могут быть мелкими (наиболее частое явление в геологической среде), от первых метров мощности сдвигающего геомассива, и глубокими (рис. 2). В результате, объем грунта и горных пород, мобилизуемых при оползне, может варьироваться от небольшого отдельного валуна до миллионов, а в редких случаях, даже и миллиардов кубических метров, являясь довольно значительными. Как правило, потенциальная разрушительная сила оползня зависит от объема мобилизуемых масс и их скорости [2].

К настоящему времени многие исследователи приложили значительные усилия, чтобы определить взаимосвязь базовых характеристик оползней (таких, как схема их распределения, тип, охват площади и объем) и критических условий их возникновения (триггеров) (рис. 3). Исследовалось влияние на оползни таких характеристик, как уклон склона, его высота, диапазон уклона, горизонтальная расчлененность и экспозиция склона, а также конкретная площадь водосбора.

Также были осуществлены исследования по влиянию климатических факторов на оползни (в частности, проявление сильных и продолжительных дождей (рис. 4).

Для этого были осуществлены исследования особенностей поведения оползней на основе программного комплекса LAND-

SLIDE MODELLER [3-6]. Некоторые исследователи изучали взаимосвязь распространения оползней с такими факторами геосреды, как литология и морфология вмещающих горных пород: например, в Чеченской республике подстилающими оползни породами являются покровные отложения четвертичного, неогенового и верхнепалеогенового комплексов, а также известняковые массивы нижнепалеогенового и мелового комплексов [7]. Также осуществлялись исследования по влиянию на возникновение оползней землетрясений, с их инициирующими факторами (такими, как магнитуда, интенсивность и пиковое ускорение грунта района землетрясения), а также наличие вторичных активных или неактивных разломов. Кроме того, исследовалось влияние извержения вулканов. Отдельным типом, которые также были подвергнуты исследованиям, являются техногенные оползни, например, оползень на целиком техногенном объекте – терриконе угольной шахты (рис. 5).

Но существуют и оползни, возникшие на природном объекте, но уже под влиянием причин техногенного характера, как это было в Кыргызстане при отработке угольного месторождения Кара-Киче, на вершине вершине Токсон-Теке (рис. 6), где в 2019 г. из-за проведения довольно интенсивных взрывных работ, а также несоблюдения элементарных правил промышленной безопасности и других негативных факторов произошло появление многочисленных трещин, обусловивших разрушение скального массива и сход оползня, объемом 900 тыс. м³ геомассы.

В результате статистического анализа были получены следующие результаты [8]:

1. Более 90% опасных оползневых склонов имеют уклон более 20° . При этом оползни происходят в основном на горных или холмистых склонах, с уклоном от 20° до 35° .

2. Оползни в основном происходят на горных участках с отметками менее 1200 м (рис. 7). Например, в Чеченской республике оползни характерны для горных склонов, относящихся к предгорьям с абсолютными высотами от 350 до 800 м [7].

3. Кроме того оползни происходят преимущественно на горных склонах с протяженностью уклона от 200 до 400 м.

4. Количество оползней на горных склонах в северном направлении в 2 раза больше, чем на склонах в других направлениях. Так, в Чеченской республике было установлено, что более всего оползневым процессам подвергаются склоны с северо-восточной (16,08%), северной (15,44%) и северо-западной (14,59%) экспозициями [7]. Одним из возможных объяснений этого может служить меньшая солнечная освещенность и соответственно меньшее

испарение влаги, приводящее к большему увлажнению северных склонов.

5. Количество оползней на горных склонах с расстоянием до геологического разлома менее 0,5 км в 2 раза больше, чем на склонах других категорий.

6. Количество оползней на горных склонах с расстоянием до ручья менее 5 км в 3 раза выше, чем на склонах других категорий.

7. Пока еще не установлена четкая зависимость между оползнями и конкретной площадью водосбора.

8. Не выявлена четкая связь между возникновением оползней и имеющейся литологией.

Методы исследования: инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье (FTIR), рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (XPS), твердотельный ядерный магнитный резонанс (SSNMR), термогравиметрический анализ (TGA) и рентгеновская порошковая дифракция (XRD).

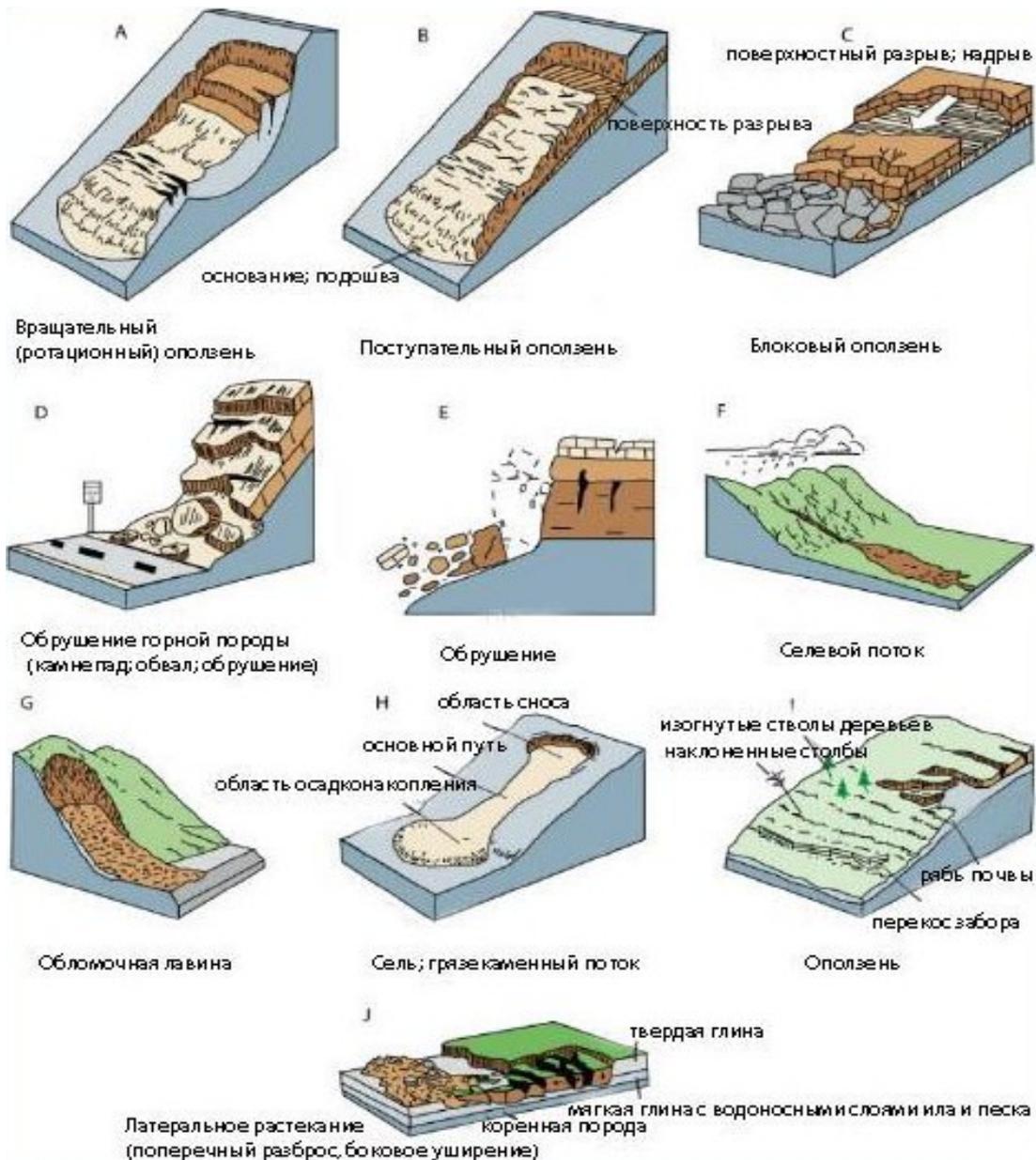


Рис. 1. Схемы основных типов движения оползней [1]



Рис. 2. Глубокий оползень на горе в Сехаре (Кихо, Япония), вызванный проливным дождем тропического шторма

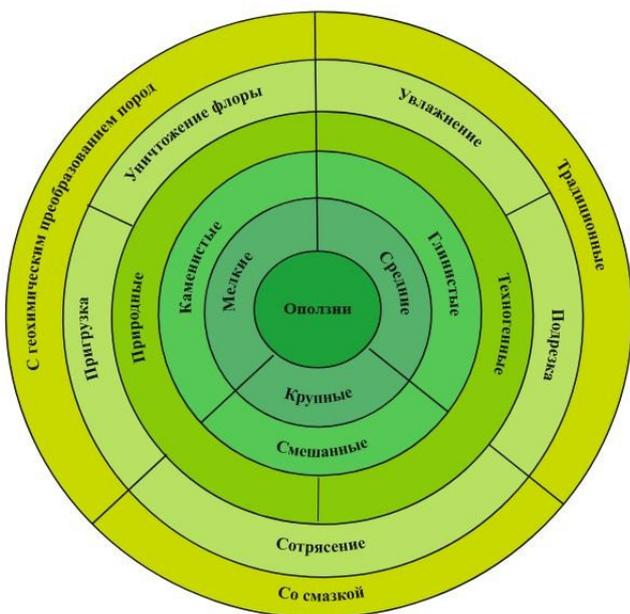


Рис. 3. Типизация оползней



Рис. 4. Дождевой оползень массой 25 млн. м³ возле угольного разреза «Ангрен» (Узбекистан, 2019 г.)

Основная часть. Основным движущим фактором практически всех известных оползней является сила тяжести, действующая на участок опасного склона, находящийся вне равновесия. Поэтому первоначально за основу был принят механизм перемещения геомассы оползня на горном склоне только под влиянием сил гравитации.



а)



б)

Рис. 5. Террикон шахты 41-бис (а) и обрушение террикона шахты «Центральная» (б) (ДНР, 2011 г.)



Рис. 6. Оползень на вершине Токсон-Теке



Рис. 7. Оползень длиной около 5 км и шириной до 1 км со склона горы Гузерипль (Адыгея, 2012 г.)

Но дальнейшие исследования показали, что силы гравитации не обеспечивают перемещения таких объемов геомассы и на такие расстояния. Примером может служить возникший в результате землетрясения силой 8,2 балла в 2008 г. в Китае огромного оползня Дагуанбао (рис. 8), в результате которого было перемещено более 1 км^3 камней и разнообразных обломков. Этот геоматериал довольно быстро устремился вниз по склону горы, на расстояние более 4 км [9], а его площадь составила $7,2 \text{ км}^2$.

Многие исследователи приложили огромные усилия, чтобы понять, как и почему такие весьма большие геомассы оползней (как, например, Дагуанбао) могут перемещаться на довольно значительное расстояние.

В ходе осуществленных статико-теоретических исследований было установлено, что, во-первых, расстояние выбега оползня напрямую зависит от геометрических параметров склона возникновения и пропорционально его площади и объему (рис. 9).

Так, исследователи установили, что возникающее трение между скользящим геоматериалом и устойчивой породой ложа оползня Дагуанбао нагрело (так называемый «фрикционный нагрев») увеличивающийся с ростом начальной скорости спуска геомассы, но уменьшающийся с увеличением толщины зоны сдвига) динамически рекристаллизованный слой толщиной $\sim 0,1 \text{ мм}$ до более чем 850°C , что достаточно для того, чтобы началось разложение доломитовой породы, что помогло дополнительно снизить имеющуюся величину трения (коэффициент трения составлял $\mu \approx 0,05$).

Одновременно высокие значения температуры и давления внутри оползня Дагуанбао вызвали перекристаллизацию перемещающихся пород: это создавало вязкий слой, который помогал смазывать ложе скольжения данного оползня. Эти два механизма, работающие совместно, позволили оползню Дагуанбао достичь скорости перемещения около 60 м/с.

Но кроме рассмотренных существуют и другие механизмы быстрого перемещения геомассы оползней. Примером мощных быстрых оползней, произошедших в результате возникновения землетрясений, служит Гиссарское землетрясение в Таджикистане, произошедшее 23 января 1989 г., нанесшее огромный ущерб этой республике и забравшее жизни 274 человек [10, 11].

Предпосылки возникновения этого разрушительного весьма быстрого оползня заключались в том, что к концу января 1989 г. в толще грунта высокого глинистого холма, у подножия которого располагался пос. Шарор, скопилось довольно много влаги [10, 11]. И после первых колебаний земной коры, произошедших под действием землетрясения, верхушка этого холма сдвинулась и огромная (высотой в несколько метров и шириной в 2 км) масса грязи и сырой глины, быстро набирая скорость, устремилась к его подножию, полностью разрушив пос. Шарор.

Селу Окули-Боло, располагавшемуся на некотором удалении от этого глинистого холма, повезло несколько больше [10, 11]. Сорвавшийся вниз оползень из полужидкой глины при приближении к этому населенному пункту, уже существенно замедлил свою скорость, т.е. он не был столь катастрофичен.

Тем не менее, здесь погибли 67 человек, а оползень разрушил большинство жилищ.

Итог стихийного бедствия, охватившего территорию свыше 2100 км^2 , был таков [10, 11]: 274 человека погибли, десятки людей ранены и госпитализированы, разрушено почти 3000 домохозяйств, полностью уничтожено около 2 км автомобильной дороги, убито тысячи голов скота, произошла деградация значительных площадей прилегающих сельхозугодий.

Такие быстрые оползни наблюдаются в разных частях мира. Так, один из самых больших рисков стихийных бедствий в мире являются быстрые глиняные оползни (рис. 10), механизм действия которых основан на проявлении физико-химических свойств так

называемых «быстрых» глин. «Быстрая» глина встречается в основном в Норвегии и Швеции, но также встречается в некоторых частях Финляндии, России, Канады и Аляски.

Как правило, глины становятся пластичными во влажном состоянии из-за молекулярной пленки воды, окружающей частицы глины. «Быстрая» глина (также известная в Канаде, как глина Леда и глина Шамплейн-Си) представляет собой одну из нескольких, особо чувствительных к изменению условий окружающей среды, ледниково-морских глин. «Быстрая» глина (известная по-норвежски как kvikkleire) относится к особому типу глины, которая при перегрузке может в скоростном режиме разрушаться и разжижаться [10].

Так как быстрая глина изначально откладывается в морской среде, то частицы глинистых минералов (из-за наличия на их поверхности постоянных отрицательных зарядов и зарядов, зависящих от pH) оказываются всегда заряженными отрицательно. Из-за



Рис. 8. Оползень Дагуанбао [9]

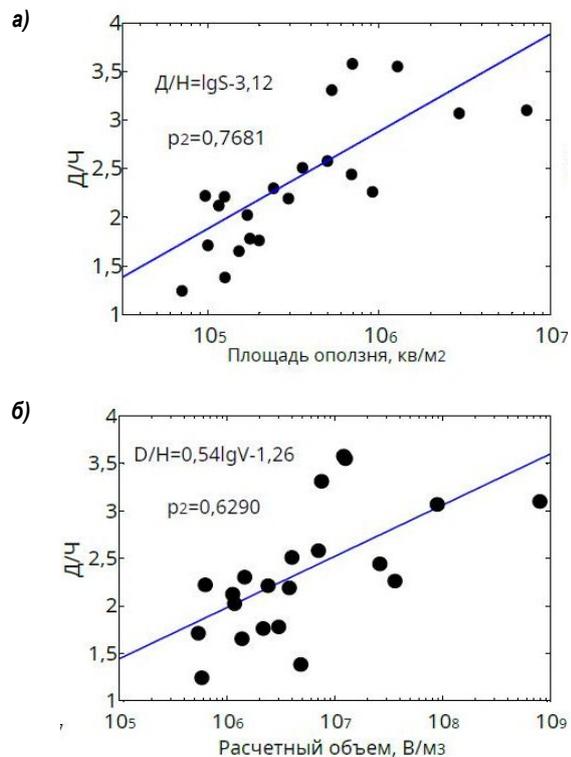


Рис. 9. Зависимость нормированного расстояния выбега от (а) площади оползня и (б) объема оползня [12]

необходимости соблюдения электронейтральности и нулевого баланса электрических зарядов эти отрицательные электрические заряды всегда компенсируются положительными зарядами катионов (таких, как Na^+), адсорбированных на поверхности быстрой глины или присутствующих в ней [13]. При этом обменные катионы присутствуют в прослойках глинистых минералов и на внешних базисных плоскостях глинистых пластинок. Катионы также компенсируют отрицательные заряды на краях частиц такой глины, вызванные протоллизом силанольных и алюмоильных групп (зарядов, зависящих от pH окружающей среды). Кроме того, пластинки такой глины всегда окружены двойным электрическим слоем (ДЭС) или двойным диффузным слоем (ДДС), толщина которых, как правило, зависит от значения величины солёности воды формирования данного геоматериала. В солёных условиях (при довольно высокой ионной силе) эти слои сжимаются и в дальнейшем разрушаются. Этот процесс существенно облегчает агрегацию пластинок глины, которые флокулируют и слипаются в более стабильную структуру агрегатов. После того, как морские отложения глины оказываются подняты на сушу и больше не подвергаются воздействию солёной

воды, дождевая вода медленно проникает внутрь плохо уплотнённого слоя глины и избыток NaCl , присутствующий в такой глине начинает диффундировать. В результате электрические слои становятся менее сжатыми и начинают расширяться. Это приводит к более сильному электростатическому отталкиванию между отрицательно заряженными пластинками глины, которые гораздо легче диспергируются и образуют устойчивые суспензии в воде (явление пептизации). Этот эффект приводит к существенной дестабилизации структуры глинистых агрегатов. Такая глина становится настолько нестабильной, что, когда её масса подвергается достаточному напряжению, то поведение этого геоматериала может резко измениться с поведения зернистого материала на поведение водянистой жидкости.

В результате, при недостаточном механическом уплотнении глинистого слоя и при сдвиговом напряжении более слабое сжатие ДЭС солями в подвижной глине приводит к отталкиванию глинистых частиц и их перестройке в более слабую и неустойчивую структуру. Необходимо отметить, что быстрая глина быстро восстанавливает исходную прочность при повторном добавлении соли (обеспечивающем сжатие ДЭС), что позволяет частицам такой глины восстанавливать высокую степень сцепления друг с другом.

С помощью рентгеновского дифрактометра были исследованы образцы быстрых глин крупных оползней Непала [14], для определения роли глинистых минералов в возникновении таких оползней. Рентгеноструктурным анализом были выявлены иллит, хлорит и каолинит (как основные глинистые минералы в подстилающей геомассе оползней). Сравнение оползневой активности и типов глинистых минералов показывает, что оползни с подстилкой, содержащей иллит в качестве доминирующего компонента, оказываются более активными, чем оползни с небольшим содержанием иллита или без него в сочетании с хлоритом и каолинитом.

Третий механизм быстрого перемещения геомассы оползней, предложенный нами, связан с наночастицами глин и, прежде всего, галлуазита, выполняющих роль эффективной смазки на поверхностях скольжения.

Галлуазит является членом семейства каолиновых алюмосиликатов, но, в то время как наночастицы каолинита имеют пластинчатую форму, то наночастицы галлуазита представляют собой нанотрубки (имеющими длину 0,5-2 мкм и внешний диаметр около 200 нм, с диаметром просвета 10-15 нм), в которых листы алюмосиликата свернуты в спираль (рис. 11). Обычно оболочки галлуазитовых трубок включают 15-20 слоев.

Кроме того, галлуазиты, в зависимости от условий кристаллизации и геологического строения [16], могут иметь и другую морфологию (такую, как, например, сфероидальная или дисковая (рис. 12)).

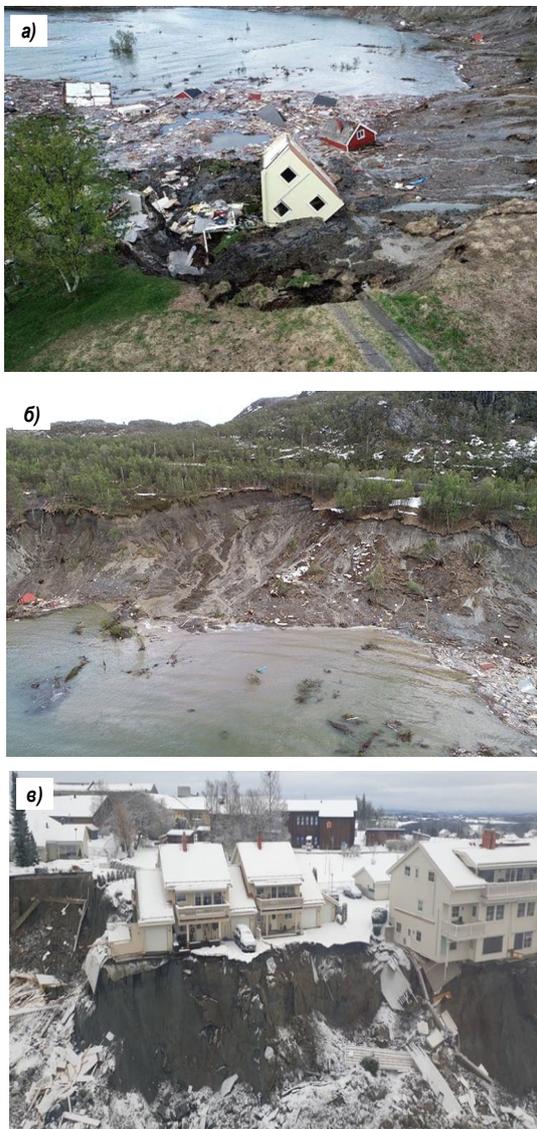


Рис. 10. Быстрые глиняные оползни: а – в Норвегии; б – в Крокнесе недалеко от Алматы; в – в Гердруме (2020 г.) [12]

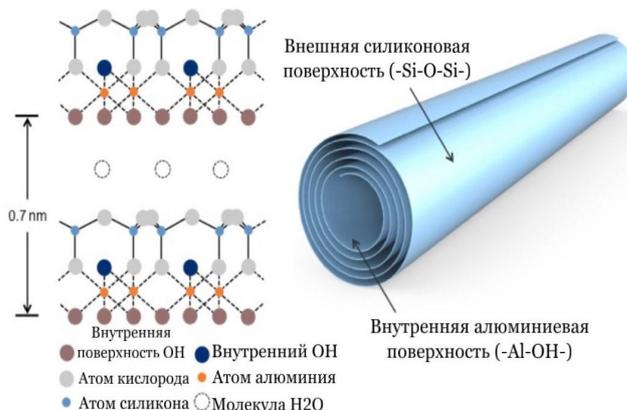


Рис. 11. Схема строения галлуазитовой нанотрубки [15]

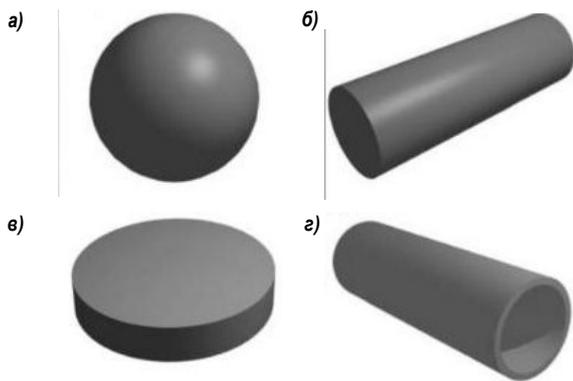


Рис. 12. Геоморфология глинистых наночастиц: а – однородная сфера; б – однородный цилиндр; в – однородный диск; г – полый цилиндр

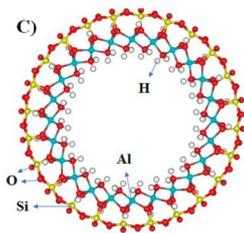


Рис. 13. Поперечное сечение одностенных галлузитовых нанотрубок [18]

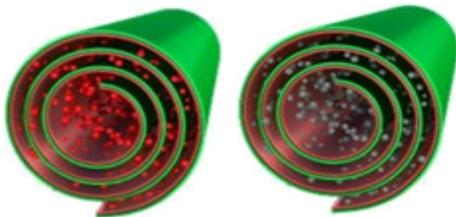


Рис. 14. Галлузитовые нанотрубки с различным магнитным наполнением

В ходе исследований было установлено, что нанотрубки галлузита обладают довольно уникальными физическими (табл. 1), химическими и электрохимическими свойствами.

Так, они представляют собой натуральные трубчатые геоматериалы, обладающие рядом физико-химических особенностей (таких, как уникальная микропространственная структура, значи-

Таблица 1

Физические параметры галлузитовых нанотрубок

Химическая формула	$Al_2Si_2O_5(OH)_4 \cdot nH_2O$
Внутренний диаметр	10–40 нм
Внешний диаметр	40–70 нм
Длина	0,2–40 мкм
Плотность	2,14–2,59 г см ⁻³
Модуль упругости	До 600 ГПа
Прочность	Н/Д
Удельная поверхность	50–137 м ² ·г ⁻¹ (по сравнению с УНТ 100–1000 и графеном до 3630 м ² ·г ⁻¹)
Объем пор	1,25 мл·г ⁻¹
Поровое пространство	14–46,8%
Средний размер пор	7,97–10,02 нм
Кристаллическая система	Моноклиника
Параметры ячейки	a = 5,14 Å, b = 8,9 Å, c = 14,7 Å, β = 104°, a:b:c = 0,578:1:1,65, Z = 2 (моноклинная)

тельное соотношение длины и диаметра, большой объем просвета и широкое распространение). Необходимо заметить, что из-за скрученной структуры галлузитовые нанотрубки демонстрируют различные химические свойства между внутренней (Al-OH) и внешней поверхностью (Si-O-Si), т.е. химически внешняя поверхность этих трубок имеет свойства, подобные SiO₂, тогда как внутреннее ядро нанотрубки связано с Al₂O₃ (рис. 13). В частности, эти две функциональные группы имеют разные поверхностные заряды и pH. Кроме того, просвет канальца такой нанотрубки заряжен положительно с pH = 8,5, а наружная оболочка – отрицательно с pH = 1,5.

Поведение заряда (дзета-потенциала) частиц галлузита может быть описано суперпозицией преимущественно отрицательного (при pH 6-7) поверхностного потенциала SiO₂ и небольшого вклада положительной внутренней поверхности Al₂O₃ (при pH 2-7) [17]. В дальнейшем, их имеющийся электрический заряд обеспечивает структурирование расположения нанотрубок.

При этом необходимо отметить, что нанотрубки природного галлузита, как правило, имеют высокое содержание воды из-за наличия единичных слоев, разделенных молекулами воды, а также металлических частиц (рис. 14).

Для того чтобы галлузитовые нанотрубки могли реализовать свой максимальный потенциал в качестве природных подшипников при перемещении геомассы оползней, должно быть перестроено случайное распределение ориентации нанотрубок, т. к. их несоосность будет создать неэффективную передачу напряжения. И здесь возможно структурирование расположения нанотрубок под влиянием возникающего при перемещении геомассы оползня локального магнитного поля.

Библиографический список:

1. Farrokh Nadim. Landslide hazard and risk assessment // UNISDR. p. 10.
2. Kazeev A.I., Postoev G.P. About protection strategy on territories with deep landslides // Environmental Geosciences and engineering survey for territory protection and population safety: abstracts to proceeding, EngeoPro-2011. Moscow. 2011, pp. 108-109.
3. Воробьев А.Е., Нифадьев В.И., Усманов С.Ф. Исследование особенностей поведения оползней на основе программного комплекса LANDSLIDE MODELLER // В сборнике: Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы V Международная научно-практическая конференция (Посвящается Году экологии в России; Третьей годовщине присоединения Крыма к России; Столетию Воронежского Государственного университета; 10-летию кафедры экологической геологии геологического факультета Воронежского государственного университета). 2017 г. – С. 114-120.
4. Воробьев А.Е., Нифадьев В.И., Усманов С.Ф. Исследование особенностей поведения оползней на основе программного комплекса LANDSLIDE MODELLER // Горный Вестник Узбекистана. – №3, 2017 г. – С. 57-61.
5. Воробьев А.Е., Нифадьев В.И., Усманов С.Ф. Исследование поведения оползней на основе программного комплекса LANDSLIDE MODELLER // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – № 5. 2017 г. – С. 44-49.
6. Воробьев А.Е., Нифадьев В.И., Усманов С.Ф. Основные особенности поведения оползней, полученные на основе программного комплекса LANDSLIDE MODELLER // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: Материалы шестнадцатой международной конференции. Москва – Донецк. 18-22 сентября 2017 г. – М.: Изд-во Спутник+, 2017 г. – С. 134-140.
7. Заурбеков Ш.Ш., Балукеев А.А. Некоторые закономерности распределения оползневых объектов на территории Чеченской республики // Известия ДГПУ. – № 2, – Махачкала – Дагестан, 2013 г. – С. 104-108.

8. Guangqi Chen, Yange Li, Yingbin Zhang and Jian Wu. Earthquake Induced a Chain Disasters, Earthquake Research and Analysis - Statistical Studies, Observations and Planning, // <http://www.intechopen.com/books/earthquakeresearch-and-analysis-statistical-studies-observations-and-planning/earthquake-induced-a-chain-disasters>.
9. Wei Hua, Runqiu Huang, Mauri Mc.Saveneyab, Lu Yaoc, Qiang Xua, Mingshi Fengd, Xianghui Zhang. Superheated steam, hot CO₂ and dynamic recrystallization from frictional heat jointly lubricated a giant landslide: Field and experimental evidence // *Earth and Planetary Science Letters*. Volume 510, 15 March 2019, pp. 85-93.
10. Воробьев А.Е., Кожоголов К.Ч., Разаков Ж.П., Кожоголов Б.К., Шамшиев О.Ш., Тагаев Р.А., Воробьев К.А. Геонжиниринг: оружие поражения или технологии развития? / Под редакцией Ивашова Л.Г. – Бишкек (Кыргызстан), 2020. – 406 с.
11. Дрожь земли и кипящая грязь: история Гиссарской катастрофы // <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fj.sputniknews.ru%2Fanalytics%2F20200122%2F1030587526%2Fgissar-zemletryasenie-1989-katastrofa-tajikistan.html&promo=navbar>.
12. David Nikel. Quick Clay Landslides in Norway // *Living in Norway*. May 12, 2021.
13. Properties & applications // <http://halloysiteexpert.com/properties-applications>.
14. Bhupati Neupane. Role of clay minerals in the occurrence of landslides along Narayangarh-Mugling Highway Section, central Nepal // *Journal of Nepal Geological Society*. N 43. 2011. Pp. 301-308. DOI:10.3126/jngs.v43i0.25619.
15. Quick clay // https://en.wikipedia.org/wiki/Quick_clay.
16. Yurdacan H.M., Mufrettin Murat Sari. Functional green-based nanomaterials towards sustainable carbon capture and sequestration // *Sustainable Materials for Transitional and Alternative Energy*, 2021.
17. Song K. Micro- and nano-fillers used in the rubber industry // *Progress in Rubber Nanocomposites*, 2017.
18. Cong Cheng, Weihua Song, Qiang Zhao and Hailei Zhang. Halloysite nanotubes in polymer science: purification, characterization, modification and applications // *Nanotechnology Reviews* N 3. 2020. <https://doi.org/10.1515/ntrev-2020-0024>.

«GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA», 2022, № 3(90) pp. 20-26

IDENTIFICATION OF BASIC MECHANISMS AND MAIN FEATURES OF LANDSLIDE GEOMASS MOVEMENT

¹Vorobyov A.E., professor, doctor of technical sciences.

²Kozhogulova G.K., Engineer of the Laboratory for Studying Modern Movements of the Earth's Crust by Space Geodesy Methods (LGPS).

¹Grozny State Oil University named after V.I. Academician M.D. Millionshchikov.

²Scientific station of the National Academy of Sciences, Kyrgyzstan.

The results of studies of the mechanisms and main features of the movement of fast and extended clayey and other landslides are presented. An explanation is given for three mechanisms that cause the movement of the geomass of landslides: under the influence of gravitational forces, fluidization and lubrication of the landslide bed along the base of the main guides. In the course of research, it was found that gravitational forces do not ensure the movement of significant geomasses over long distances. Lubrication is formed by the penetration of rainfall or geochemical transformation of the layer of underlying rocks during the movement of the landslide geomass. The third identified mechanism is the participation of nanoparticles of the lower layer of the moving landslide as natural nanobearings.

Keywords: landslides, movement mechanisms, gravity, geochemical transformation of underlying rocks, nanoparticles, nanobearings.

Bibliographic list:

1. Farrokh Nadim. Landslide hazard and risk assessment // UNISDR. R. ten.
2. Kazeev A.I., Postoev G.P. About protection strategy on territories with deep landslides // *Environmental Geosciences and engineering survey for territory protection and population safety: abstracts to proceeding, EngGeoPro-2011*. Moscow. 2011. pp. 108-109.
3. Vorobyov A.E., Nifad'ev V.I., Usmanov S.F. Study of the behavior of landslides based on the LANDSLIDE MODELLER software package // *In the collection: Ecological geology: theory, practice and regional problems V International Scientific and Practical Conference (Dedicated to the Year of Ecology in Russia; The third anniversary of the annexation of Crimea to Russia; the Centenary of Voronezh State University; 10- anniversary of the Department of Ecological Geology, Faculty of Geology, Voronezh State University)*. 2017. pp. 114-120.
4. Vorobyov A.E., Nifad'ev V.I., Usmanov S.F. Study of the behavior of landslides based on the software package LANDSLIDE MODELLER // *Mountain Bulletin of Uzbekistan* No. 3 (July-September). 2017. pp. 57-61.
5. Vorobyov A.E., Nifad'ev V.I., Usmanov S.F. Landslide behavior study based on the LANDSLIDE MODELER software package // *Bulletin of the Kuzbass State Technical University* No. 5. 2017. pp. 44-49.
6. Vorobyov A.E., Nifad'ev V.I., Usmanov S.F. The main features of the behavior of landslides obtained on the basis of the LANDSLIDE MODELLER software package // *Resource-reproducing, low-waste and environmental technologies for subsoil development: Proceedings of the sixteenth international conference*. Moscow - Donetsk. September 18-22, 2017 – M.: Publishing House Sputnik+, 2017. pp. 134-140.
7. Zaurbekov Sh.Sh., Batukaev A.A. Some patterns of distribution of landslide objects on the territory of the Chechen Republic // *Izvestiya DSPU* N 2. 2013, pp. 104-108.
8. Guangqi Chen, Yange Li, Yingbin Zhang and Jian Wu. Earthquake Induced a Chain Disasters, Earthquake Research and Analysis - Statistical Studies, Observations and Planning, // <http://www.intechopen.com/books/earthquakeresearch-and-analysis-statistical-studies-observations-and-planning/earthquake-induced-a-chain-disasters>.
9. Wei Hua, Runqiu Huang, Mauri Mc.Saveneyab, Lu Yaoc, Qiang Xua, Mingshi Fengd, Xianghui Zhang. Superheated steam, hot CO₂ and dynamic recrystallization from frictional heat jointly lubricated a giant landslide: Field and experimental evidence // *Earth and Planetary Science Letters*. Volume 510, 15 March 2019, pp. 85-93.
10. A. E. Vorobyov, K. Ch. Kozhogulov, Zh. P. Razakov, B. K. Kozhogulov, O. Sh. Geoengineering: weapons of destruction or development technologies? // *Under the editorship of Ivashov L.G. Bishkek (Kyrgyzstan)*. 2020. – 406 p.
11. Trembling of the earth and boiling mud: the history of the Gissar catastrophe // <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fj.sputniknews.ru%2Fanalytics%2F20200122%2F1030587526%2Fgissar-zemletryasenie-1989-katastrofa-tajikistan.html&promo=navbar>.
12. David Nikel. Quick Clay Landslides in Norway // *Living in Norway*. May 12, 2021.
13. Properties & applications // <http://halloysiteexpert.com/properties-applications>.
14. Bhupati Neupane. Role of clay minerals in the occurrence of landslides along Narayangarh-Mugling Highway Section, central Nepal // *Journal of Nepal Geological Society*. N 43. 2011. RR. 301-308. DOI:10.3126/jngs.v43i0.25619.
15. Quick clay // https://en.wikipedia.org/wiki/Quick_clay.
16. Yurdacan H.M., Mufrettin Murat Sari. Functional green-based nanomaterials towards sustainable carbon capture and sequestration // *Sustainable Materials for Transitional and Alternative Energy*, 2021.
17. Song K. Micro- and nano-fillers used in the rubber industry // *Progress in Rubber Nanocomposites*, 2017.
18. Cong Cheng, Weihua Song, Qiang Zhao and Hailei Zhang. Halloysite nanotubes in polymer science: purification, characterization, modification and applications // *Nanotechnology Reviews* N 3. 2020. <https://doi.org/10.1515/ntrev-2020-0024>.

ВЕРТИКАЛЬНАЯ МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ И СХЕМА ГИПОГЕННОГО МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ УЧАСТКА ДЖАСАУЛ



Сайитов С.С.,
начальник отдела
Минералогических исследований
ГУ «ИМП», PhD



Цой В.Д.,
гл. науч. сотр. отдела
Минералогических исследований
ГУ «ИМП», д.г.-м.н., профессор



Печерский Р.Д.,
мл. науч. сотр. отдела
Минералогических исследований
ГУ «ИМП»



Расулова А.В.,
мл. науч. сотр. отдела
Минералогических исследований
ГУ «ИМП»

Maqolada Jasaул uchastkasi ma'danlari va ma'dan qamrovchi jinslarini mineralogik-petrografik va kimyoviy-tahliliy o'rganish natijalari keltirilgan. Ma'danlar va ma'dan qamrovchi jinslarning mineral va kimyoviy tarkibi o'rganilgan, oltin-kumush manerallashuviga istiqbolli asosiy mahsuldor paragenetik mineral assotsiatsiyalar ajratilgan, ma'dan hosil qiluvchi elementlarning vertikal kesimda tarqalish xususiyatlari aniqlangan 280-330 m va 80-130 m chuqurliklarda oltin va kumushnig ikkita piklari aniqlangan bo'lib, 280-330 m chuqurlikdagi pik pirit-arsenopirit-oltinli paragenetik mineral assotsiatsiya (PMA) bilan, bir mincha yuqoriroqdagi pik esa oltin-kumushli minerallashuv bosqichi bilan bog'liq. W va As klark kontsentratsiyasi ko'rsatkichlarining chuqurlik bo'yicha ovzgarish grafigi oltin grafigiga o'xshashligi, ular yosh bo'yicha bir-biriga yaqin PMA hosil qilishi bilan tushuntiriladi. Mo, V, Ge, Ni, Sn, Pb, Zn, Sb ning klark kontsentratsiyalari chuqurlik oshishi bilan kamayadi.

Tayanch iboralar: Jasaул uchastkasi, oltin-kumushli minerallashuv, paragenetik mineral assotsiatsiyalar, vertikal mineralogik va geokimyoviy rayonlashirish.

В статье приводятся результаты минералого-петрографических и химико-аналитических исследований руд и минерализованных пород участка Джасаул. Изучен химический и минеральный состав руд и рудовмещающих пород, выявлены основные продуктивные парагенетические минеральные ассоциации для золото-серебряной минерализации, установлен характер распределения рудогенных элементов по вертикали. Установлены два пика золота и серебра на глубине 280-330 и 80-130 м, связанные с проявлением ранней пирит-арсенопиритовой с золотом парагенетической минеральной ассоциации (ПМА) на глубине 280-330 м и золото-серебряной стадией в более верхних горизонтах. Графики изменений кларков концентраций W и As по грациям глубин очень похожи на график золота и увеличиваются с глубиной, т.е. эти элементы образуют близкие по возрасту ПМА. Кларки концентрации Mo, V, Ge, Ni, Sn, Pb, Zn, Sb уменьшаются с глубиной.

Ключевые слова: участок Джасаул, золото-серебряная минерализация, парагенетические минеральные ассоциации, вертикальная минералого-геохимическая зональность.

Участок Джасаул расположен в Бельтау, административно относится к Кенимехскому району Навоийской области. На участке по геологоразведочным данным минерализованные зоны приурочены к зонам интенсивного дробления и смятия, находящимся под мезозой-кайнозойским чехлом мощностью 12-70 м.

Участок расположен на юго-западном крыле Высоковольтной антиклинали север-северо-западного простирания герцинского возраста и приурочен к отложениям бывшей беспанской свиты (ныне мурунской и рохатской свитам). На поверхности и на изученной глубине терригенные отложения представлены чередующимися песчаниками, алевролитами, сланцами и их промежуточными разностями. Участок повсеместно перекрыт меловыми отложениями (глинами, суглинками) мощностью от 12 до 65 м.

Однотипные по составу породы многократно повторяются в разрезе. Песчаники, алевролиты в любой части разреза характеризуются одним и тем же составом обломочного материала и цемента, по своим литологическим параметрам примерно одинаковые.

Минеральный состав руд, их структурно-текстурные особенности, типоморфные особенности рудных минералов и характер их взаимосвязи, сростания установлены при описании прозрачных шлифов, полированных аншлифов. Также был проведен рентгено-спектральный локальный анализ на микрозонде и сканирующем

электронном микроскопе с целью изучения минеральной формы нахождения ценных компонентов. По результатам проведенных минералогических исследований были установлены парагенетические минеральные ассоциации и составлена схема гипогенного минералообразования. Содержания рудогенных компонентов в составе руд и минерализованных пород установлены спектральным-полуколичественным, ИСП-масспектрометрическим, атомно-абсорбционными методами анализа.

Установлены следующие типы метасоматически измененных рудовмещающих пород: песчаники, алевропесчаники, псаммоалевролиты, алевролиты, сланцы, алевросланцы, брекчии, кварц жильный.

Руда и рудовмещающие породы участка Джасаул алюмосиликатного состава. Содержание кремнезема составляет 50,83-80,90%, в среднем составляет 66,16% по данным анализов 16 проб. Содержание глинозема достигает 21,18%, в среднем по 16 пробам составляет 12,36%. Среднее содержание общего железа составило 5,95%. В некоторых пробах установлены повышенные содержания CaO до 6,31%. Сумма щелочей (K₂O + Na₂O) в среднем составляет 4,35%.

Минеральный состав руд и рудовмещающих пород, и связанные с ними метасоматические изменения установлены при описании прозрачных шлифов, полированных аншлифов под микроско-

пом, минералогического анализа тяжелых фракций и на сканирующем электронном микроскопе. При проведении минералогическо-петрографических исследований использована справочная литература по минералогии и петрографии [1-5].

Метасоматические изменения представлены серицитизацией, пелитизацией полевых шпатов, реже хлоритизацией цементирующей массы породы; постоянно присутствует карбонат в виде тонкозернистых скоплений в цементе, трещинах. Прожилковая минерализация представлена разно ориентированными прожилками кварцевого, полевошпат-кварцевого, полевошпат-карбонат-кварцевого состава. Часто с вкраплениями сульфидов.

Кварц, полевые шпаты, серицит, хлорит, карбонаты являются основными породообразующими минералами. В некоторых пробах установлены повышенные содержания глинистых минералов. В незначительном количестве установлены углистое вещество, графит, железистый карбонат. Из аксессуарных минералов установлены циркон, монацит, барит, целестин.

Текстура рудных минералов в основном вкрапленная, прожилково-вкрапленная, прожилковая, гнездовая и в виде агрегативных скоплений. Структура руд тонко-, среднезернистая, идиоморфно-зернистая, редко неравномернозернистая. Содержание рудных минералов в аншлифах составляет от частых зерен до 5-10%.

По минеральному составу руда участка в основном соответствует первичным рудам (сульфидным). Среди рудных минералов преобладают пирит, в подчиненном количестве отмечается арсенопирит. Кроме того, в единичных и частых зернах установлены халькопирит, золото самородное, сульфосоли серебра (миаргирит, стефанит, андорит, фрейбергит), науманнит, буланжерит, тетраэдрит, галенит, фрейслебенит, сфалерит, халькопирит, магнетит, марказит, пирротин, кубанит, антимонит, ильменит, рутил и др. Также в незначительном количестве установлены вторичные минералы: гетит, гидрогетит, гематит, халькозин, ковеллин. Гидроксиды железа развиваются по пириту и арсенопириту.

В целом на участке Джасаул в процессе изучения продуктов гравииобогащения, шлифов и аншлифов были обнаружены более 50 минералов. Минералы подразделены на группы – широкорас-

пространенные, среднераспространенные, аксессуарные обломочные и аутигенные. В каждой группе минералы подразделяются на нерудные и рудные; выделена группа гипергенных минералов (табл. 1).

Золото самородное встречается в концентратах гравииобогащения, в искусственных аншлифах, изготовленных из концентратов пирит-арсенопиритового состава, в аншлифах исходных пород. В концентратах обнаружено до 10 знаков золота самородного размером от 0,1 до 1,5 мм (рис. 1). По классификации Н.В. Петровской золотины относятся к классу с мелким золотом [6]. Золото дендритовидное, ксеноморфное. Основная часть самородного золота свободная, а также отмечается в сростках с кварцем. Золото самородное было установлено в виде свободных зерен, а также включений в пирите и арсенопирите, в сростках с кварцем, железистым карбонатом и сульфидами (рис. 2, 3).

Химический состав самородного золота был установлен рентгеноспектральным локальным анализом под микроскопом в Всероссийском институте минерального сырья (ВИМС) и институте геологии и геофизики им. X.M. Абдуллаева. Также золотины были изучены под сканирующим электронным микроскопом (СЭМ) в Центре передовых технологий (ЦПТ) при Министерстве инновационного развития.



Рис. 1. Форма золотин участка Джасаул. Размер зерен от 0,6 до 1,5 мм

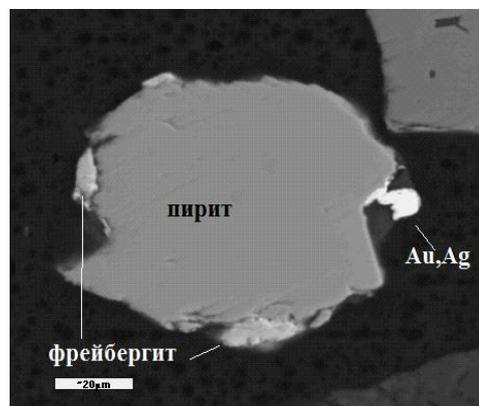


Рис. 2. Сросток самородного золота и фрейбергита с пиритом. Фотография в обратно-отраженных электронах

Таблица 1
Вещественный состав метапород участка Джасаул
(с учетом данных шлифов, аншлифов, изучения протолок, данных рентгеноспектрального локального анализа)

Распространенность	Нерудные	Рудные	Гипергенные
широко-распространённые	кварц, плагиоклаз, серицит, хлорит, кальцит	пирит, арсенопирит, золото самородное, кюстелит, серебро самородное, сульфосоли серебра: миаргирит, стефанит, андорит, пираргирит, фрейбергит, полиаргирит, буланжерит, тетраэдрит, полибазит	гетит, гидрогетит, скородит, каолинит
средне-распространенные	углистое вещество, графит, сидерит, доломит, анкерит	галенит, науманнит, клусталит, сфалерит, халькопирит, магнетит, марказит, тетраэдрит, пирротин, кубанит, антимонит	гематит
аксессуарные и редко встречающиеся	циркон, монацит, барит, целестин	ильменит, фрейслебенит, магнетит, диафорит, рутил	халькозин, ковеллин

Микровключения золота были обнаружены в пирите, арсенопирите рентгеноспектральным локальным анализом (ВИМС). Состав золота следующий (%): Au 75,98-89,73 (8 замеров); Ag 8,11-22,76; Hg 0-0,04-2,21; Cu от 0,0 до 0,03-0,23; Te от 0,0 до 0,07-0,41.

По результатам рентгеноспектрального локального анализа на микрозонде JXA-8800R фирмы Jeol (ИГиГ) состав самородного золота участка Джасаул следующий: Au 57,3-91,72%, Ag 8,3239,74%, Cu 0,09-0,13%, Fe 0,12-2,48%.

Сульфосоли (сульфоантимониды) серебра являются основными минералами серебра. Представлены миаргиритом ($AgSbS_2$), пираргиритом (Ag_3SbS_3), стефанитом (Ag_5SbS_4), фрейбергит ($Ag_8Cu_4Fe_2Sb_4S_{13}$), тетраэдрит ($Ag_{12}Cu_{12}Sb_4S_{13}$), фрейслебенитом ($AgPbSbS_3$). Разновидности сульфоантимонидов серебра и их химический состав установлены рентгеноспектральным локальным анализом (лаборатория ВИМС), под сканирующим электронным микроскопом. В брикетах они установлены в виде включений в пирите, арсенопирите, в сростках с ними. Форма зерен ксеноморфная, изометричная. Размеры зёрен составляют <0,003-0,25 мм. Состав сульфоантимонидов серебра колеблется в широких пределах: Ag 8,02-65,33, Sb 22-41,47, Pb 2,39-42,48, S 12,19-21,62, Hg 0-0,73, Te 0-0,13, Cu 0,06-22,99, As 0-0,11, Se 0-4,9, Fe 0,25-0,76, Bi 0-0,42, Mn 0-0,03, Zn 0,21-5,45.

Рациональный анализ показал, что количество цианируемого свободного золота и его сростков составляет 41,9% и серебра 41,76%; ассоциированное золото с минералами и химическими соединениями Sb и As составляет 5,17% и серебра 6,68%; с карбонатами и гидроксидами железа и марганца золота 12,07% и серебра 23,0%; с сульфидами (пирит, арсенопирит) связано 22,59% золота и 24,3% серебра, в кварце, алюмосиликатах и др. кислотонерастворимых минералах 18,28% золота и 4,25% серебра.

Для выявления вертикальной минералого-геохимической зональности была разработана следующая методика выявления вертикальной зональности по скважинам участка Джасаул.

1. В результате изучения руд, минерализованных и рудовещающих пород, отобранных по скважинам, были выделены следующие градации глубин: 1) 27-80 м (40 проб); 2) 80-130 м (78 проб);

3) 130-180 м (27 проб); 4) 180-230 м (24 проб); 5) 230-280 м (29 проб); 6) > 280 м (6 проб).

2. По результатам полуколичественного спектрального анализа по каждой градации глубин (выборке) подсчитаны средние содержания рудогенных элементов. Полученные средние содержания элементов были нормированы на их кларки содержаний в Земной коре (по Виноградову, 1961). По полученным данным были составлены графики изменений кларков концентраций (КК) рудогенных элементов по грациям глубин.

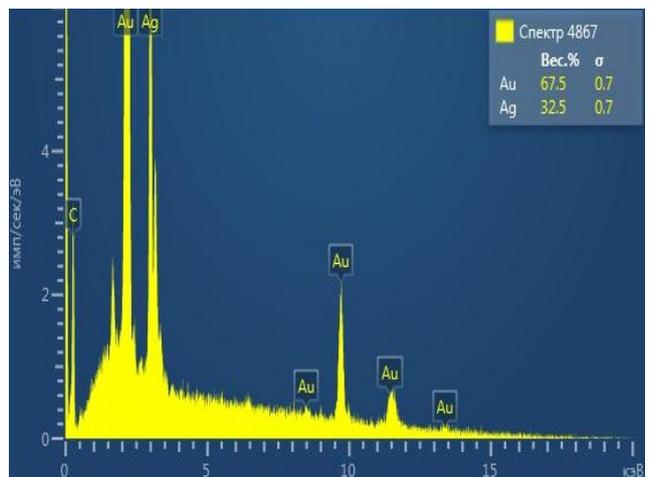
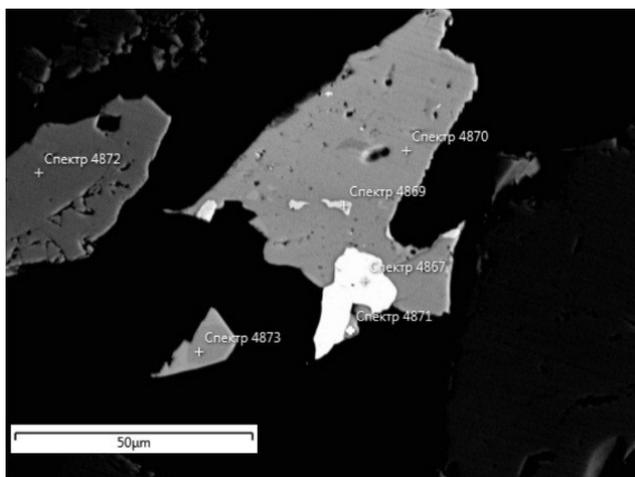
3. Проведен анализ распространенности элементов по грациям глубин и сопоставление со схемой гипогенного минералообразования.

4. Делается вывод о наличии вертикальной минералого-геохимической зональности [7].

В табл. 2 приведены изменения кларков концентраций рудогенных элементов на различных глубинах по данным спектрального полуколичественного анализа. Для определения кларков концентраций было подсчитано среднее содержание отдельных элементов по отдельным глубинным грациям. Полученные средние содержания рудогенных элементов разделены на их кларковые содержания по Виноградову [9]. По полученным данным были составлены графики изменений кларков концентраций элементов по глубинам (рис. 4).

Анализ диаграммы по золоту показал наличие двух пиков на глубине 280-330 и 80-130 м (рис. 4, Au). Первый пик на глубине 280-330 м связан с проявлением ранней пирит-арсенопиритовой с золотом парагенетической минеральной ассоциации (ПМА) в общей схеме гипогенного минералообразования рудных месторождений Узбекистана (табл. 3), судя по диаграммам мышьяка, вольфрама (более ранняя альбит-шеелитовая ПМА; рис. 4, W, As). Второй пик (130 м) связан с золото-серебряной стадией (табл. 3), с золото-гесситовой, золото-серебряной и собственно серебряной ПМА.

Для серебра также установлены 2 пика кларков концентраций (рис. 4, Ag). Первый пик в сравнении со вторым слабый, и он связан с ранней пирит-арсенопиритовой с золотом ПМА. Второй пик соот-



№	№ спектра	Минерал	Au	Ag	Se	Sb	S	Fe	Cu	Zn
1.	4867	Золото самородное	67,48	32,52						
2.	4869	Науманит		74,69	24,23		1,07			
3.	4870	Фрейбергит		22,34		26,74	22,86	1,54	21,72	4,8
4.	4871	Фрейбергит		29,34		25,58	21,16	4,64	17,04	2,24

Рис. 3. Золото самородное в сростке фрейбергитом. Фотография в обратно-отраженных электронах

Таблица 2

Кларки концентраций на различных глубинах участка Джасаул
(по данным полуквантитативного спектрального анализа)

Глубина, м	Элементы	Va	Ve	V	W	Ga	Ge	Cd	Co	Mn	Cu	Mo	As
	Кларк в з/к	650	3,8	90	1,3	19	1,4	0,13	18	1000	47	1,1	1,7
27-80 (40 проб)		0,62	0,43	2,51	12,1	1,31	0,90	3,85	1,11	1,01	0,62	4,47	770,0
80-130 (78 проб)		0,41	0,50	2,93	21,8	1,42	2,30	3,85	1,31	0,81	0,73	2,56	2041,4
130-180 (27 проб)		0,28	0,47	2,44	16,0	1,30	1,57	3,85	0,99	0,86	0,47	1,62	1398,7
180-230 (24 проб)		0,53	0,46	2,37	19,2	1,47	1,46	3,85	1,35	1,00	0,43	2,09	2779,4
230-280 (26 проб)		0,39	0,38	2,22	23,4	1,28	1,33	3,85	1,05	1,21	0,40	1,99	1152,9
> 280 (6 проб)		0,17	0,39	2,13	24,4	0,92	1,01	3,85	0,55	1,03	0,44	1,36	2737,3
Глубина, м	Элементы	Ni	Sn	Pb	Ag	Sb	Ti	Cr	Zn	Au	Nb	Li	
	Кларк в з/к	58	2,5	16	0,07	0,5	4500	83	83	0,0043	20	32	
27-80 (40 проб)		0,14	1,41	2,43	124,29	115,8	0,87	0,91	0,70	87,7	0,74	1,44	
80-130 (78 проб)		0,06	1,46	5,29	526,47	136,6	1,00	2,00	1,65	356,3	0,48	1,33	
130-180 (27 проб)		0,07	1,26	3,08	107,33	135,2	0,92	1,86	1,34	172,6	0,45	1,20	
180-230 (24 проб)		0,06	1,27	3,70	234,66	59,2	0,99	1,23	1,17	227,2	0,60	1,07	
230-280 (26 проб)		0,05	1,20	3,41	345,17	62,1	0,94	0,99	0,99	396,9	0,48	0,88	
> 280 (6 проб)		0,05	1,20	2,19	87,38	50,0	1,11	2,19	0,98	670,5	0,68	0,76	

Таблица 3

Распространенность парагенетических минеральных ассоциаций участка Джасаул
на общей схеме гипогенного минералообразования

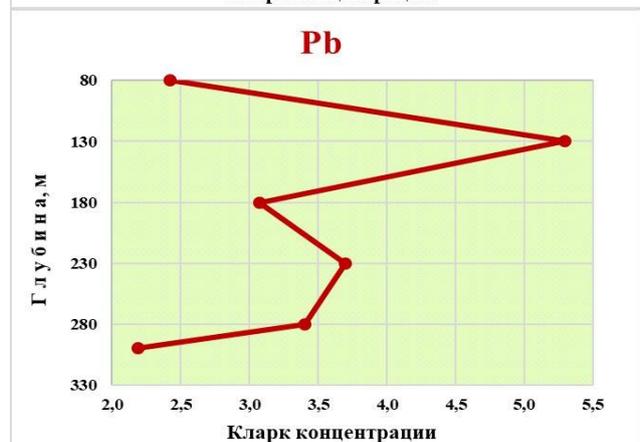
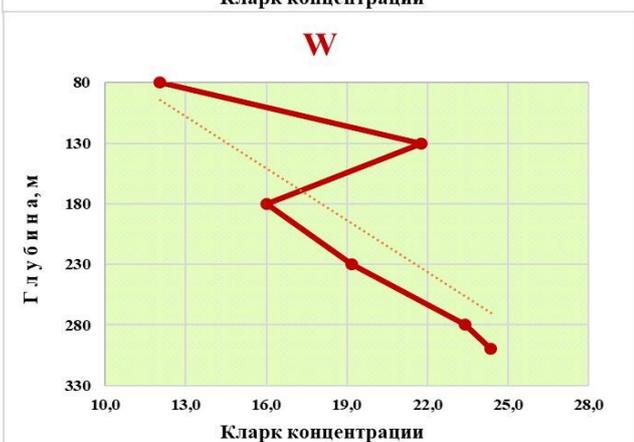
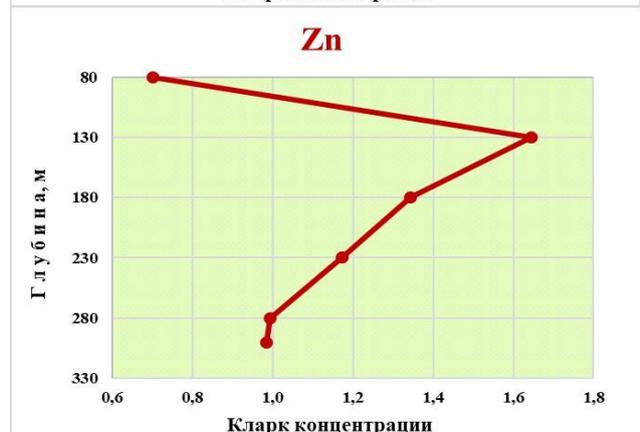
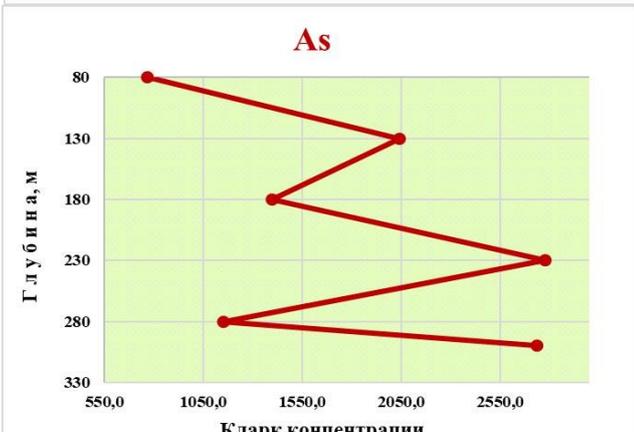
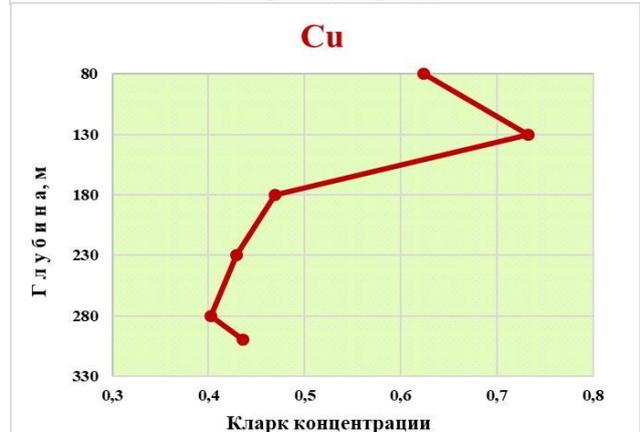
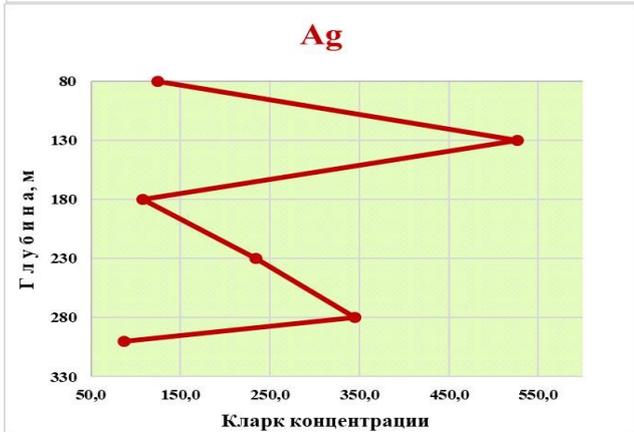
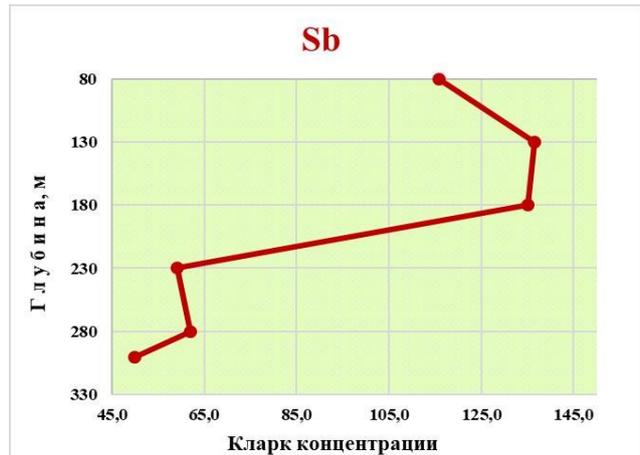
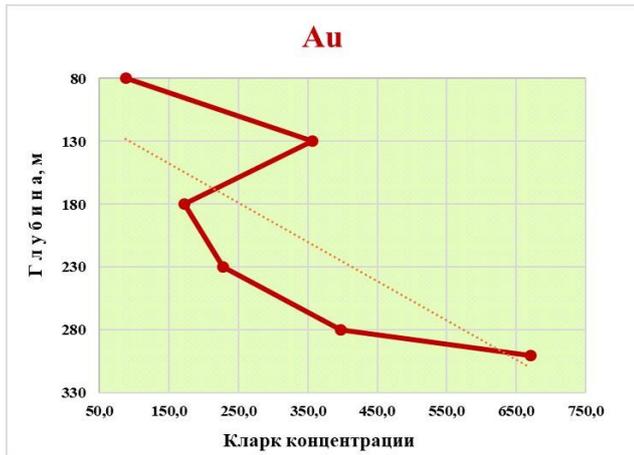
Этапы	Стадии	ПМА	Типоморфные минералы	Распространенность	
Гидротермальный	Карбонатно-силикатная	Карбонат-кварцевая	Кварц, кальцит	+	
	Карбонатно-фторидная	Кварц-кальцит-барит-флюоритовая	Кальцит, кварц, барит, флюорит, целестин	+	
	Сурьмяная	Кварц-антимонитовая	Кварц, антимонит, сурьма, кальцит, киноварь	+	
	Сульфатная	Кварц-барит-галенитовая	Галенит, барит, целестин, халькопирит, кварц, кальцит	+	
	Поздняя окисная	Кварц-гематитовая	Кварц, гематит, кальцит, хлорит	+	
	Золото-серебряная	Собственно серебряная		Серебро самородное, пираргирит, кераргирит, полибазит, аргентит, манган-кальцит, халькопирит, блеклая руда	+++
		Золото-серебряная		Золото, борнит, халькозин, кюстелит халькопирит, кварц, кальцит, электрум,	+++
Золото-гесситовая			Золото, гессит, калаверит, алтаит, сильванит, петцит	++	
Тетрадимит-теллуросвисмутитовая			Тетрадимит, теллуросвисмутит, халькопирит, жозеит, бурнонит, джемсонит	+	
Гидротермальный	Полиметаллическая	Галенит-блеклорудная	Галенит, блеклая руда, сфалерит, кварц, кальцит	+	
		Сфалерит-халькопирит-галенитовая	Сфалерит, халькопирит, галенит, кальцит, хлорит	+	
	Ранне-сульфидная	Халькопирит-висмутитовая	Халькопирит, висмутин, клапротит, виттихенит, борнит, самородный висмут, гладит, эмплектит, бенжаминит	+	
		Пирит-арсенопиритовая с золотом	Кварц, пирит, арсенопирит, золото, кобальтин, энаргит, леллингит, сафлорит, кубанит	+++	
		Халькопирит-пирротиновая	Пирротин, халькопирит, марказит	++	
		Кварц-молибденитовая	Кварц, молибденит, пирит, шеелит, халькопирит	+	
	Вольфраматов	Альбит-шеелитовая	Кварц, альбит, шеелит, вольфрамит, серицит, кальцит	+	
Ранняя окисная	Магнетит-гематитовая	Гематит, магнетит, пирит, эпидот, серпентин	+		
Силикатно-карбонатная	Карбонат-кварц-хлоритовая	Кварц, хлорит, гематит, пирит	+		
Пневмато-гидротермальный	Водных силикатов	Кварц-серицитовая	Кварц, мусковит, серицит, касситерит, олово самородное	+	
		Кварц-турмалиновая	Кварц, турмалин	n/o	
		Эпидот-амфиболовая	Эпидот, актинолит, тремолит, ортоклаз	n/o	
	Безводных силикатов	Волластонит-родонитовая	Бустамит, родонит, волластонит	n/o	
		Гранат-пироксеновая	Пироксен, гранат, магнетит	n/o	

ветствует более поздней золото-серебряной и собственно серебряной ПМА золото-серебряной стадии минералообразования.

На графике изменения кларков концентрации сурьмы по грациям глубин (рис. 4, Sb) также установлен пик в интервале 130-180 м, который связан с собственно серебряной ПМА (табл. 3). По данным минералогических исследований установлено широкое распространение сульфидов серебра, реже антимонита. С глубиной кларк-концентрации сурьмы резко уменьшается, так как сурьма характерный элемент для верхних рудных срезоз.

График серебра очень похож на график свинца. Это видимо связано с тем, что отмечаются высокие содержания серебра в галените в виде примеси, а также эти элементы образуют общие минералы при более поздних стадиях минералообразования.

Графики изменений кларков концентраций вольфрама и мышьяка по грациям глубин очень похожи на график золота, т.е. эти элементы образуют единые или близкие по возрасту ПМА. Результаты корреляции содержания элементов, также показали сильные взаимосвязи между содержаниями золота, вольфрама и мышьяка.



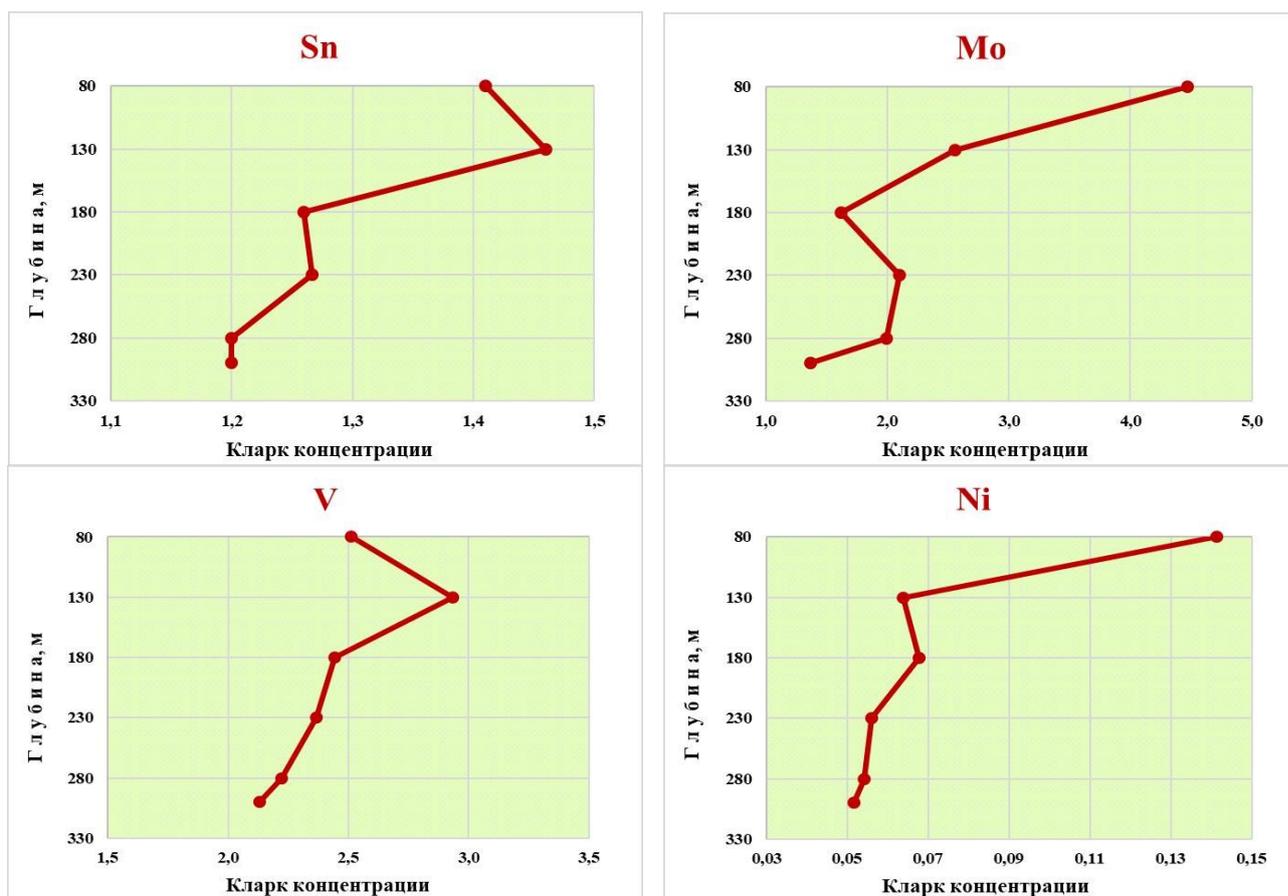


Рис. 4. Изменения кларк концентраций химических элементов по глубинам по данным полуколичественного спектрального анализа

Кларки концентрации меди, свинца и цинка имеют похожие тенденции изменений (рис. 4., Cu, Pb, Zn). Самые высокие кларки концентрации этих элементов установлены на глубинах 80-130 м. С глубиной показатели кларка концентрации этих элементов резко уменьшаются. Это обусловлено отложением этих элементов в верхних срезах рудных зон при поздних стадиях минералообразования, точнее в полиметаллическую стадию минералообразования. Минеральная форма элементов в виде галенита, сфалерита, халькопирита, халькозина, ковеллина, блеклой руды и др.

Всем известно, что на многих рудных объектах олово отмечается как характерный элемент для надрудного среза.

На участке Джасаул, также установлены высокие кларки концентрации олова на верхних горизонтах. В нижних горизонтах кларк концентрации олова резко уменьшается (рис. 4, Sn). Изменения кларков концентраций остальных элементов также приведены в табл. 2 и на рис. 4.

Также часть проб была проанализирована ИСП-масспектрометрическим анализом, с целью более точного определения попутных компонентов. Содержание золота в проанализированных пробах составило от 0,925 г/т до 30,9 г/т, в среднем по 15 пробам составляет 5,1 г/т, серебра 4,5-580 г/т, в среднем 101,3 г/т.

Селен и теллур являются попутными компонентами руд участка Джасаул. Образуют собственные минералы, а также входят в виде примесей в состав основных рудообразующих минералов. Также селен входит в состав основных рудообразующих минералов в виде примесей.

Содержание селена в составе руд и минерализованных пород составляет от 10 г/т до 810 г/т, в среднем по данным ИСП-масспектрометрического анализа 15 проб составляет 90,1 г/т.

Минеральная форма – науманнит (селенид серебра). Также отмечается в виде примеси в арсенопирите (0,12-0,84%), пирите (до 0,04-0,06%), в сульфосоли серебра (2,13-4,9%), блеклой руде (0,67-0,73%), галените (0,53-1,48%). По данным ИСП-масспектрометрического анализа содержание селена в арсенопирите составляет 210 г/т, в углистом веществе 34,0 г/т.

Теллур присутствует в самородном золоте до 0,07-0,41%, арсенопирите до 0,02-0,24%, пирите до 0,03-0,32%, в сульфосоли серебра до 0,13-0,19%. Содержание элемента в составе исходной руды и рудовмещающих пород составляет <0,1-2,5 г/т по данным ИСП-масспектрометрического анализа. По данным ИСП-масспектрометрического анализа в арсенопирите теллур составляет 1,3 г/т, углистом веществе 0,72 г/т.

Кларки концентрации селена и теллура имеют повышающий тренд с глубиной, и по форме их графики очень похожи на график изменений кларка концентрации золота (рис. 5).

По характеру взаимосвязи и распространенности установлены две продуктивные ПМА на участке Джасаул: пирит-арсенопиритовая с золотом раннесульфидной стадии минералообразования и собственно-серебряная золото-серебряной стадии минералообразования.

Минералы промежуточных ПМА, таких как золото-серебряной, золото-гесситовой, галенит-блеклорудной и сфалерит-халькопирит-галенитовой отмечаются в подчиненном количестве или в единичных зернах.

Кроме того, в незначительных количествах установлены минералы поздней окисной (кварц-гематитовой ПМА), сульфатной (кварц-барит-галенитовой ПМА) стадии минералообразования. Рудная минерализация на участке заканчивается сурьмяной стадией, которая представлена кварц-антимонитовой ПМА.

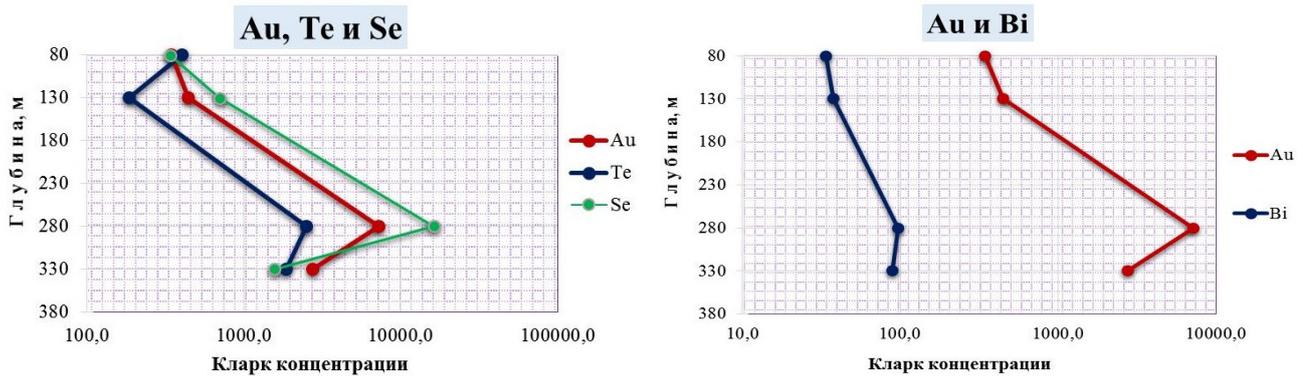


Рис. 5. Графики зависимости изменения кларков концентраций химических элементов по грациям глубин по данным ИСП-масспектрометрического анализа

Таким образом, из приведенного обзора минералогическо-геохимических особенностей золото-серебряного оруденения участка Джасаул отчетливо вырисовывается следующая вертикальная геолого-минералогическая зональность.

Кларки концентрации Mo, V, Ge, Ni, Sn, Sb, Zn уменьшаются с глубиной. Установленный, на графике изменения кларков концентрации, пик сурьмы в интервале 130-180 м связан с собственно серебряной ПМА, среди минералов которой преобладают сульфоантимониды серебра.

На участке Джасаул, установлены высокие кларки концентрации Sn на верхних горизонтах, и с глубиной кларк концентрации Sn резко уменьшается, так как в большинстве рудных объектов олово отмечается как характерный элемент для надрудного среза.

Установленные два пика золота и серебра на глубине 280-330 и 80-130 м связаны с проявлением ранней пирит-арсенопиритовой с золотом ПМА на глубине 280-330 м и золото-серебряной стадией в более верхних горизонтах.

Графики изменений кларков концентраций W и As по грациям глубин очень похожи на график золота и увеличиваются с глубиной, т.е. эти элементы образуют близкие по возрасту ПМА. Рудная минерализация начинается с альбит-шеелитовой ПМА стадии вольфрамов и переходит постепенно в пирит-арсенопиритовую с

золотом ПМА раннесульфидной стадии минералообразования, которая является одной из основных продуктивных ПМА золото-серебряного оруденения.

Минералы полиметаллической стадии минералообразования отмечаются в подчиненном количестве. После полиметаллической стадии развивались золото-гесситовая и золото-серебряная ПМА в незначительном количестве.

Собственно-серебряная ПМА, наряду с пирит-арсенопиритовой с золотом, является одной из продуктивных ПМА. Минералы представлены в основном самородным серебром и сульфоантимонидами серебра.

Участок Джасаул по минеральному составу относится к золото-серебряному геолого-промышленному типу и является аналогом месторождения Нукракон (бывшее Высоковольское) [10]. Кроме основных компонентов, золота и серебра, в составе руд отмечаются повышенные содержания селена и теллура, содержания которых могут иметь практический интерес для попутного извлечения полезных компонентов.

Руда участка Джасаул достаточно богатая, и это связано с широким временным диапазоном минералообразования, минеральным разнообразием и проявлением телескопирования несколько продуктивных ПМА.

Библиографический список:

1. Бетехтин А.Г. Минералогия. – М.: Геол. литература, 1950. – 956 с.
2. Лодочников В.Н. Главнейшие породообразующие минералы. – М.: «Недра», 1974. – 248 с.
3. Рамдор П.М. Рудные минералы и их сростания. – М.: Инос. литература, 1962. – 1132 с.
4. Цой В.Д., Сайитов С.С. Изучение рудных минералов в отраженном свете на примере месторождений Узбекистана. Методическое пособие. – Ташкент, 2016. – 54 с.
5. Челиева Т.Н., Безсмертная М.С., Спиридонов Э.М. и др. Справочник-определитель рудных минералов в отраженном свете. – М.: Недра, 1988. – 504 с.
6. Петровская Н.В. Самородное золото. – М.: «Недра», 1973. – 347 с.
7. Сайитов С.С., Цой В.Д. и др. Изучение вещественного состава метасоматитов и руд разведываемых объектов, связанных с черносланцевыми толщами Западного Узбекистана» на 2018-2021 г. Фонд ГУ ИМП. Книга 1. – 229 с.
8. Цой В.Д., Королева И.В., Сайитов С.С., Булин С.Е. Стадийность гипогенного минералообразования рудных месторождений Узбекистана и её значение при оценке перспективности разведываемых объектов // Геология и минеральные ресурсы. 2020 г. – № 1. – С. 15-18.
9. Войткевич Г.В. Краткий справочник по геохимии. – М.: «Недра», 1977. – 184 с.
10. Рудные месторождения Узбекистана. – Ташкент: ИМП, 2001. – 661 с.

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ УРАНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ ПЕСЧАНИКОВОГО ТИПА БАЛХАШ-ВОСТОЧНОТОКТЫНТАУСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ



Чиникулов Г.Р.,
базовый докторант (PhD)
Института геологии и геофизики
им. Х.М. Абдуллаева, Госкомгеологии РУз.



Жамалова Г.Н.,
мл. науч. сотр.
Института геологии и геофизики
им. Х.М. Абдуллаева, Госкомгеологии РУз.

Maqolada Balxash-Sharqiytoqtintov ma'danli maydonining xomashyo ba'zasi istiqboli keltirilgan. Uran ma'danlari yuqori bo'r va eotsen suvli, o'tkazuvchan jinslarida rivojlangan va katta kenglikni (100 m, bir necha km) tashkil etuvchi ko'pyarusli qatlamlari oksidlanish zonasi bilan bog'langan. Paleozoy jinslari ochilmalari atrofida, parchalangan relief hisobiga intensiv yoriqlashgan zonada atmosfera yog'inlari hisobiga chuqur sirkulyatsiyali yoriqli, yoriqli-plastli, yoriqli-karst suvlari shakllanadi. Madantutuvchi QOZ shakllanishi jarayonida yoriqli va yoriqli-karst suvlarning Toqtintov tog' massividan mezakaynozoy qum va qumtoshlariga sizib o'tish sharoiti katta rol o'ynaydi. Qulay geologik-strukturaviy sharoit bu yerda qatlamlari-infiltratsiyali ma'dan shakllanishini taminladi. Barcha yuqoridagilardan shuni xulosa qilsa bo'ladi, Balxash-Sharqiytoqtintov madanli maydonining boshqa uchastkalarida oldin aniqlangan madantutuvchi gorizontalarda madan xosil qiluvchi QOZning tugallanish qismlarini maqsadli o'rganish xam ko'pyarusli madanlashuvni aniqlash mumkinligini ko'rsatadi.

Tayanch iboralar: Balxash-Sharqiytoqtintov ma'danli maydoni, uran, litologik-geokimyoviy, yer osti ishqorlash usuli, qatlamlari oksidlanish zonasi, yoriqli-karst suvlar, Bukantog' uranma'danli rayoni.

В статье рассматриваются перспективы сырьевой базы Балхаш-Восточно-Токтынтауского рудного поля. Урановое оруденение контролируется многоярусными зонами пластового окисления, имеющими, большую ширину (сотни метров, первые километры) и развивающимися в проницаемых породах верхнемеловых и эоценовых водоносных горизонтов. В пределах выходов палеозойских пород, благодаря расчлененному рельефу в зоне интенсивной трещиноватости за счет выпадающих атмосферных осадков формируются трещинные, трещинно-пластовые и трещинно-карстовые воды с глубокой циркуляцией. В процессе формирования рудоносной ЗПО большое значение имеют и условия инфильтрации трещинных и трещинно-карстовых вод с горного массива Токтыныктау в пески и песчаники мезокайнозойских отложений. Благоприятная геолого-структурная обстановка обусловила здесь формирование пластово-инфильтрационного оруденения. Все вышеизложенное, позволяет сделать вывод о том, что целенаправленное изучение выявленных рудомещающих горизонтов позволит установить многоярусность оруденения в связи с выклиниванием ЗПО на других участках Балхаш-Восточно-Токтынтауского урановорудного поля.

Ключевые слова: Балхаш-Восточно-Токтынтауское урановорудное поле, уран, литолого-геохимический, способ подземного выщелачивания, зона пластового окисления, Букантауский урановорудный район.

Балхаш-Восточно-Токтынтауское урановорудное поле, открытое в 50-60 гг. прошлого столетия Краснохолмским ПГО, является сырьевой базой Узбекистана для добычи урана способом скважинного подземного выщелачивания [1]. Его сырьевой потенциал связан с урановыми рудами «песчаникового» типа, локализованными в проницаемых обводнённых песчаных отложениях верхнего мела, среднего эоцена и верхнего эоцена. Развитие сырьевой базы урана района в перспективе должны обеспечить геологоразведочные работы, которые активно осуществляются в северных и северо-восточных обрамлениях массива Токтыныктау.

Первые сведения об ураноносности отложений осадочного чехла в пределах Балхаш-Восточно-Токтынской площади получены в 1958 г. в результате работ Джетымтауской партии Краснохолмской экспедиции по мезо-кайнозойскому обрамлению гор Джетымтау. Однако ввиду ограниченного объёма бурения и относительно малых глубин скважин (до 150 м) вопрос о потенциальной рудоносности отложений мела и палеогена в связи с развитием зон пластового окисления в пределах рудного поля остался до конца не выясненным.

В 1961 г. специализированные исследования на уран на северо-востоке Центральных Кызылкумов были начаты силами Токтынской

партии № 105, которая провела поиски бурением (МБ 1:200 000) на площади порядка 3 000 км² (от колодца Муллалы на западе до поселка Бирлик на востоке) по всему разрезу пород верхнего мела и палеогена.

В результате этих работ была однозначно установлена потенциальная ураноносность практически всех сероцветных песчаных горизонтов мела и палеогена (от нижнего турона до верхнего эоцена включительно), причем в отложениях нижнего, верхнего турона, сенона, нижнего и среднего эоцена было выявлено (в связи с ЗПО) забалансовое урановое оруденение (рудопроявления Балхаше, Баймин и др.).

Балхаше-Восточнотоктынская площадь расположена на восточном фланге Букантауского урановорудного района, окаймляя с востока и юго-востока и юга низкорогное поднятие Токтыныктау (рис. 1). В структурном плане Балхаше-Восточнотоктынская площадь тяготеет к восточному периклинальному замыканию и южному крылу Токтыныктауской антиклинали, в сводовой части которой выходят на поверхность породы складчатого фундамента [2]. Простирание антиклинали субширотное; протяженность порядка 60-70 км, углы падения пород мела и палеогена (в пределах восточного замы-

кания структуры) 3-8⁰. Широко проявлена разрывная тектоника. Большинство разломов (типа взбросов) имеет субширотное и северо-восточное простирание с амплитудами смещения блоков до 150-200 м. К югу от Токтыныктауской антиклинали располагается крупная синклиальная складка, известная под названием Ергашкудукского прогиба [3]. Простирание ее также близко к субширотному. Углы падения отложений осадочного чехла колеблются обычно в пределах 2-5⁰. Максимальные глубины залегания складчатого фундамента (в пределах северного крыла складки) достигают 800-1000 м.

В геологическом строении данной территории принимают участие породы двух структурных этажей, разделенных региональной поверхностью несогласия.

Нижний структурный этаж – складчатый фундамент, представлен интенсивно дислоцированными осадочно-метаморфическими отложениями верхнего протерозоя-палеозоя (от рифея до среднего карбона включительно), выходящими на поверхность в районе низкогорных поднятий Токтыныктау, Джетымтау II и др.

Наиболее древними из них являются сланцы, амфиболиты в кремнистые породы верхнего рифея (R₃), слагающие небольшие останцы складчатого фундамента к востоку от массива Джетымтау II.

Выше по разрезу залегает мощная толща сланцев, кварцитов, песчаников, гравелитов, конгломератов и туфов венда – нижнего палеозоя, внутри которой, в свою очередь, выделяются отложения венда – нижнего кембрия (V-E₁), нижнего-среднего ордовика (O₁-O₂), низов среднего ордовика (O₂¹), среднего-верхнего ордовика (O₂-O₃), верхнего ордовика - нижнего силура (O₃-S₁) и ландоверийского яруса нижнего силура (S₁). Этот комплекс пород слагает южную часть поднятия Джетымтау II, а также ряд более мелких палеозойских массивов к северо-западу от Балхаше-Восточнотоктынского рудного поля.

Отложения девона и низов карбона (пачки D₁²-D₂, D₂gv, D₂fc, D₃fm-C₁t), также выходят на поверхность в районе Джетымтауской группы поднятий, где они представлены довольно мощной толщей преимущественно серых мраморизованных известняков и доломитов с подчиненными прослоями аргиллитов, алевролитов, конгломератов, слюдястых сланцев и карбонатных песчаников.

Заканчивается разрез палеозоя комплексом терригенно-карбонатных осадков и эффузивов нижнего-среднего карбона (пачки C₁sg-C₂l₁, C₂m₁²-C₂m₂), которые полностью слагают палеозойский массив Токтыныктау, ряд более мелких безымянных поднятий складчатого фундамента, а так же северо-восточные склоны горной гряды Джетымтау II. Суммарная мощность отложений верхнего рифея-палеозоя составляет в пределах данного региона ~5-10 км.

Верхний этаж – осадочный чехол, образован слабо дислоцированным комплексом осадочных отложений мезозойских и кайнозойских эпох. В основании разреза осадочного чехла, как правило, залегают красноцветные подгорноверные отложения сеномана – K₂s (алевролиты, паттумы, гравелиты и т.д.), мощность которых колеблется от 0 до 15-20 м.

Выше повсеместно отмечается толща мелководноморских преимущественно сероцветных алевролитистых глин, алевролитов, песков и песчаников нижнего турона (K₂t₁), внутри которой, в свою очередь, выделяются три горизонта (учкудукский, джерантуйский и кендыктыбинский). Суммарная мощность нижнетуронских отложений обычно составляет 50-110 м.

Нижний турон с размывом, а в отдельных случаях и с угловым несогласием перекрывается ритмопачкой пестроцветных и серых аллювиальных и делювиально-пролювиальных песков, песчаников и алевролитов верхнего турона (K₂t₂), известной на севере Кызылкумов под названием тайкаршинского горизонта [4]. Мощность этого комплекса пород колеблется в достаточно широких пределах (от 40-50 до 90-100 м), увеличиваясь в целом в восточном направлении.

Отложения коньяк-сантона (K₂k-st) образуют соответственно вторую и третью ритмопачки аллювиально-пролювиальной континентальной толщи верхнего турона - нижнего сенона.

Они также представлены пестроцветными и серыми глинами, алевролитами, песками, песчаниками и гравелитами, накопление которых шло, в основном, в условиях субаридного климата.

Суммарная мощность отложений нижнего сенона в целом увеличивается к востоку (в сторону Сырдарьинской депрессии), достигая в отдельных случаях 250-300 м.

Заканчивается меловой разрез пачкой преимущественно сероцветных мелководноморских песков, карбонатных песчаников, ракушняков и глин верхнего сенона (кампамастрихта K₂km-m) общей мощностью до 60-80 м.

Палеогеновый комплекс пород (накопление которого практически полностью происходило в условиях крупномасштабной морской трансгрессии) развит в пределах Балхаше-Восточнотоктынского рудного поля достаточно широко, выполняя в основном наиболее погруженные части синклинальных структур.

В основании палеогена (правда лишь на юго-восточном фланге данной территории) залегает пачка зеленовато-серых глин, алевролитов, известняков, гипсов и ангидритов нижнего палеоцена (дат - нижнего палеоцена K₂d-P₁) мощностью ~15-20 м.

Выше по разрезу идут карбонатные песчаники и известняки верхнего палеоцена (P₁²), которые сменяются песками и глинами нижнего эоцена (P₂¹), а те, в свою очередь, мергелями, мергелистыми глинами и песками среднего эоцена (P₂²). В пределах восточного фланга Балхаше-Восточнотоктынского рудного поля комплекс отложений среднего эоцена

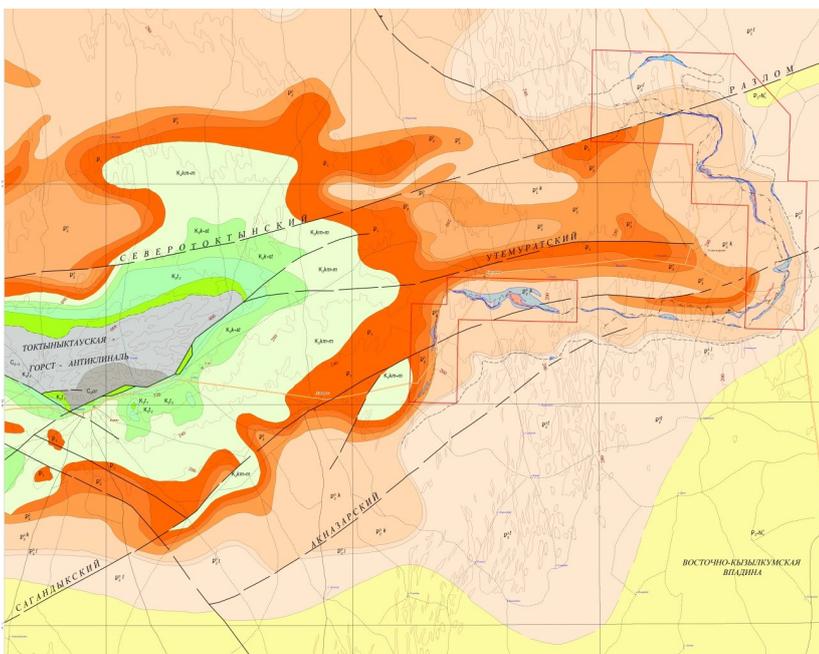


Рис. 1. Геологическая карта восточного обрамления гор Токтыныктау

имеет четко выраженное трехчленное строение (нижняя пачка мергелей – P_2^2 м; песчаная пачка P_2^2 и верхняя пачка мергелей – P_2^2 м²). Заканчивается разрез эоцена толщей зеленовато-серых глин P_2^3 , среди которых отмечаются прослои и линзы песков и песчаников. Эти толщи расчленяются, в свою очередь на три горизонта (керизский - P_2^{3k} , льявляканский - P_2^{3l} и токтынский - P_2^{3t}). Керизский и токтынский горизонты сложены в основном алевритистыми глинами, в то время, как в льявляканском горизонте преобладают песчаные разности пород.

На размытой поверхности верхнеэоценовых отложений фрагментарно залегают заглисованные пестроцветные глины и алевролиты олигоцена – нижнего миоцена ($(P_3-N_1^1)$), известные в пределах Центральных Кызылкумов под названием сарбатырской свиты. Суммарная мощность осадков палеогена – нижнего миоцена обычно колеблется от 100 до 200 м, увеличиваясь в целом в юго-восточном направлении.

Венчается разрез мезо-кайнозоя комплексом континентальных отложений верхнего плиоцена и антропогена (розовато-коричневые и желтовато-серые пески, песчаники, алевролиты, суглинки и т.д.), залегающих с размывом и резким угловым несогласием как на породах складчатого фундамента, так и различных горизонтах осадочного чехла (мел, палеоген, олигоцен-нижний миоцен). Их суммарная мощность достигает в отдельных случаях 100-150 м.

Наиболее продуктивные зона пластового окисления в пределах Балхаше-Восточнотоктынского рудного поля были установлены в песчаных горизонтах кампан-маастрихта, среднего и верхнего эоцена, где с ними связаны многочисленные проявления урана.

Зона пластового окисления в отложениях верхнего мела (кампан-маастрихта) развивается в основном на востоке Балхаше-Восточнотоктынского рудного поля, где с ней связано промышленное урановое оруденение (рис. 1).

Учитывая достаточно большую мощность потенциально рудоносного горизонта (до 50-55 м), выклинивание зоны пластового окисления происходит зачастую в виде нескольких языков, разобщенных первично сероцветными (эпигенетическинеизмененными) породами. При этом следует также отметить, что в разрезе отложений кампан-маастрихта широко развиты реликты древней (предпалеогеновой) зоны поверхностного окисления, недовосстановленной в процессе трансгрессии палеогенового морского бассейна, что существенно затруднило изучение рудоносности этой ЗПО на стадии проведения поисковых работ [3]. Фронт выклинивания ЗПО протяженностью порядка 50 км огибает с востока и юго-востока палеозойский массив Токтыныктау, удаляясь от выходов отложений кампан-маастрихта под плиоцен-четвертичные осадки на 10-15 км (рис. 1).

Глубины выклинивания ЗПО обычно не превышают 150-200 м. Рудовмещающими отложениями являются серые и мелкозернистые пески рыхлые песчаники с содержанием Fe вал в пределах 0,5% ($Fe^{+2} \gg Fe^{+3}$) и $S_{орг}$ до первых сотых долей процента.

Мешковая часть оруденения в кампан-маастрихте (с промышленными параметрами) в процессе бурения (из-за недостаточной детализации фронта выклинивания ЗПО) была вскрыта лишь одной скважиной, хотя в целом потенциальная продуктивность этой зоны в пределах восточного фланга Балхаше-Восточнотоктынского рудного поля и в настоящее время представляет определенный интерес.

Наиболее масштабное урановое оруденение в палеогене установлено в песчаной пачке среднего эоцена, мощность которой достигает в отдельных случаях 15-20 м. Пески характеризуются, как правило, хорошей проницаемостью и кварцевым составом. Цвет неокисленных песков обычно серый, темно-серый, содержание валового железа 0,45-0,82%. Содержание урана в неокисленных песках колеблется от 1,9 до $8,7 \cdot 10^{-4}$ %. Протяженность зоны пластового окисления в отложениях среднего эоцена составляет порядка 65 км, что отвечает площадному распространению пачки песков в этом горизонте. Глубины выклинивания ЗПО колеблются в пределах 50-130 м, увеличиваясь в целом в северо-восточном направлении.

Наиболее крупные рудные тела выявлены на крайнем северо-востоке и центральной части площади. Помимо основных залежей по фронту выклинивания ЗПО установлен также ряд более мелких рудных тел с относительно бедным и невыдержанным урановым оруденением.

В отложениях верхнего эоцена (лявляканский горизонт) пластовое окисление установлено практически везде в пределах изученной территории, однако урановое оруденение в связи с ЗПО выявлено лишь на ее северо-восточном фланге на глубинах 70-90 м. Помимо классического уранового оруденения, контролируемого ЗПО, в отложениях осадочного чехла отмечаются и урановые проявления иного генетического типа, связанные с древней (предпалеогеновой) зоной поверхностного окисления, а также приуроченные к глинам нижнего и мергелям среднего эоцена, обогащенным фосфатизированной органикой (уран-редкометалльная рудная формация, по Деминой Т.Я., 1990 г.).

Гидрогеологические условия рудного поля определяются ее геологическим строением, орографическими и климатическими особенностями.

В пределах выходов палеозойских пород, благодаря расчлененному рельефу в зоне интенсивной трещиноватости за счет выпадающих атмосферных осадков формируются трещинные, трещинно-пластовые и трещинно-карстовые воды с глубокой циркуляцией. В процессе формирования рудоносной ЗПО большое значение имеет и условия инфильтрации трещинных вод с горного массива Токтыныктау в пески и песчаники мезокайнозойских отложений.

По результатам анализа, в пределах Балхаше-Восточнотоктынтауского урановорудного поля, урановое оруденение контролируется многоярусными зонами пластового окисления, имеющими, большую ширину (сотни метров, первые километры) и развивающимися в проницаемых породах верхнемелового и эоценового водоносных горизонтов. Благоприятная геологическая обстановка обусловила здесь формирование пластово-инфильтрационного оруденения.

Необходимо также отметить небольшие глубины областей выклинивания ЗПО (до 150 м), что существенно увеличивает перспективы Юго-Балхаше-Восточнотоктынтауского урановорудного поля.

Все вышеизложенное, позволяет сделать вывод о том, что целенаправленное изучение выявленных рудовмещающих горизонтов позволит установить многоярусность оруденения в связи с выклиниванием ЗПО на других участках Балхаше-Восточнотоктынтауского урановорудного поля.

Библиографический список:

1. Каримов Х.К., Бабаноров Н.С., Боровин К.Г. и др. Учкудукский тип урановых месторождений Республики Узбекистан. – Ташкент: «Фан», 1996 г. – 334 с.
2. Рудные месторождения Узбекистана. – Ташкент: Гидроингео, 2001 г. – 611 с.
3. Гольдштейн Р.И., Боровин К.Г., Натальченко Б.И. и др. Металлогения артезианских бассейнов Средней Азии. – Ташкент: Фан, 1992 г. – 272 с.
4. Яжвин А.А. Поиски и разведка урановых месторождений. – Москва, 1961 г. – 480 с.

МЕТОД КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕМОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БИРЮЗЫ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ



Садькова Л.Р.,
заведующая лабораторией
«Геодинамика, моделирование
геологического строения и процессов»
Института геологии и геофизики
им. Х.М. Абдуллаева, д.г.-м.н., проф.



Нуртаев Д.Б.,
стажер-исследователь
Института геологии и геофизики
им. Х.М. Абдуллаева

Ushbu maqolada spektroskopik kombinasion tarqalish uslubi yordamida feruzaning o'xshashligi ko'rib chiqildi. Markaziy Qizilqumning Oltintov, Auminzatov, Ayakoshi, Yomon-qashqir to'rtta foydali qazilma konlari bo'yicha 16ta namunaning Ramanovskiy spektrlarining o'zaro umumiy va shaxsiy belgilari taqqoslandi va shu bilan birga spektral tavsiflash orqali bo'linish imkoniyatlari va zichligi o'rganib chiqildi. Kuzatilgan Ramanovskiy spektri chuqqlari PO_4 tetraedri bog'lamlarining cho'zilishi va egilishdagi tebranishlarga, mis va alyuminiy ionlariga, suv molekulari va ion gidroksidlariga bog'liqligi kuzatildi.

Tayanch iboralar: feruza, fosfat, gidroksil-ion, Ramanovskiy spektrometriyasi, cho'zilish tebranishi, egilish tebranishi, elementar katak, raman tarqalishi, kristallar tuzilishi, suv molekulas, mis, alyuminiy.

В данной статье рассмотрен метод спектроскопии комбинационного рассеяния для идентификации бирюзы. Рамановские спектры шестнадцати образцов бирюзы из четырех месторождений Центральных Кызылкумов – Алтынтау, Ауминзатау, Аякаши, Джаман-Каскыр, были изучены и сопоставлены между собой на выявление общих и индивидуальных черт, а также на возможность разделения по спектральным характеристикам в зависимости от цвета и плотности камня. Наблюденные пики рамановского спектра относятся к колебаниям растяжения и изгибания связей тетраэдра PO_4 , ионов меди и алюминия, молекул воды и гидроксил-ионов.

Ключевые слова: бирюза, фосфат, гидроксил-ион, Рамановская спектрометрия, колебания растяжения, колебания изгиба, элементарная ячейка, рамановское рассеяние, кристаллическая структура, молекулы воды, медь, алюминий.

Рамановская спектроскопия или спектроскопия комбинационного рассеяния (КР) – это спектроскопический метод исследования, используемый для определения колебательных мод молекул и вибрационных мод в твердых телах, который также служит для определения вращательных и других низкочастотных мод систем [1]. Теоретической основой метода является эффект неупругого рассеяния квантов света при облучении поверхности образца, этот эффект был назван в честь индийского ученого-первооткрывателя Рамана Ч.В. (1928).

Методика проведения снятия Рамановского спектра является следующей: на поверхность образца направляется лазерный луч в импульсном режиме. Лазерное излучение воздействует на колебания атомов в молекулах, вызывая сдвиг энергии фотонов лазера (рамановский сдвиг). Основная часть энергии уходит на релеевское упругое рассеяние, и лишь небольшая часть энергии переходит в Рамановское рассеяние. Рамановское рассеянное излучение от облученной поверхности образца собирается линзой и проходит через монохроматор. Релеевское рассеянное излучение на длине волны, соответствующей длине волны лазера, отфильтровывается фильтром, в то время как остальная часть собранного света попадает в детектор. По измерению величины рамановского сдвига происходит построение Рамановского спектра в вычислительном устройстве.

Первые Рамановские спектрометры использовали газоразрядные лампы накачки в качестве источника монохроматического излу-

чения и фотоумножители в качестве детекторов, характеризующихся недостаточно высокой интенсивностью излучаемого света и плохой чувствительностью детектора, из-за чего процесс измерения Рамановского спектра занимал весьма длительное время с существенным наложением шума на сигнал. С развитием научно-технического прогресса, в качестве источников стали основой лазеры видимого, ближнего инфракрасного и ультрафиолетового света, фотоумножители заменили более чувствительные ПЗС-матрицы, были разработаны фильтры, в результате чего, процесс измерения Рамановского спектра стал более точным, быстрым и достоверным. Благодаря развитию Рамановской спектрометрии, она стала незаменимой для неразрушающего исследования разнообразных веществ в научных и производственных целях.

Бирюза, как минерал, является древнейшим из известных человеку драгоценным камнем. Она использовалась как ювелирное украшение еще во времена неолита [2] на территории Узбекистана и 70 веков назад в Древнем Египте [3, 4]. Бирюза также востребована и в наше время. Источники высококачественной бирюзы ограничены и поэтому этот камень часто облагораживают (достаточно легко, благодаря пористости минерала) [4, 5]. Большая часть ювелирной бирюзы была подвержена облагораживанию, поэтому развитие неструктурных методов изучения является важным для определения облагораживаний и имитаций [6-9]. Бирюза является одним из древнейших подделываемых драгоценных камней: имитации производят из различных смол, фарфора, окрашивания ховлита, методом

«склеивания» кусочков природной бирюзы полимерами [10]. Рамановская спектроскопия позволяет отделить имитацию от настоящего камня [11].

Основная цель данной статьи состоит в рассмотрении Рамановских спектров образцов бирюзы месторождений Центральных Кызылкумов и соотнести спектры с молекулярной и кристаллической структурой. Также в цель статьи входит определение возможности нахождения связи спектра с местом происхождения, цветом и структурой бирюзы, поэтому для изучения были отобраны образцы с разных месторождений, разных цветов и разной плотности.

Бирюза – минерал группы основных фосфатов. Химический состав по Э.С. Дэна $\text{CuO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Теоретический состав в (%): P_2O_5 – 34,12; Al_2O_3 – 36,84; CuO – 9,57; H_2O – 19,47. Обычно формула бирюзы приводится по Шаллеру: $\text{CuAl}_6 \cdot (\text{PO}_4)(\text{OH})_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, медь и алюминий могут заменяться на двух- и трехвалентное железо, соответственно, с переходом в железистый фосфат рашлеит. При содержании железа от 10-20% бирюза переходит в минерал флешит, 30-40% это уже халькосидерит или алюмохалькосидерит. Также есть цинкосодержащая бирюза или минерал фаустит, где частично медь замещена цинком от 0,2-1%. В некоторых месторождениях бирюзы химическими анализами установлены малые содержания оксидов магния, марганца, мышьяка, серы и органических веществ. Образуется как в виде плотных массивных или скрытокристаллических агрегатов, так и в виде прожилок, примазок, желвачков и корочек. Твердость 5-6 у плотных разновидностей, и 2-3 у мелоподобных, спайность практически отсутствует. Излом слегка раковистый у плотных разновидностей и неровный у более мягких. Минерал образуется в зонах окисления богатых фосфором и медью алюмосиликатных пород медно-порфировой формации и в метаморфически преобразованных породах [12].

Параметры элементарной ячейки бирюзы были определены Грэхемом [13]. Кристаллическая структура была определена Количем и Гистером [14]. Кристаллическая структура бирюзы состоит из CuF_6 октаэдра, где $\text{F}=2\text{H}_2\text{O}$ и 4 OH^- , двух AlF_6 октаэдров с 3 OH^- , 1 H_2O и 2 O^{2-} , и одного AlF_6 октаэдра с 4 O^{2-} и 2 OH^- , и двух симметрично разных $(\text{PO}_4)^{3-}$ тетраэдров [14].

Методы. Изученные образцы бирюзы были отобраны со следующих проявлений: Алтынтау, Ауминзатау, Аякаши, Джаман-Каскыр (рис.1). Подробная информация по этим месторождениям приведена в литературном источнике [15]. Из 16 изученных образцов, в статье выделены 4 образца со всех месторождений как эталонные. Фотографии данных образцов приведены на рис. 3.

С образцов были отобраны пробы чистой бирюзы и изучены на Рамановском спектрометре EnSpectr R532, оборудованным 532 нм лазером, фильтром и CCD-детектором (3648 пикселей). Спектральный диапазон 160 см^{-1} – 4000 см^{-1} , разрешение – $4\text{--}6\text{ см}^{-1}$ [16]. Разница в интенсивности полученных спектров объясняется малыми различиями в ориентации кристаллов.

Обработка спектра (очистка от шума, коррекция) производилась в оригинальном программном обеспечении спектрометра EnSpectr GREEN.

Результаты и обсуждение. Кристаллическая структура минерала бирюзы состоит из одного симметрически разного CuO_6 октаэдра, двух структурно разных AlO_6 октаэдров и двух симметрично разных PO_4 октаэдров. Они составляют плотную

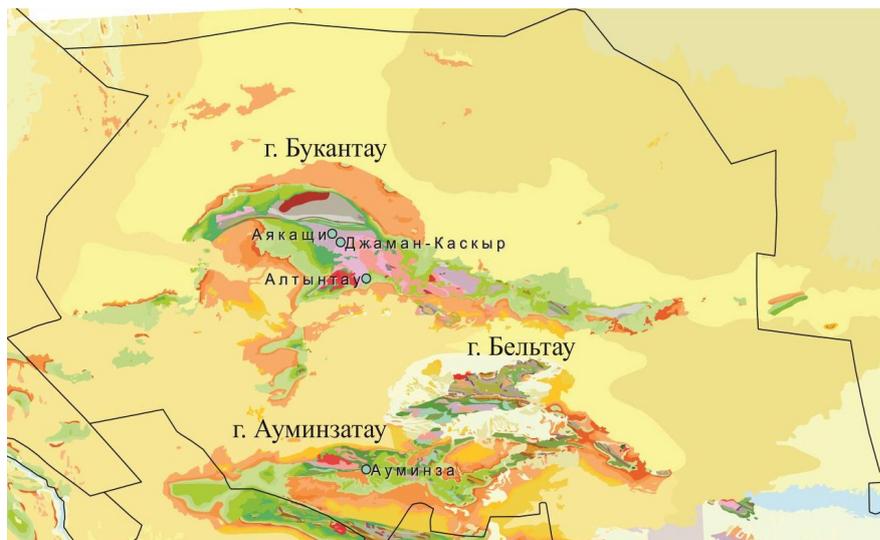


Рис. 1. Схема расположения месторождений бирюзы

- Н
- Cu
- O
- P
- Al

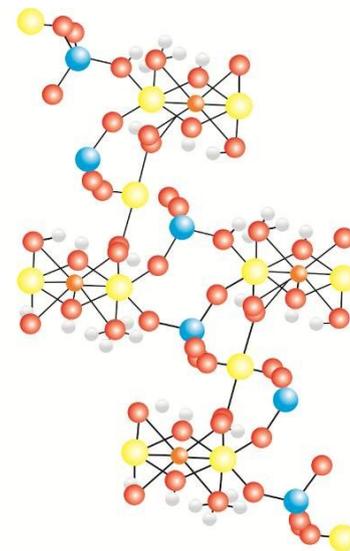


Рис. 2. Молекулярная структура бирюзы

трехмерную структуру, которая укреплена сильной системой водородных связей. В кристаллическую структуру входят две структурно неэквивалентные молекулы воды и четыре структурно неэквивалентных гидроксил-иона [14] (рис. 2). Интерпретация изученного Рамановского спектра базируется на материалах публикации Frost *et al.* [17] и Nakamoto [18].

Согласно Накамото, октаэдральным единицам XY_6 характерны 6 нормальных вибраций, из которых ν_1 (A_1g), ν_2 (Eg) и ν_3 (F_{1u}) являются колебаниями растяжения, а ν_4 (F_{1u}) и ν_5 (F_{2g}) являются колебаниями изгиба.

Свободный анион $(\text{PO}_4)^{3-}$ имеет тетраэдральную симметрию T_d , для которого характерно 9 нормальных вибраций, характеризующихся четырьмя различными модами колебаний: ν_1 (A_1) симметричное колебание растяжения, ν_2 (δ) (E) – дважды вырожденное колебание изгиба, ν_3 (F_2) – трижды вырожденное антисимметричное колебание растяжения, и ν_4 (δ) (F_2) – трижды вырожденное колебание изгиба.

Фотографии приведенных в статье образцов приведены на рис. 3



Рис. 3. Фотографии приведенных в статье образцов

Все Рамановские спектры изученных образцов указаны на рис. 4-8. Спектр представляет собой положение колебаний и их относительную интенсивность. В спектре достаточно большую часть занимают области с малой и околонулевой интенсивностью, поэтому имеет смысл описывать только области, имеющие большую интенсивность и характеризующие составные части минерала. Изученные пики интенсивности Рамановского сдвига весьма близки к пикам спектров образцов из международной онлайн-базы спектров минералов RRUFF (R50225, R50418 и R50554), а также образцов китайской бирюзы [19].

Область спектра 4500 – 3500 см (рис. 4). Для большей части образцов, в данной области характерны два пика высокой интенсивности. В иностранной литературе нет информации об интенсивности в данной области спектра. Предположительно, оба пика могут относиться к колебаниям растяжения ν_1 гидроксил-ионов и молекул воды.

Область спектра 3500 – 2000 см (рис. 5). Пики Рамановского спектра на 3477 (Аякаши), 3503, 3475 (Алтынтау), 3473 (Ауминза), 3508, 3472 см (Джаман-Каскыр) связаны с колебаниями растяжения ν OH и относятся к связанным водородной связью симметрично разным гидроксилам OH. Пики рамановского спектра на 3240, 3072 (Алтынтау), 3275 (Ауминза), 3447, 3300 см (Джаман-Каскыр), связаны с колебаниями растяжения ν OH связанным водородной связью симметрично разным молекулам воды. Слабые пики спектра на 2655, 2299 см (Джаман-Каскыр) связаны с органическими примесями.

Область спектра 2000 – 1000 см (рис. 6). Пик Рамановского спектра на 1573 см (Аякаши) связан с колебаниями изгиба ν_2 (δ) OH симметрично разных связанных водородной связью молекул воды. Наблюдающийся пик на 1512 см (Джаман-Каскыр) относится к комбинационным интервалам.

Пики Рамановского спектра на 1163, 1105 (Аякаши), 1162, 1108 (Алтынтау), 1163, 1104 (Ауминза), 1155, 1108 см (Джаман-Каскыр) относятся к раздельным трижды вырожденным ν_3 антисимметричным колебаниям растяжения молекулы $(PO_4)^{3-}$.

Пик самой высокой интенсивности наблюдается у всех образцов на интервале 1037-1042 см, связан с ν_1 симметричным колебанием растяжения молекулы $(PO_4)^{3-}$ и является характерным для всех фосфатных минералов группы бирюзы.

Область спектра 1000 – 800 см (рис. 7). Две группы пиков интенсивности на 923 (Аякаши), 930 (Алтынтау), 986 (Унгурликан) и на 809 (Аякаши), 814 (Ауминза), 809 см (Джаман-Каскыр) могут быть связаны с колебаниями изгиба цепочек δ Al-OH и δ Cu-OH.

Область спектра 800 – 100 см (рис. 8). Голова и плечи кривой интенсивности на 642, 599, (Аякаши), 645, 592, 549 (Алтынтау), 645, 589, 550 (Ауминза), 640, 590 см (Джаман-Каскыр) относятся к раздельным трижды вырожденным ν_4 (δ) $(PO_4)^{3-}$ колебаниям изгиба. Некоторые из этих вершин могут также относиться к колебаниям изгиба Al(O,OH) и колебаниям растяжения Si-O, возможно перекрытие этих колебаний.

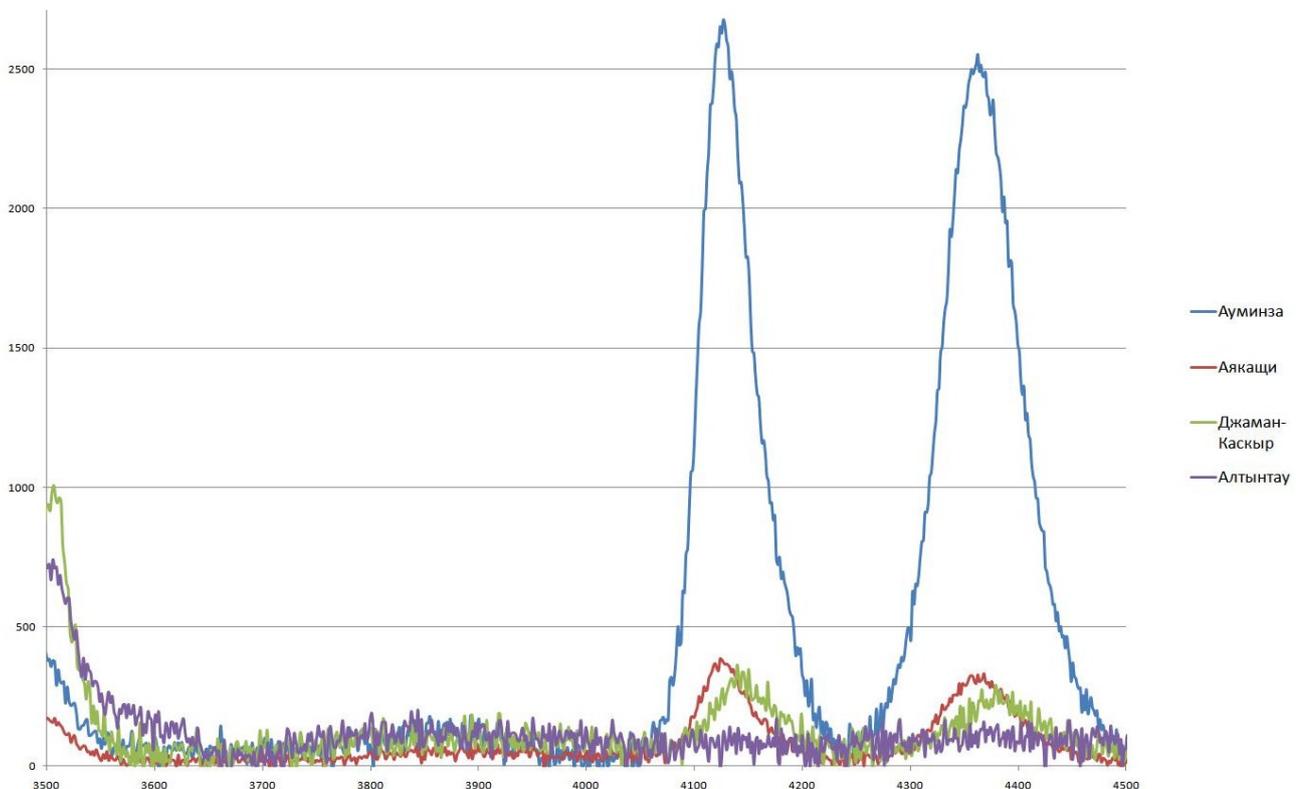


Рис. 4. Рамановский спектр образцов бирюзы в области 3500-4500 см

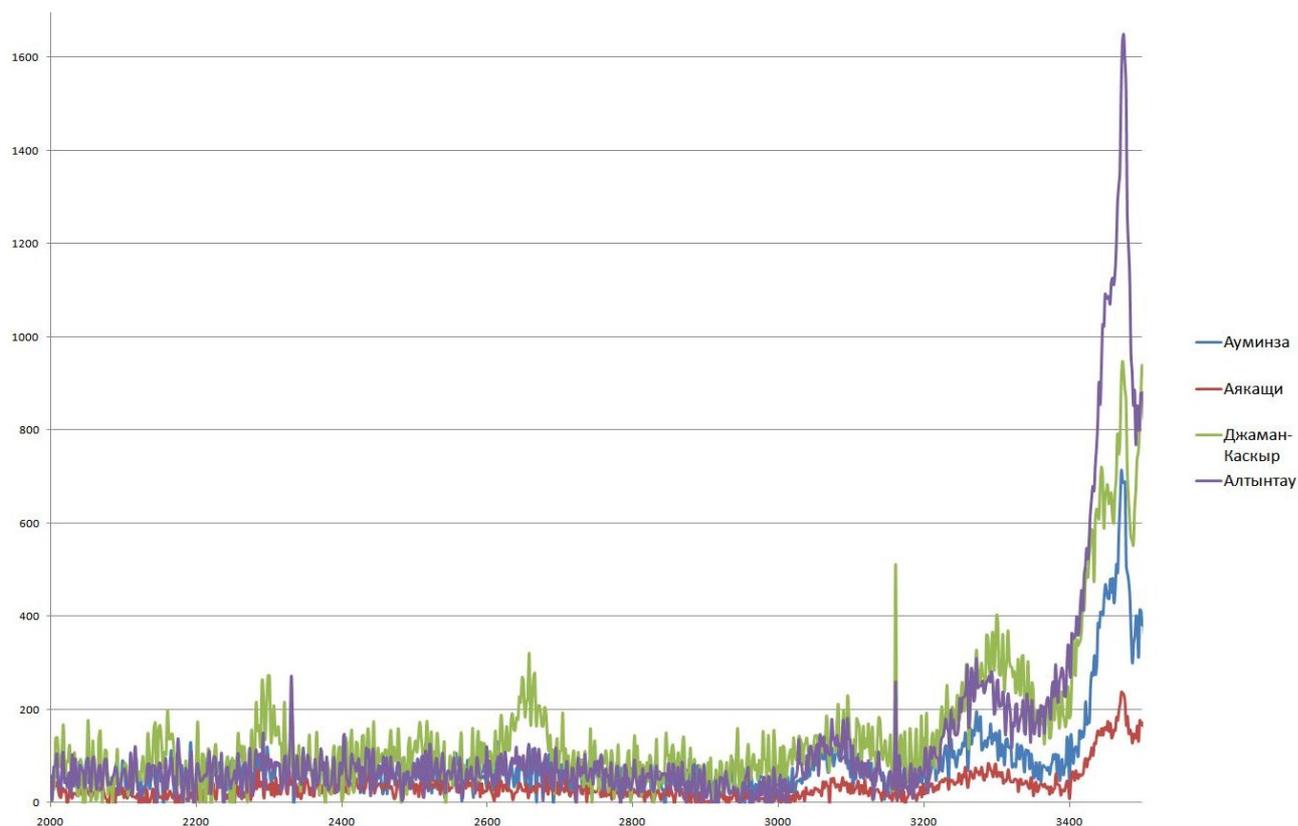


Рис. 5. Рамановский спектр образцов бирюзы в области 2000-3500 см

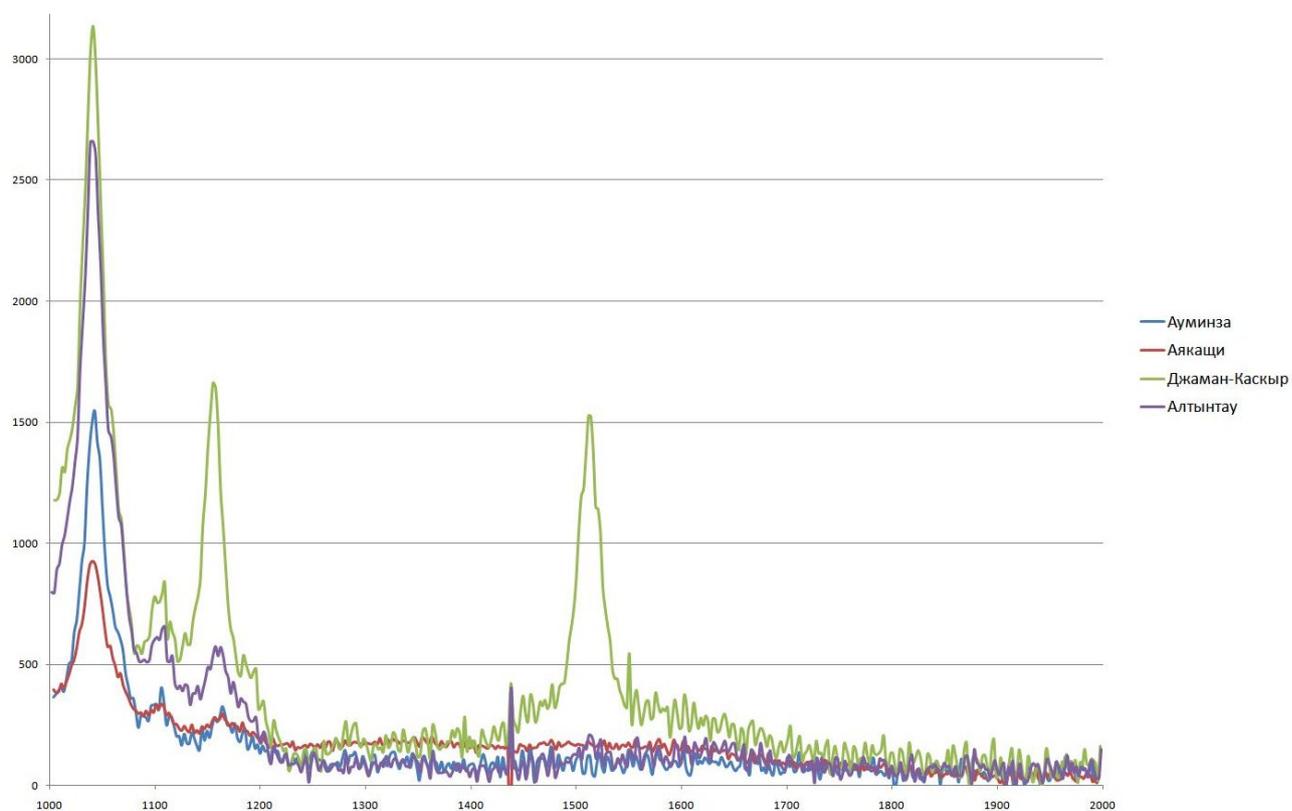


Рис. 6. Рамановский спектр образцов бирюзы в области 1000-2000 см

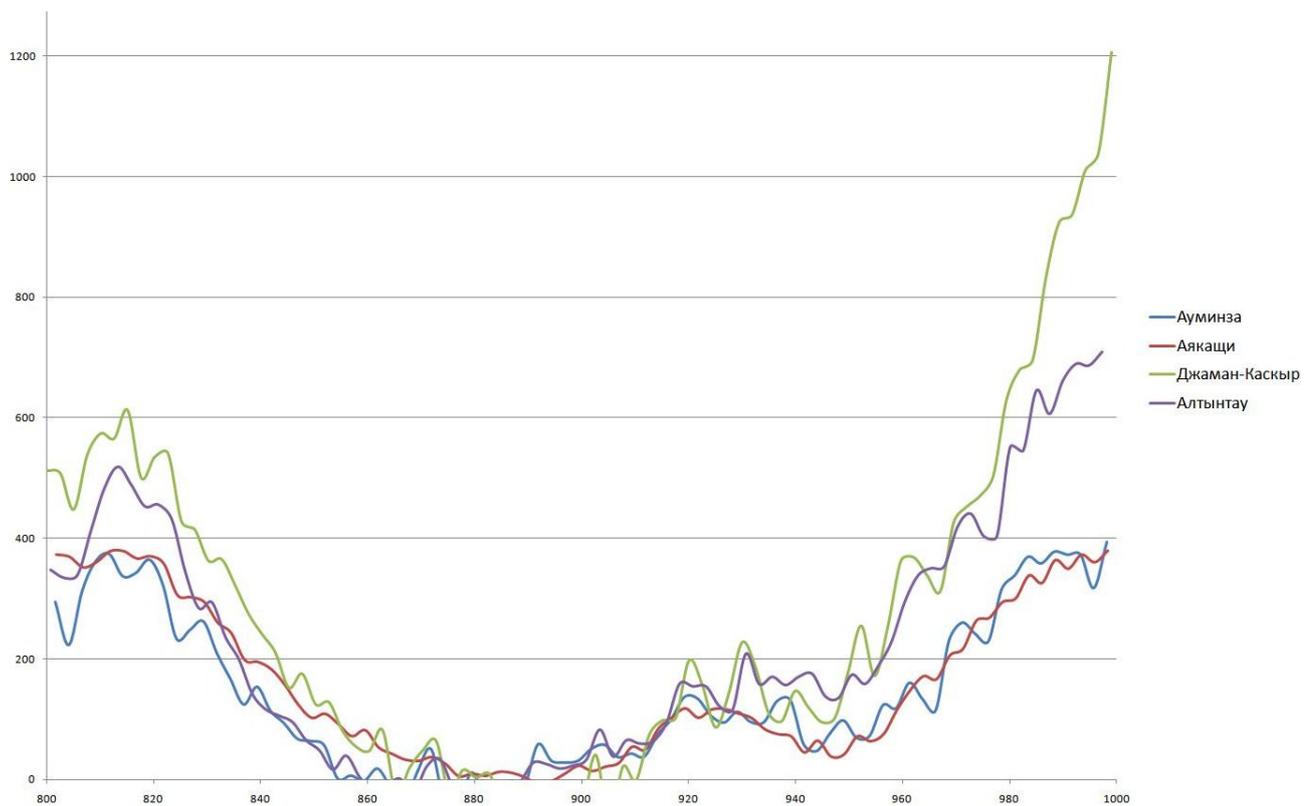


Рис. 7. Рамановский спектр образцов бирюзы в области 800-1000 см

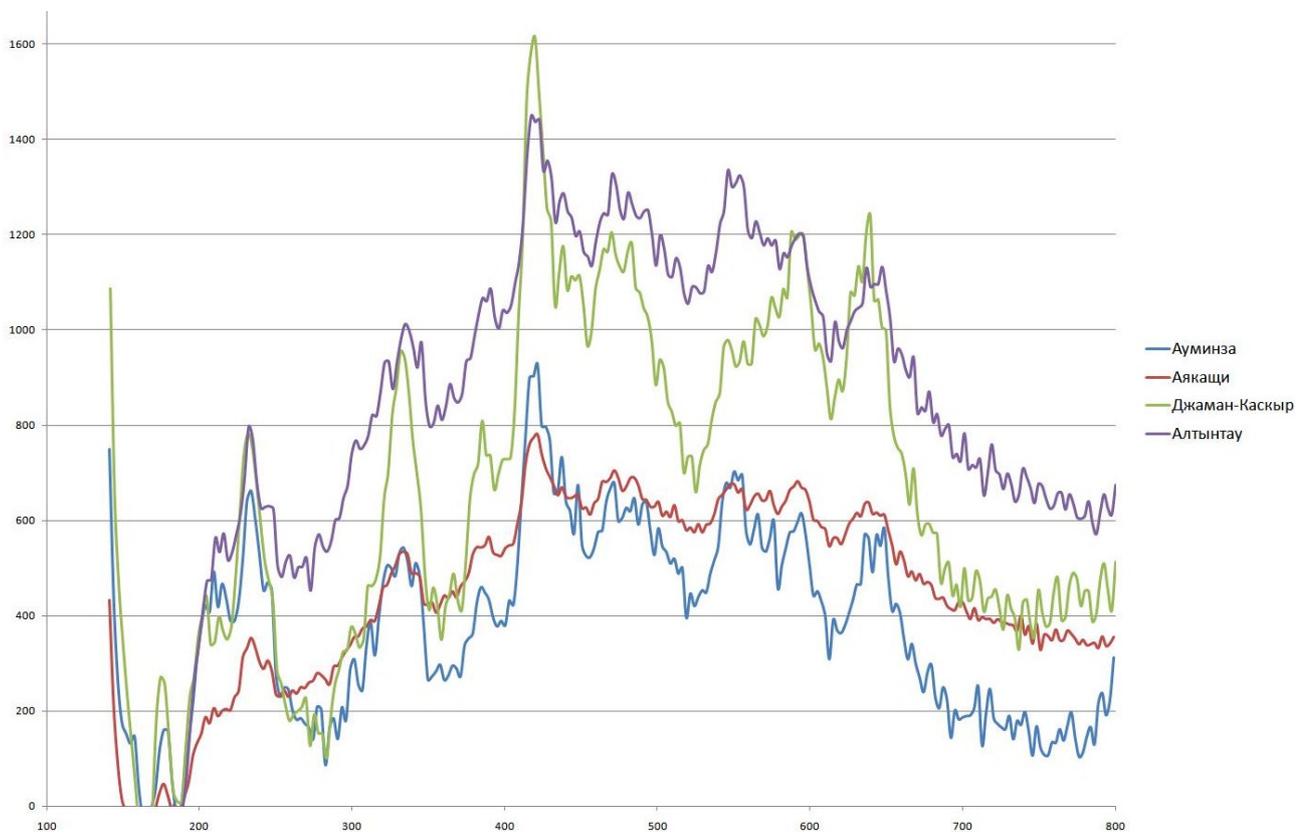


Рис. 8. Рамановский спектр образцов бирюзы в области 100-800 см

Пики Рамановского спектра на 480, 436, 329 (Аякаци), 484, 439, 421 (Алтынтау), 485, 421, 384 (Ауминза), 480, 420, 385 см (Джаман-Каскыр) относятся к раздельным дважды вырожденным колебаниям изгиба $\nu_2(\delta)$ (PO_4)³⁻, и частично перекрываются колебаниями изгиба и растяжения Cu-O и Al-O.

Пики Рамановского спектра в области от 335 до 325 см могут относиться к колебаниям изгиба и растяжения Cu-(O, OH, H₂O) и Al-(O, OH, H₂O). Пики интенсивности в области от 300 до 100 см могут относиться к колебаниям изгиба O-Cu-O и O-Al-O.

В ходе исследования было проведено измерение Рамановского спектра образцов бирюзы с четырьмя месторождений на раман-спектрометре Enspectr R532. Полученный Рамановский спектр был разделен на области, в которых были определены характерные пики интенсивности, приуроченные к колебаниям молекул воды, гидроксил-ионов, и ионов меди и алюминия, входящих в состав бирюзы. Диапазоны характерных пиков были взяты из справочной литературы, некоторые из колебаний оказались характерными и для

других водных фосфатов группы бирюзы (например, самый высокий пик интенсивности на 1024 см, вызванный колебанием PO_4).

Рамановские спектры всех образцов с разных месторождений, разных цветов и плотности, приблизительно одинаковы с небольшими различиями. Из нашего исследования следует, что с помощью Рамановской спектроскопии можно достоверно идентифицировать бирюзу, а также возможные включения (что может помочь в определении бирюзы, состоящей из скрепляющих бирюзовую крошку смол, и пропитанную маслами).

Таким образом Рамановская спектроскопия является инновационным широкодоступным неразрушающим методом, который может быть использован в таких областях, как археология, геология, геммология, минералогия. Данное исследование Рамановской спектроскопией является новшеством для Узбекистана. Все полученные спектры были добавлены в единую электронную базу спектров бирюзы Узбекистана для идентификации образцов бирюзы и сравнения с мировыми аналогами.

Библиографический список:

1. Gardiner D.J. *Practical Raman spectroscopy*. — Berlin: Springer-Verlag, 1989.
2. Виноградов А.В., Мамедов Э.Д. *Первобытный Лявлякан*. — М.: Наука, 1975. — 284 с.
3. Branson O. T. *Turquoise, the gem of the centuries*. — Tucson, Arizona: Treasure Chest Publication, 1975. — 62 p.
4. Fritsch E. et al. *The Identification of Zachery-Treated Turquoise* // *Gems & Gemology*, 1999. - Volume 35. No.1, pp. 4-16.
5. Liddicoat R.T.Jn. *Handbook of gem identification*, 12th ed. — Santa Monica, California: Gemological Institute of America, 1993. — 364 p.
6. Chen Q.L., Yin Z.W., Qi L.J., Xiong Y. (2012) *Turquoise from Zhushan County, Hubei Province, China* // *Gems & Gemology*, 1993 — Vol. 48, No. 3, pp. 198–204
7. Moe K.S., Moses T.M., Johnson P. *Polymer-Impregnated Turquoise* // *Gems & Gemology*, 2007. — Volume 43. No. 2, pp. 149-151.
8. Pavese A., Prosperi L., Dapiaggi M. *Use of IR-spectroscopy and diffraction to discriminate between natural, synthetic and treated turquoise, and its imitations* // *Australian Gemologist*, 2005. — Vol. 22. — No. 8, pp. 366-371.
9. Zhou J., Yuan X. *Study on modification of loose turquoise by inorganics filling and cementation* // *Journal of Gems and Gemology*, 2008. — Vol. 10, No. 3, pp. 31–35.
10. Elwell D., *Man-made gemstones*. — New York: John Wiley & Sons, 1979, 191 pp.
11. Pristacz H., Wildner M., Hammer V.M.F., Libowitzky E., *Corals-2013* // *Conference on Raman and luminescence spectroscopy in the earth sciences (2013)*, 81–82 pp.
12. Dana J.D. *The system of mineralogy*. 7th edition. 2nd volume. — New York: John Wiley & Sons, 1973. — 1124 p.
13. Graham A.R. *XRay Study of Chalcocyanite and Turquoise* // *University of Toronto Studies, Geological Series*, 1948. — Vol. 52. pp. 39-53.
14. Koltisch U., Giester G. *The crystal structure of faustite and its copper analogue turquoise* // *Mineralogical Magazine*, 2000. — Vol. 64. pp. 905-913.
15. Патент на базу данных №ВГУ 458 «Месторождения бирюзы, запасы и минерализация Узбекистана».
16. Технические характеристики рамановского спектрометра: <https://enspectr.ru/products/raman-spektrometr-inspekt-r532>.
17. Frost R.L., Reddy B.J., Martens W. N., Weier M. *The molecular structure of the phosphate mineral turquoise – a Raman spectroscopic study*. // *Molecular Structure*, 2006. — Vol. 788, pp. 224-231.
18. Nakamoto K. *Infrared and Raman spectra of inorganic coordination compounds*— New York: John Wiley & Sons, 1986. — 419 p.
19. Chen Q.L., Qi L.J., Chen J.Z. *Raman spectrum study on turquoise* // *Spectroscopy and Spectral Analysis*, 2009. — Vol. 29, No. 2, pp. 406-409.

HT-250-01; HT-250 M

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ
ТОКАРНЫЙ СТАНОК



NMZ
Заводы жемчуга и металлов

АО «НГМК»
Производственное объединение
«Навоийский машиностроительный завод»
www.ngmk.uz
Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879) 2276214; 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78
E-mail: informz@ngmk.uz

ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ТАМДЫТАУ-БЕЛЬТАУСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ



Фатхуллаева З.М.,
ст. преподаватель
кафедры «Геология» НУУз, (PhD)



Арипова М.К.,
ст. преподаватель
кафедры «Геология» НУУз



Усманова Ш.В.,
преподаватель
кафедры «Геология» НУУз

Ushbu maqolada Tamditaу-Beltau ma'dan maydonidagi oltin konlarining geologik va strukturaviy pozitsiyalarini o'rganish natijalari ko'rib chiqildi. Barcha ma'dan konlari va namoyondalari shimoliy-sharqiy, shimoli-g'arbiy yer yoriqlarini kesishgan, tutashgan va morfologiyasi murakkablashgan zonalarda joylashganligi aniqlandi. Xududdagi oltin ma'danlashuvlarni shakllanish va joylashish qonuniyatlarini o'rganishni tahlillari bilan, geologik-qidiruv va tektonofizik tadqiqot materiallari bilan, ajratilgan geologik-strukturaviy pozitsiyalarni kartografik materiallarga taqqoslash bilan asoslanadi.

Tamdytau-Beltauda oltin hosil bo'lishi keng ko'lami uzilmali strukturalar va ularning kombinatsiyasi elementlari ta'sirida shakllangan. Belgilangan strukturaviy pozitsiyalar ularning shakllanishi yoriqlarning morfogenetik xususiyatlari, ma'dan hosil bo'lish jarayonidagi yer yoriqlarining faolligi va ular bilan bog'liqligini ko'rsatadi.

Tayanch iboralar: pozitsiyalar, yer yoriqlari, ma'dan shakllanishi, oltin, formatsiyalar, qulay sharoit, ko'p tarmoqli, bir tarmoqli, oltin namoyondasi, omillar, yotqiziqalar, ob'yekt.

В данной статье рассматриваются результаты изучения геолого-структурной позиции золоторудных месторождений Тамдытау-Бельтауского рудного поля. Установлено, что все месторождения и их представители расположены в зонах пересечения, соединения и усложнения их морфологии северо-восточных, северо-западных разломов. Что основано на анализе изучения закономерностей формирования и размещения золотых приисков региона, материалов геологоразведочных и тектонофизических исследований, сопоставлении выделенных геолого-структурных позиций с картографическими материалами.

В Тамдытау-Бельтау проявления золота формировались под влиянием широкого спектра разрывных структур и элементов их сочетаний. Установленные структурные позиции показывают, что их формирования связаны с морфогенетическими особенностями разломов, их активностью в процессах рудообразования, взаимоотношением между собой.

Ключевые слова: позиции, разломы, рудообразования, золото, формации, благоприятные условия, многоосевой, одноосевой, золоторудный, факторы, отложения, объект.

Проблемами определения закономерностей размещения золотого оруденения Узбекистана и сопредельных территорий, вопросами их геологических, структурно-тектонических, минералого-геохимических особенностей, в свое время, занимались Абдуллаев Х.М., Хамрабаев И.Х., Андреев В.В., Азин В.А., Турапов М.К. и многие другие исследователи [1].

Как отмечают исследователи, процесс рудообразования протекает под влиянием различных геологических факторов. Степень влияния каждого фактора различна и результаты их воздействия на минералообразование проявляются в виде прямых или косвенных признаков. Каждый фактор проявляет свой признак. По совокупности все признаки дают информацию о рудно-формационной принадлежности месторождения, о его масштабе, пространственном расположении, морфологии рудных тел.

В интерпретации и анализе этих данных возникает необходимость систематизировать их, с тем, чтобы ясно представить себе все признаки и данные по группе месторождений, расположенных в определенной площади, так и по отдельности, по каждому объекту. Кроме того, обнаружение нового рудного скопления и сопоставление его признаков с данными по известным месторождениям, отраженных в систематике, позволяет корректировать и правильно направить геологоразведочные работы в новом объекте.

Изучение рудоносности, закономерностей размещения золотого оруденения в Южном Тянь-Шане, в том числе и в Центральных Кызылкумах, позволили исследователям (Рахматуллаев Х.Р., Хамрабаев И.Х., Тимофеева Ю.В. и др.) выделить основные факторы контроля оруденения: геотектонический, литологический, структурный и магматический.

Геотектонический фактор. По Рахматуллаеву Х.Р. Южно-Тяньшаньский металлогенический пояс поперечными глубинными разломами разбит на три блока: Султанувайский, Центральнo-Кызылкумский и Ферганский. Каждый блок отличается друг от друга по геологическому строению, тектонике, магматизму, металлогенической оболуки и эрозионному срезу [2].

По представлению Хамрабаева И.Х., Гарьковца В.Г. и др. геология, тектоника, магматизм и рудоносность региона обусловлены проявлением сопряжения Урала и Тянь-Шаня, путем перегиба единой Урало-Тянь-шаньской складчатой системы [3].

Литологический фактор. Савчук Ю.С. на основании обобщения и анализа результатов исследований Бадалова С.Т., Бадаловой Р.П., Бендика А.Т., Гарьковца В.Г., Зверева Ю.Т., Касавченко Г.В., Проценко П.Ф., Рахматуллаева Х.Р., Хамрабаева И.Х. и др. выделил золоторудные формации Центральных Кызылкумов отличающихся и по возрасту и минерально-геохимическим особенностям, вмещающей средой [4].

Формации:
 – метавулканогенно-сланцево-карбонатно-кремнистая [R₃], карбонатно-кремнисто-метатерригенная (V-Є?), кремнисто-карбонатно-терригенная (Є₃-O₂); являются рудовмещающей для золото-кварцевой формации;
 – карбонатно-метатерригенная (V-Є), кремнисто-карбонатно-терригенная (Є₃-O₂), терригенно-полимиктовая (O₃-S₁) формации вмещают вольфрам-золото-кварцевую формацию каледонского цикла;

– золото-сульфидно-(кварцевая) формация герцинского цикла (Кокпатас, Тамдыбулак, Балпантау), контролируются – метавулканогенными образованиями; кремнисто-вулканогенно-терригенными образованиями (O₁-S₂); вулканогенно-карбонатно-терригенными породами (D₂-C₂); метавулканогенно-кремнисто-сланцевыми образованиями (V-Є);
 – кремнисто-карбонатно-терригенная (Є₃-O₂); терригенно-полимиктовая (O₃-S₁); карбонатно-кремнисто-метатерригенная (V-Є); формации являются рудовмещающими для месторождений золото-сульфидного типа (Даугыз, Амантайтау).

– золото-серебро-кварцевая киммерийского цикла. (Высоковольное). Вмещающая среда – карбонатные породы (D₂-C₂); метавулканогенно-сланцево-кремнистые (R₃); кремнисто-метатерригенные образования (V-Є) и терригенно-полимиктовые отложения (O-S).

Магматический фактор вслед за геотектоническим и литологическим является важным при формировании и при пространственном размещении эндогенных рудных месторождений региона.

Следует отметить, что рудовмещающая роль конкретных интрузивных тел в образовании золоторудных месторождений региона далеко не всегда отчетливо доказуема [5].

Структурный фактор. Все исследователи отмечают особую роль структур региона в формировании и размещении золотого оруденения. В этом процессе велико значение как складчатых дислокаций, так и разрывных нарушений. Разрывные нарушения различного направления и их сочетания – сопряжение, пересечение контролируют формирование рудных полей и месторождений региона.

Результаты исследования. При проведении тематических исследований в 1996-1999 гг. Маринова С.Т. и др., на основе анализа данных (Матяш В.П., Швецов А.Д. и др.) по закономерностям размещения золотого оруденения в Тамдытау-Бельтауском рудном районе были выявлены основные характеристики золоторудных месторождений: выявление вмещающей среды; позиция месторождения в складчатых дислокациях; позиция в сети разрывных нарушений и отношение к магматическим образованиям [6, 7].

По данным Мариновой С.Т. и др. в районе выделяются структуры, непосредственно контролирующие формирование месторождений золота: многоосевые сложные разломы СВ направления; зона сложного разлома СЗ направления; простой одноосевой разлом СВ направления; простой одноосевой разлом СЗ направления; многоосевой, и одноосевой разломы субширотного направления; оперение сложного разлома; пересечение разломов (рис. 1, 2) [8].

Вышеуказанные рудоконтролирующие элементы тектоники по существу являются структурными позициями золоторудных объектов. Их можно подразделить на два типа: простые и сложные структуры. Однако их роль в формировании месторождений различна. Анализ показывает, что около 30% проявлений золота контролируются простыми типами структур, а

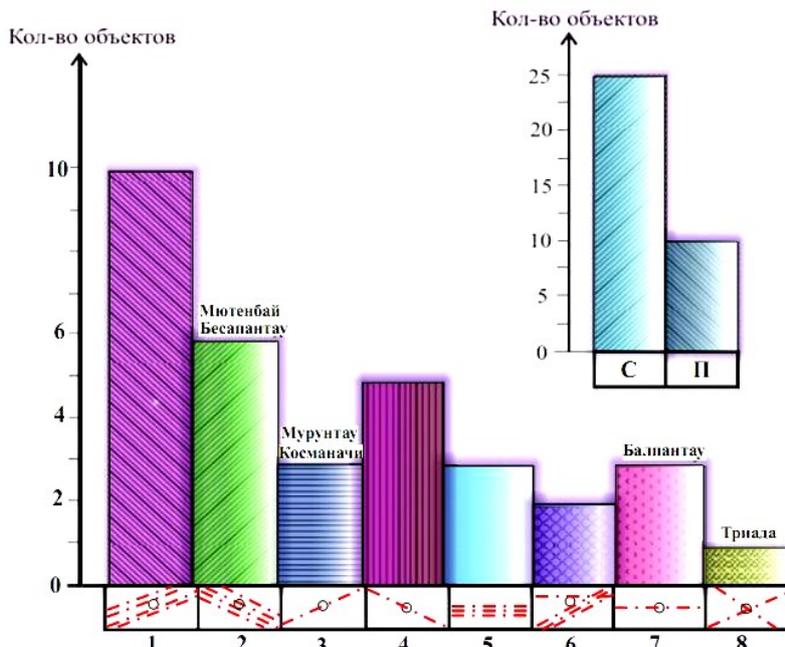


Рис. 1. Гистограмма структурных позиций золоторудных объектов гор Бельтау: (построена по материалам Мариновой С.Т.) 1 – многоосевой северо-восточный разлом; 2 – многоосевой северо-западный разлом; 3 – одноосевой северо-восточный разлом; 4 – одноосевой северо-западный разлом; 5 – многоосевой субширотный разлом; 6 – клиновидная структура; 7 – одноосевой субширотный разлом; 8 – пересечение разломов

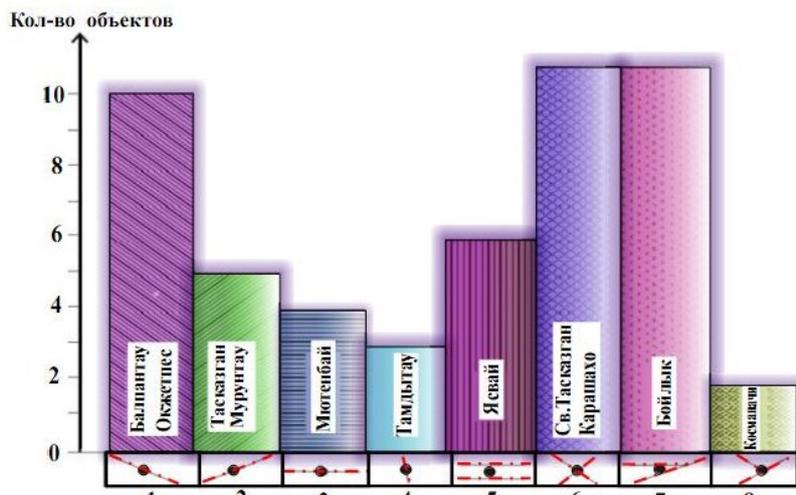


Рис. 2. Гистограмма распределения структурных позиций золоторудных объектов гор Тамдытау: (построена по материалам Мариновой С.Т.) 1 – северо-восточный разлом, 2 – северо-западный разлом; 3 – зоны одноосевых простых разломов, ориентированная на субшироту; 4 – простые одноосевые разломы; 5 – зона субпараллельных разломов; 6 – участок пересечения разломов; 7 – клиновидная структура; 8 – секция соединения разломов

остальные 70% сложными. Следует отметить, что нет четкой взаимосвязи позиции эталонных объектов Тамдытау с какой-либо одной системой разломов. Так например, месторождения Мурунтау, Косманачи, Даугызтау связаны с простой системой разломов, тогда как Мютенбай, Бесалантау, Триада, Высоковольное – со сложной. Если рассмотреть градицию распределения месторождений в каждой из восьми выделенных структурных позиций, то на первом месте находятся многоосевые сложные разломы северо-восточного простирания, с которыми связаны 30% месторождений Тамдытау. Сложные многоосевые разломы северо-западного простирания контролируют около 17% месторождений, 14% месторождений имеют позицию в зонах простых разломов северо-западного простирания. В остальных системах разломов отмечаются позиции контролирующие формирование 2-3-х месторождений. Однако, в выделенных системах структурных позиций выявляется одна особенность, очень важная при поисках новых промышленных объектов. Около 40% месторождений золота Тамдытау пространственное, приурочено к разломам (независимо от их сложности) северо-восточного простирания и около 30% к разломам север-северо-западного простирания. Вместе эти системы разломов контролируют 70% месторождений золота. Этот факт даёт основание предполагать, что в процессах рудоотложения северо-восточные и север-северо-западные разломы испытывают тектоническую активность в горизонтальной (СВ) и вертикальной (С-С-З) плоскости, что привело к усилению деформации вмещающей среды. Последствие этой деформации выразилось в образовании мелких складок, дроблении пород, приоткрывании граней разломов, что явилось благоприятной обстановкой для рудоотложения.

Изучение структурных позиций в пределах Тамдытау-Бельтауского рудного района показывает их многообразие. Учитывая это, исследования авторов были направлены на изучение

напряженно-деформированных структурных позиций в процессах рудообразования с целью повысить достоверность прогноза и поиска новых объектов на основе структурных позиций.

Как показывают исследования, для структурных позиций большинства золоторудных объектов региона, характерны минимальные значения как положительных, так и отрицательных величин гравитационных и магнитных аномалий. В этой же последовательности проявляет себя тектоническая напряженность. В подавляющих структурных позициях напряженность сведена до минимума и соответственно деформация пород также ослаблена. Многие структурные позиции приурочены к зонам локального растяжения.

Таким образом, структурные позиции совместно с напряженностью, деформацией и геофизическими аномалиями подготовили благоприятные условия для проявления рудных процессов с формированием в них месторождений полезных ископаемых.

Тамдытау-Бельтауский рудный район в структурно-тектоническом отношении является сложной территорией, где многообразие разрывных нарушений заложенных до процессов рудообразования предопределили структурные позиции, которые в сочетании с вмещающей средой и её напряженно-деформированностью создали благоприятные условия для формирования эндогенных месторождений золота.

Примерно 40% месторождения золота рудного района связано с одноосевыми и многоосевыми разломами северо-восточного простирания и около 30% с северо-западными. Структурные позиции рудных объектов в этих системах разломов определяются участками их пересечений, сопряжений, зонами искривлений и расщеплений [9].

Как было отмечено выше в Тамдытау-Бельтау проявления золота формировались под влиянием широкого спектра разрывных структур и элементов их сочетаний. Установленные структурные позиции показывают, что их формирования связаны с морфогенетическими особенностями разломов, их активностью в процессах рудообразования, взаимоотношением между собой.

Библиографический список:

1. Жанибеков Б.О., Турапов М.К. Законы об образовании и размещении золотодобычи в Кызылкумской области. Науч. конф. Актуальные проблемы геологии, геофизики и металлогении. 5-6 мая 2015 г. – Ташкент. – С. 95-97.
2. Рахматуллаев Х.Р. О связи герцинских золоторудных и ртутнорудных формаций Южного Тянь-Шаня // Узб. геол. журн. 1970. – № 4. – С. 74-76.
3. Хамрабаев И.Х., Рахматуллаев Х.Р. и др. К золотонности южной части Тамдытау (Центральные-Кызылкумы) // Узб. геол. журн. 1965. – № 1. – С. 15-19.
4. Савчук Ю.С., Миркамалов Р.Х. Тектоническая позиция золото-кварцевого оруденения в Кызылкумах // Актуальные проблемы эволюции Тянь-Шаня // Материалы Международного научного симпозиума. – Ташкент: «Университет», 1999 г. – С. 86-89.
5. Шаякубов Т.Ш., Голованов И.М. и др. Золоторудное месторождение Мурунтау. – Ташкент: «ФАН», 1998 г. – 539 с.
6. Турапов М.К., Марипова С.Т. Определение перспектив и направлений дальнейших геологоразведочных работ на золото на закрытых территориях Центральных Кызылкумов (I этап – прилегающие территории г. Тамдытау до глубины 300 м). – Ташкент: Фонды ГП «НИИМР» 2005 г. – С. 208-211.
7. Швецов А.Д., Хорват В.А. и др. Составление прогнозной карты на золото, серебро закрытых и полужакрытых территорий гор Джетымтау, Тамдытау (южная часть) Амантайтау, Бельтау в масштабе 1:50000. 1987-1991 гг. – Ташкент: ИМП, 1991 г. – 91 с.
8. Турапов М.К., Марипова С.Т. Определение перспектив и направлений дальнейших ГРП на золото на закрытых территориях в обрамлении гор Букантау. – Ташкент: Фонд ГП «НИИМР», 2008. – С. 181-183.
9. Фатхуллаева З.М. К вопросу изучения геолого-структурных позиции рудных полей и месторождений. «Актуальные проблемы геологии и геоинформационных систем» Республиканская научно-практическая конференция. – Ташкент, 2020 г. – 284 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ МИНЕРАЛОВ В ХВОСТАХ СОРБЦИИ КЕКА БИООКИСЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБЖИГА СОВРЕМЕННЫМИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ



Санакулов К.,
председатель правления – генеральный директор АО «НГМК», д.т.н., профессор



Хамидов Х.И.,
доцент кафедры «Металлургия» НГГТУ, DSc



Фузайлов О.У.,
доцент кафедры «Металлургия» НГГТУ, PhD



Нарзуллаев Ж.Н.,
докторант кафедры «Металлургия» НГГТУ

Bugungi kunda murakkab tarkibli oltin rudalari va konsentratlarini qayta ishlashga alohida e'tibor qaratilmoqda. Mahsulot tannarxini pasaytirish, asosiy metallni ajratib olish darajasini oshirish va qayta ishlash tannarxini pasaytirish maqsadida yangi usullar va texnologik yechimlar ishlab chiqilmoqda. Jumladan, «NKMK» AJ GMZ-3 da umumiy ajratib olish darajasini oshirish maqsadida sorbsion sianlangan qoldiqlarni kuydirish sexi foydalanishga topshirildi. Ushbu tadqiqotlarning maqsadi kuyindini sorbsion sianlash jarayonida ma'lum miqdordagi oltinning eitmaga o'tmaslik sabablarini aniqlash orqali kuydirish jarayonini optimallashtirish va faollashtirishdir. Ushbu maqolada zamonaviy fizik-kimyoviy usullar bilan 200°C dan 800°C gacha bo'lgan harorat oralig'ida GMZ-3 ning sorbsion sianlanishning chiqindilarini kuydirish jarayonida sodir bo'ladigan asosiy va qo'shimcha kimyoviy o'zgarishlar jarayonini batafsil o'rganish natijalari keltirilgan.

Tayanch iboralar: sorbsiya qoldiqlari, pishirish, sirkulyatsiyali suyuq qatlamli pishirish pechi, miqdoriy rentgen fazali tahlil, skanerli elektron mikroskop, termik tahlil, shlak.

На сегодняшний день уделяется особое внимание переработке упорных золотосодержащих руд и концентратов. Для снижения себестоимости продукта, увеличения сквозного извлечения основного металла и уменьшения затрат на переработку разрабатываются новые методы и технологические решения. В частности, для повышения сквозного извлечения на ГМЗ-3 АО «НГМК» введен в эксплуатацию цех по обжигу хвостов сорбционного цианирования. Целью данных исследований является оптимизация и интенсификация процесса обжига путем выявления причин недоступности некоторого количества золота при сорбционном цианировании огарка. В данной статье представлены результаты детального изучения протекания основных и побочных химических превращений, происходящих при обжиге хвостов сорбционного цианирования ГМЗ-3 в температурном диапазоне от 200°C до 800°C современными физико-химическими методами.

Ключевые слова: хвосты сорбции, обжиг, обжиговая печь с циркулирующим кипящим слоем, количественный рентгенофазный анализ, сканирующая электронная микроскопия, термический анализ, огарок.

На сегодняшний день проблемы переработки упорных золотосодержащих руд широко обсуждаются в научной литературе и выявляются новые причины недоизвлечения основного металла. Степень упорности перерабатываемого сырья год за годом увеличивается [1, 2].

Анализ ранее проведенных исследований свидетельствует, что отечественными и зарубежными учеными проведены комплексные исследования по предварительной обработке руды, которые включают обжиг, хлорирование, автоклавную обработку, биоокисление и др. [3-5]. Вместе с тем, существуют проблемы низкой степени растворимости золота при обжиге упорных руд и концентратов по нескольким причинам, часто наблюдается, что окислительный обжиг не даёт полноценного высвобождения частиц золота по таким причинам как: не догорание пирита до пористого гематита с частичным образованием не пористых фаз маггемита и магнетита; образование скорлуповидной плёнки во время интенсивного окисления арсенопирита при сравнительно высокой температуре обжига; инкапсуляция частиц золота по причине спекания примесных минералов и т.д.

В республике, в этом направлении проделаны огромные работы и были достигнуты соответствующие результаты. Одним из

инновационных технологических решений при переработке золотосодержащих руд месторождений Кокпатас и Даугызтау было строительство цеха по обжигу хвостов сорбционного цианирования.

Испытания по окислительному обжигу хвостов сорбционного выщелачивания продукта биоокисления в опытно-промышленной печи с циркулирующим кипящим слоем подтвердили высокие показатели извлечения основного металла при цианировании огарка [6]. На основе результатов испытаний по обжигу, а также всех проведенных исследований введен в эксплуатацию цех по обжигу хвостов сорбционного цианирования.

Однако рост цен на мировом рынке не позволяет на этом останавливаться.

В связи с этим, изучение физико-химических превращений при окислительном обжиге упорного золотосодержащего сырья и выявления причин недоступности определенного количества золота для сорбционного цианирования является актуальной задачей золотоизвлекательной металлургии.

Целью данного исследования является детальное изучение протекания основных и побочных химических превращений, происходящих при обжиге хвостов сорбционного цианирования ГМЗ-3 в температурном диапазоне от 200°C до 800°C современными

Таблица 1
Массовые процентные содержания минералов в хвостах сорбции, рассчитанные методом Ритвельда

Минерал	Содержание, %	PCO, %
Кварц	30,9	0,4
Гипс	1,6	0,1
CaSO ₄	1,5	0,1
Пирит	3,8	0,1
Арсенопирит	0,6	0,1
Хлорит	3,4	0,2
Мусковит/иллит	30,5	0,3
Альбит	7,3	0,2
TiO ₂	1,9	0,1
Кальцит	1,9	0,1
Ярозит	3,3	0,1
Графит (3R)	2,2	0,5
CaSO ₄ ·0,625(0,5)H ₂ O (Бассанит)	5,2	0,1
Шабазит	1,7	0,1
Каолинит	4,4	0,2

физико-химическими методами ДТА (дифференциальный термический анализ-дериватография), РА (рентгенофазовый анализ), СЭМ (сканирующая электронная микроскопия), что позволит контролировать процесс обжига в контролируемом диапазоне температур, обеспечивающих наиболее полное возможное растворение золота в последующем сорбционном цианировании.

Методы исследования.

В исследованиях по изучению поведения хвостов сорбции термической обработке был применен комплексный подход.

Для определения минерального состава хвостов сорбции использовался метод порошкового рентгеноструктурного анализа. В основе данного метода лежит явление дифракции рентгеновских лучей на трёхмерной кристаллической решётке минералов [7, 8]. Метод позволяет определить атомную структуру вещества, включающую в себя пространственную группу элементарной ячейки, её размеры и форму, а также определить группу симметрии кристалла.

Образец наносили на платиновую полосу в высокотемпературную камеру. Высокотемпературная камера производства Anton Paar (Австрия) работает в интервале от комнатной температуры до 1600 °С. Дифракционные данные получали на дифрактометре Empyrean (Panalytical, Нидерланды).

Данные порошковой дифракции собирали при комнатной температуре, при 50°С, а затем в интервале от 50°С до 800°С без второй загрузки образца. Количественный рентгенофазовый анализ выполнен методом Ритвельда и производился на программном обеспечении «Profex – Open source XRD and Reitveld Refinement» [9]. Метод основан на уточнении параметров элементарной ячейки с использованием алгоритма нелинейных наименьших квадратов после индирования всех линий на дифрактограмме, относящихся к рассматриваемой фазе.

Для достоверности получаемых данных образцов при температурах от 200°С до 800°С с интервалом 50°С, были проанализированы с использованием методов сканирующей электронной микроскопии образцов, тщательно перемешаны, и затем 100 мг образца были помещены в пресс для изготовления таблетки диаметром 0,5 мм.

Далее образцы помещали в камеру для образцов сканирующего электронного микроскопа EVO MA 10 (Carl Zeiss, Германия). Образцы анализировали в режиме низкого вакуума сканирующего электронного микроскопа, который даёт возможность анализировать частицы золота и углерода в образцах.

Для формирования изображений был использован детектор обратно рассеянных электронов, а спектры энерго-дисперсионного рентгеновского излучения были получены с использованием кремниевое дрейфовое детектора Oxford Instruments (Великобритания) с активной площадью детектора 10 мм².

Поскольку количество обратно рассеянных электронов прямо пропорционально атомному номеру элементов в образце, минералы с более тяжелыми элементами, такими как Fe, As, S, Ag и Au, отображаются более яркими по сравнению с более легкими элементами.

Исследование поведения индивидуальных веществ и композиций хвостов сорбции в условиях программируемого нагрева проводили методом термического анализа. Данный анализ включает в себя термогравиметрические методы анализа (ТГ и ДТГ) и метод сканирующей калориметрии (ДСК) [10].

ДТА и ДСК являются двумя тесно связанными методами, в которых исследуемый материал обычно подвергается запрограммированному изменению температуры для изучения термических эффектов в материале. Термин «дифференциальный» указывает на то, что рассматривается различие в поведении между исследуемым материалом и предположительно инертным эталонным материалом.

Таким образом, можно найти температуру, при которой любой объект либо поглощает, либо выделяет тепло. Это позволяет определять, например, температуру фазовых переходов и порядок химических реакций.

Термическое исследование проб проводилось в воздушной среде с шагом нагрева 5°С/мин; 10°С/мин; 20°С/мин.

Результаты и их обсуждения.

Порошковая дифрактограмма образца хвостов сорбции представлена на рис. 1, полуколичественный минеральный состав, рассчитанный с использованием анализа методом Ритвельда, приведен в табл. 1.

Из анализа минеральной фазы с использованием порошковой дифракции выясняется, что пирит и арсенопирит (общее количество 4,4%) в процессе бактериального окисления полностью не окислились. Можно также наблюдать присутствие сульфатных минералов кальция (гипс, ангидрид и бассанит) и минерала ярозита (общее количество 3,3%), которые ранее были определены в качестве минералов определяющих упорность продукта биоокисления. Ярозит вызывает наибольшую упорность путем формирования слоя тонкой пленки вокруг пирита и арсенопирита, таким образом, блокируя доступ бактерий к поверхности этих минералов, а также инкапсулировании мелких частиц золота в пределах своей матрицы [11]. Кальцит и все сульфатные минералы являются результатом окисления сульфидных минералов и последующей нейтрализации и повышения pH среды с использованием известки.

Для получения полуколичественной информации о количестве элементов на поверхности образца, был проведен СЭМ – анализ, в результате которого были получены карты элементов, для визуализации связи элементов друг с другом, что даёт нам информацию о возможных минералах на поверхности образца. На рис. 2 представлено изображение поверхности, показывающее больше деталей при 200-кратном увеличении. Чем ярче выглядят частицы, тем тяжелее элементы в этом минерале и чем темнее кажутся частицы, тем легче элементы в этой частице, таким образом, частицы черного цвета являются углеродом.

Размеры углеродных частиц составляют около 100 мк и меньше, тогда как частицы пирита и арсенопирита размером – около 50 мк и меньше. Цветные карты элементов представлены на рис. 3, а полуколичественный элементный анализ проанализированных данных представлен в табл. 2.

Из элементных карт видно, что элемент серы связан как с кальцием, образуя минерал CaSO₄ (гипс, полугидрат или ангидрит), так и с железом образуя пирит или арсенопирит.

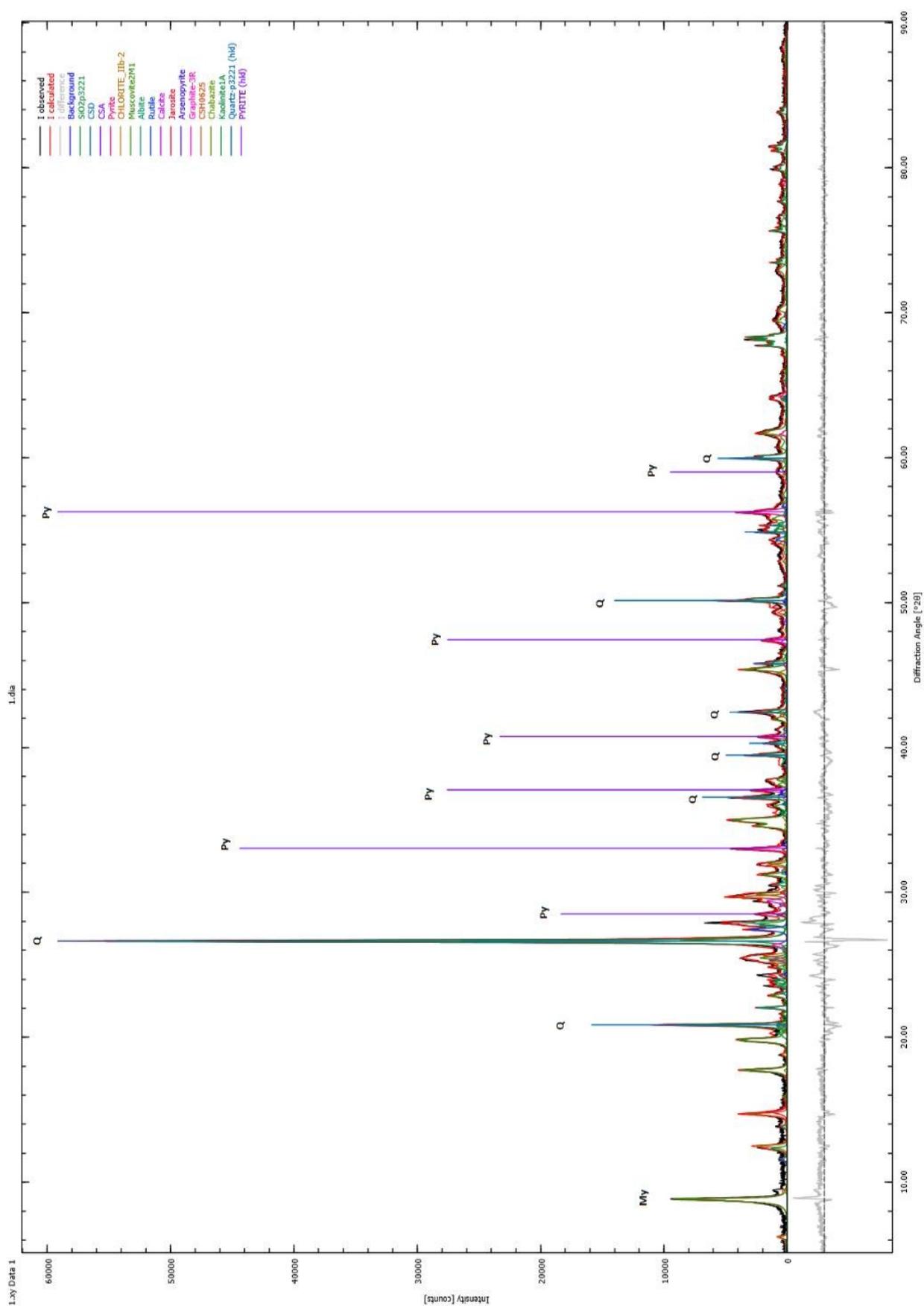


Рис. 1. Порошковая дифрактограмма хвостов сорбции

Сера также связана с цинком и медью, образуя сульфид цинка и сульфид меди. Количество этих минералов очень низко, для обнаружения их сигналов с помощью метода порошковой дифрактометрии. Сигнал элементарного рентгеновского излучения от мышьяка довольно слабый, и практически невозможно точно определить местонахождение сигнала от мышьяка во время сбора спектра.

Также можно наблюдать множество рентгеновских сигналов от углерода, размеры которого от 100 мк и меньше. Другие минералы представляют собой ассоциации кремния, алюминия, калия, магния, натрия и титана, которые можно отнести к кварцу, мусковиту, альбиту, хлориту и рутилу.

Углерод представляет собой комбинацию углеродных частиц и карбонатов в образце. Поскольку концентрация углеродных частиц мала, они не очень хорошо дифрагируют рентгеновские лучи из-за малой атомной массы элемента углерода, эти частицы могут также быть аморфными, почти невозможно сделать вывод о минеральной форме углеродных частиц с помощью методов, которые использовались в данном исследовании.

Аналогичные исследования были проделаны для образцов, полученных путем обжига при температурах от 200°C до 800°C с интервалом каждые 50°C. Однако в данной статье приведены только краткие описания и выводы проведенной исследовательской работы, так как результаты исследований довольно обширны, чтобы уместить в статью.

Анализ основных превращений в процессе обжига показывает, что окисление пирита и арсенопирита является основным термическим процессом, который может влиять на извлечение золота в образце. Обезвоживание минералов сульфата кальция не приводит к образованию более крупных агрегатов в результате потери воды. Минералы каолинита и хлорита также теряют межслоевые молекулы воды внутри кристаллической структуры и маловероятно захватывают частицы золота внутри своей матрицы. Фазовый переход кварца из альфа- в бета-формы включает центрирование и повышение симметрии атомов в пределах одной кристаллографической структуры и не включает разрушение и образование новых частиц. Обжиг частиц углерода должен увеличить извлечение золота из образцов.

По указанным выше причинам основной интерес в исследовании состоял в идентификации минералов, образующихся во время обжига пирита/арсенопирита и минералов, связанных с серой и мышьяком, а также в изучении предыдущих исследований, для определения препятствует ли какой-либо из этих минералов извлечению золота в процессе обжига.

Термический анализ показывает, что скорость нагрева также играет важную роль в изменении температур обжига пирита и арсенопирита (рис. 4).

Загрузка образца в эксперименте DTA (TG/DSC) не обеспечивает легкого доступа к кислороду воздуха, поэтому локальные температуры пирита и арсенопирита при обжиге являются самыми высокими, если эти температуры сравниваются между тремя наборами образцов.

На графике TG обжига появляется небольшая перегиб (при 453°C для образца, нагретого со скоростью нагрева 5°C/мин, 468°C для образца, нагретого со скоростью нагрева 10°C/мин, и 473°C для образца со

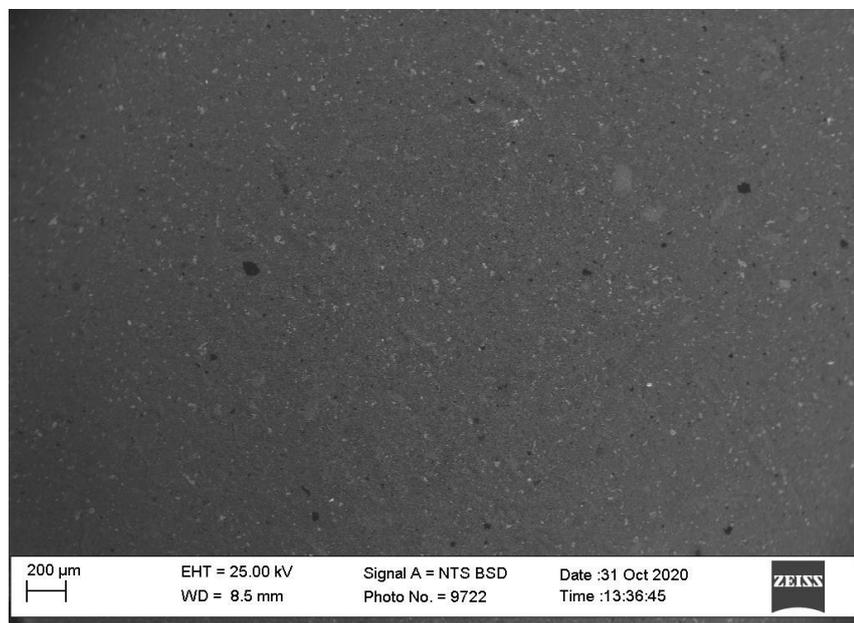


Рис. 2. Поверхность хвостов сорбции при 200-кратном увеличении

Полуколичественный элементный анализ с поверхности хвостов сорбции при 200-кратном увеличении

Элемент	Вес, %	Сигма вес, %
O	43,37	0,36
Si	20,28	0,17
C	9,57	0,69
Al	8,64	0,08
Fe	3,95	0,04
S	3,74	0,04
K	3,61	0,03
Ca	2,56	0,03
Mg	1,70	0,03
Ti	1,02	0,02
Na	0,74	0,04
As	0,66	0,04
Zn	0,14	0,02
Cu	0,03	0,02
Total	100,00	

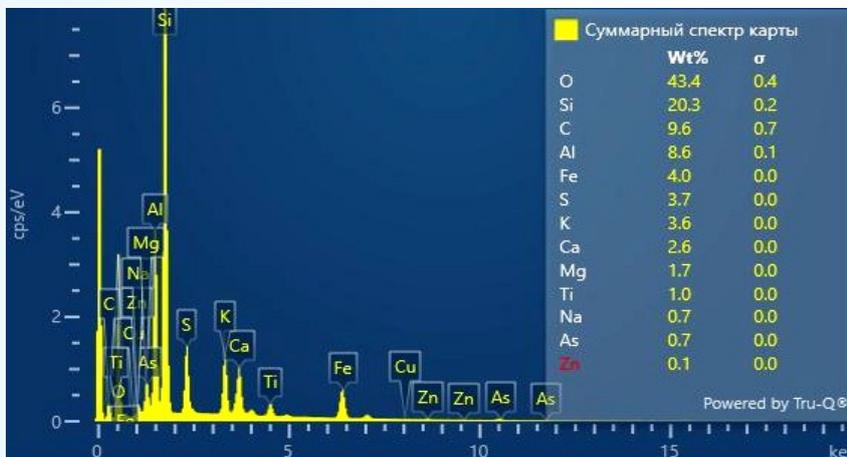


Таблица 2

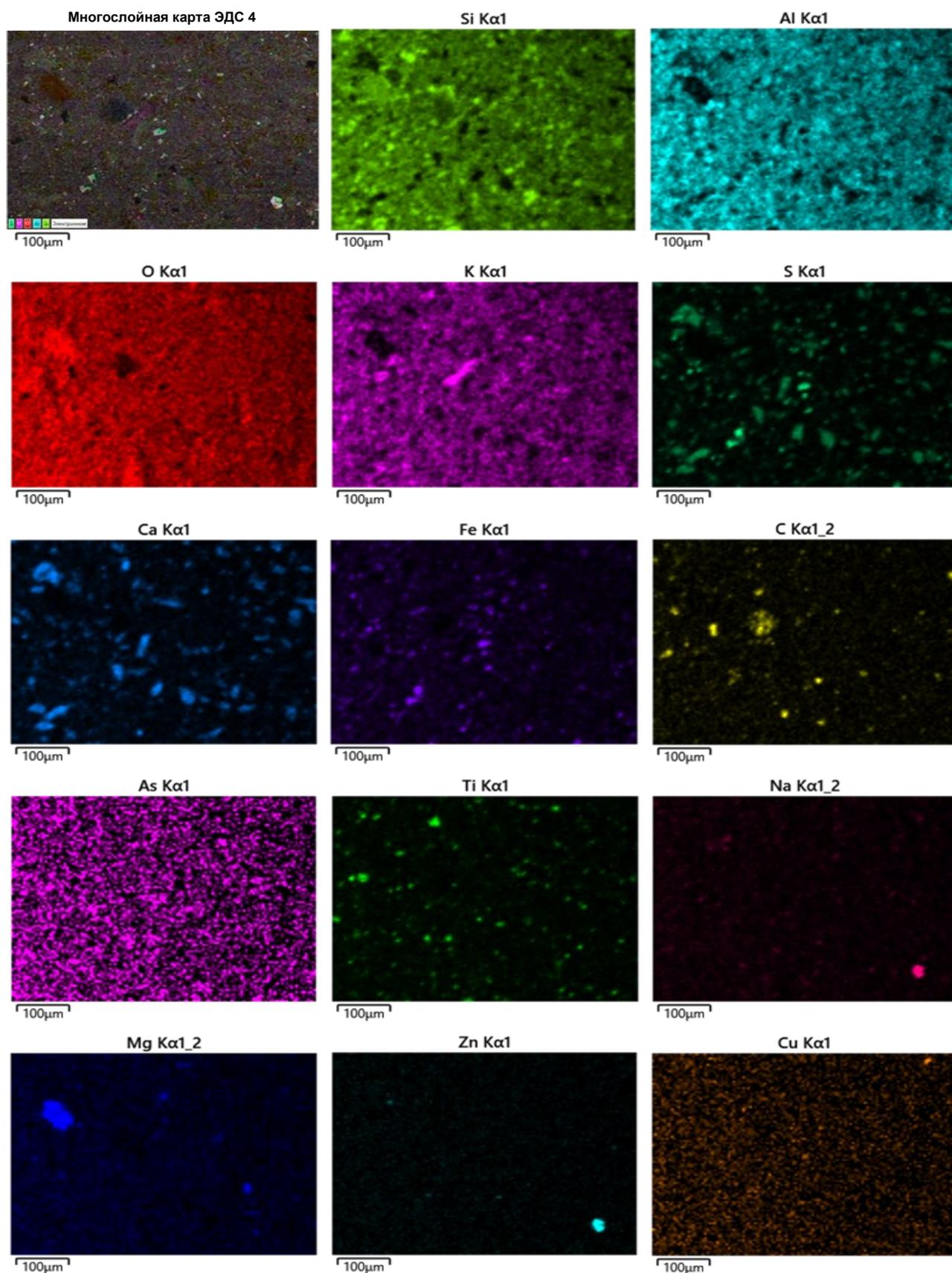


Рис. 3. Многоэлементная карта хвостов сорбции при 200-кратном увеличении

скоростью нагрева 20°С/мин), что может указывать на образование пирротина в реакциях 1 и 2 ниже. Процесс окисления заканчивается при 623°С для образца, нагретого со скоростью нагрева 5°С/мин, 659°С для образца, нагреваемого со скоростью нагрева 10°С/мин, и 659°С для образца со скоростью нагрева 20°С/мин.

Повышение температуры в начале процесса окисления пирита/арсенипирита с увеличением скорости нагрева можно объяснить недостатком кислорода, соответствующей скорости нагрева. По этим причинам лучше всего использовать скорость 5°С/мин в качестве эталона для определения температур обжига арсенипирита и пирита.

В образцах, приготовленных в муфельных печах, при температуре 300-350°С начинается окисление пирита и арсенипирита, которые полностью сгорают при температуре до 500°С, при этом в рентгенофазовом анализе наблюдается только 0,3% пирита (полуколичественный).

В рентгенофазовом анализе с использованием высокотемпературной камеры окисление арсенипирита/пирита начинается при температуре 400-450°С, что примерно на 100°С выше, чем образцов, приготовленных в муфельных печах, где пирит и арсенипирит полностью окисляется до 500°С.

Соединения железа и кальция с повышенным содержанием мышьяка наблюдались в образцах, приготовленных при температуре 650°С и выше.

Анализ образцов хвостов сорбции, обожженных от 200°С до 800°С в муфельных печах, показывает образование маггемита и гематита как основных продуктов процесса окисления пирита и арсенипирита.

Мышьяк равномерно распределен в образце, при этом соотношение железа к мышьяку в большинстве образцов составляет примерно 12:1, при проведении анализа по всей поверхности образца для проб обожженных выше 500°С, соотношение железа к мышьяку может достигать 56:1.

Арсенат железа и арсенат кальция наблюдались в образцах, обожженных при температуре 650°С и выше.

Согласно [12, 13] маггемит, промежуточная фаза окисления между магнетитом и гематитом, считается основным носителем золота, присутствуя как в виде высвобожденных частиц, так и в виде небольших (10 мкм) включений в нерудных минералах. Авторы продемонстрировали, что маггемит массивен и невосприимчив к цианированию.

Золото в маггемите имеет тенденцию оставаться в твердом виде в растворе, что коррелирует с повышенной концентрацией мышьяка. Неполное окисление, о чем свидетельствует структура остаточной руды включений пирита в пустой породе, также способствует образованию оставшегося золота в твердом виде в пирите.

Таким образом, основными продуктами окисления минералов пирита и арсенипирита являются гематит и маггемит, среднее содержание этих двух минералов в образцах составляет около 4,5%, при этом маггемит составляет около 1-1,5% образцов.

Как обсуждалось ранее, согласно литературным данным, маггемит может содержать 50% не освобожденного золота в образцах. Маггемит наблюдался во всех трех образцах, причем его количество увеличивалось в образцах, концентрированных с помощью магнитной сепарации.

Очень высокое отношение железа к мышьяку на частицах оксида железа показывает, что большая часть мышьяка была высвобождена из арсенипирита, но все еще распределена в образце, поскольку низкие отношения железа к мышьяку наблюдаются в частицах, содержащих меньшее количество железа по сравнению с частицами оксида железа. В целом, минерал маггемит считается наиболее вероятным минералом для инкапсуляции не освобожденного золота в процессе обжига.

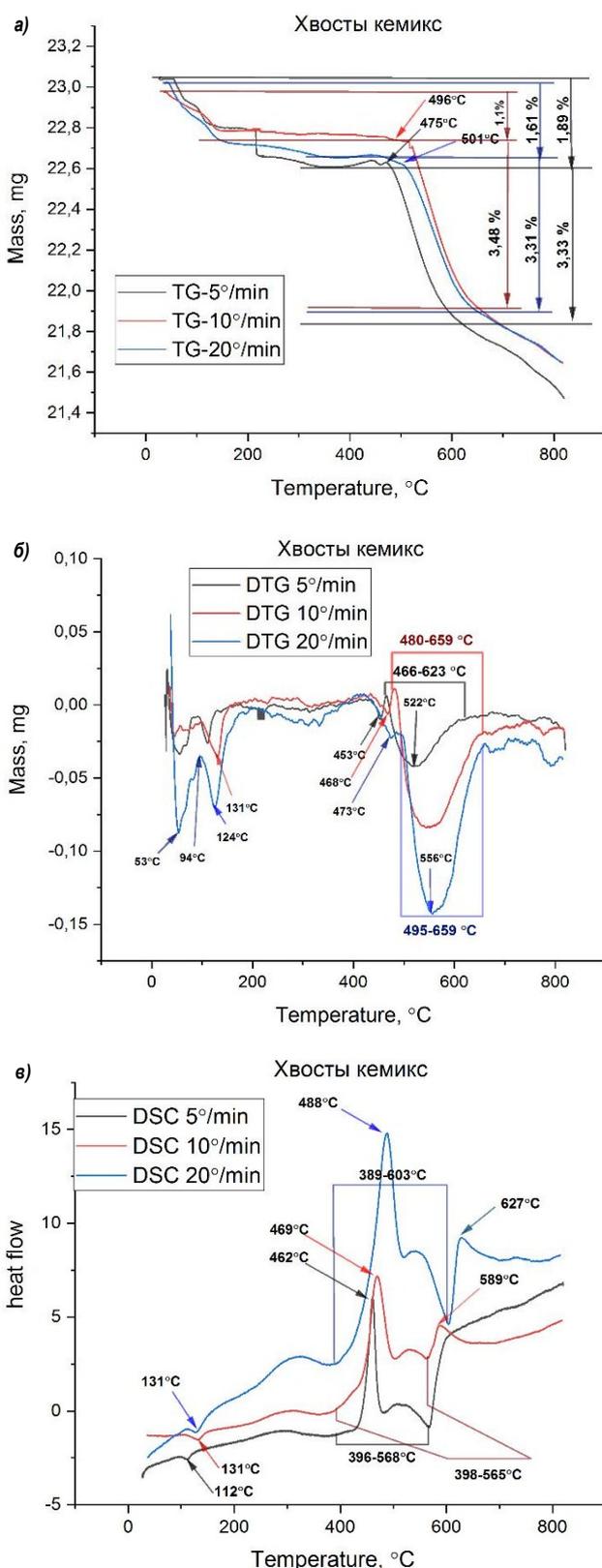


Рис. 4. Кривые термического анализа хвостов сорбции: а – термогравиметрический анализ (ТГ); б – дифференциальный термогравиметрический анализ (ДТГ); в – дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК)

Библиографический список:

1. Li W.J., Song Y.S., Chen Y., Cai L.L., Zhou G.Y. Beneficiation and leaching study of a multi-Au carrier and low grade refractory gold ore. *IOP Conf. Series Mater. Sci. Eng.* 2017, 231, 12169.
2. Guo X., Xin Y., Wang H., Tian Q. Mineralogical characterization and pretreatment for antimony extraction by ozone of antimony-bearing refractory gold concentrates. *Trans. Nonferrous Metals Soc. – China*, 2017, 27, pp. 1888-1895.
3. Санакулов К.С., Мустакимов О.М., Эргашев У.А., Ахатов Н.А. О целесообразности применения комбинированных технологий для переработки особоупорных золотосульфидных руд // Цветные металлы. – Москва, 2016. – № 2. – С. 9-13.
4. Asamoah, R.K.; Skinner, W.; Addai-Mensah, J. Leaching behaviour of mechano-chemically activated bio-oxidised refractory flotation gold concentrates. *Powder Technol.* 2018, 331, pp. 258-269.
5. Xu Wang, Wenqing Qin, Fen Jiao, Congren Yang, Yanfang Cui, Wei, Zhengquan Zhang and Hao Song. Mineralogy and Pretreatment of a Refractory Gold Deposit in Zambia. *Minerals*. 2019. <https://www.mdpi.com/2075-163X/9/7/406/pdf>
6. Санакулов К.С., Эргашев У.А., Доберсек А., Воцка Н., Мишина О. Промышленная установка окислительного обжига хвостов сорбционного выщелачивания золота // Материалы X международного конгресса «Цветные металлы и минералы». 2018 г.
7. Dutrow Barb, Better Living Through Minerals X-ray Diffraction of Household Products, in: Brady, J., Mogk, D., and Perkins D. (eds.) *Teaching Mineralogy, Mineralogical Society of America*. 1997, pp. 349-359.
8. Adetula Yomi Vincent, Ozah Blessing, Alabi Oladunni Oyelola, Marindoti Damilola Missturah, John Ade Ajayi. *Chemical and Mineralogical Studies of Gold-bearing Rock in Iperindo, Ilesha Goldfield, Southwest Nigeria. American Journal of Nanosciences* 2019, 5(4), pp. 43-47.
9. Döbelin N., Kleeberg R. Profex: a graphical user interface for the Rietveld refinement program BGMN // *Journal of Applied Crystallography* 48 -2015, pp.1573-1580.
10. Уварова В.А., Мурашев В.И. Дериватографический метод определения кинетических параметров термической деструкции веществ и материалов, используемых в угольных шахтах // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2012. – № 2. – С. 175-179.
11. Asamoah, R. K., Amankwah, R. K. and Addai-Mensah, J. (2014), "Cyanidation of Refractory Gold Ores: A Review", 3rd UMaT Biennial International Mining and Mineral Conference, pp. 204-212.
12. Douglas W., Semenyna L. Magnetic Recovery of Gold-Bearing Iron Oxides at Barrick Goldstrike's Roaster // *World Gold Conference, Brisbane, Qld.* - 26 - 29 September 2013, pp. 79-85.
13. Санакулов К., Фузайлов О.У. Исследование инкапсуляции золота в маггемите при микроволновом обжиге флотоконцентрата // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2020. – № 3. – С. 50-52.

«GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA», 2022, № 3(90) pp. 46-52

INVESTIGATION OF THE CHANGES IN THE COMPOSITION AND STRUCTURE OF MINERALS IN THE ROASTING PROCESS OF BIO-OXIDATION CAKE SORPTION TAILS BY MODERN PHYSICO-CHEMICAL METHODS

¹Sanakulov K., Chairman of the Board - General Director, Doctor of Technical Sciences, Professor.

²Khamidov Kh.I., Professor of the Department of Metallurgy, DSc.

³Fuzailov O.U., Associate Professor of the Department of Metallurgy, PhD.

⁴Narzullaev Zh.N., doctoral student.

¹JSC NMMC. Navoi, Uzbekistan.

²Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan.

Currently particular attention is paid to the processing of refractory gold-bearing ores and concentrates. New methods and technological solutions are being developed to reduce product costs, increase throughput extraction of the principal metal and reduce processing costs. In particular, to increase throughput recovery at Hydrometallurgical Plant-3 of Navoi Mining and Metallurgical Company, construction of a roasting plant to roast sorption cyanidation tailings commenced in 2017. The purpose of this research is to optimise and intensify the roasting process by identifying the reasons for inaccessibility of some gold during sorption cyanidation of calcine. This paper presents the results of thorough investigation of main and side chemical transformations taking place during roasting of sorption cyanidation tails of Hydrometallurgical Plant-3 in the temperature range between 200°C and 800°C by modern physico-chemical methods.

Keywords: sorption tails, roasting, circulating fluidized bed roaster, quantitative X-ray phase analysis, scanning electron microscopy, thermal analysis, calcine.

Bibliographic list:

1. Li W.J., Song Y.S., Chen Y., Cai L.L., Zhou G.Y. Beneficiation and leaching study of a multi-Au carrier and low grade refractory gold ore. *IOP Conf. Series Mater. Sci. Eng.* 2017, 231, 12169.
2. Guo X., Xin Y., Wang H., Tian Q. Mineralogical characterization and pretreatment for antimony extraction by ozone of antimony-bearing refractory gold concentrates. *Trans. Nonferrous Metals Soc. – China*, 2017, 27, pp. 1888-1895.
3. Sanakulov K.S., Mustakimov O.M., Ergashev U.A., Akhatov N.A. On the expediency of using combined technologies for the processing of especially resistant gold-sulfide ores // *Tsvetnye metally*. – Moscow, 2016. – No. 2, pp. 9-13.
4. Asamoah, R.K.; Skinner, W.; Addai-Mensah, J. Leaching behaviour of mechano-chemically activated bio-oxidised refractory flotation gold concentrates. *Powder Technol.* 2018, 331, pp. 258-269.
5. Xu Wang, Wenqing Qin, Fen Jiao, Congren Yang, Yanfang Cui, Wei, Zhengquan Zhang and Hao Song. Mineralogy and Pretreatment of a Refractory Gold Deposit in Zambia. *Minerals*. 2019. <https://www.mdpi.com/2075-163X/9/7/406/pdf>
6. Sanakulov K.S., Ergashev U.A., Dobersek A., Votska N., Mishina O. Industrial plant for oxidative roasting of sorption tailings gold leaching // *Proceedings of the X International Congress «Tsvetnyye metally i mineraly»*. 2018.
7. Dutrow Barb, Better Living Through Minerals X-ray Diffraction of Household Products, in: Brady, J., Mogk, D., and Perkins D. (eds.) *Teaching Mineralogy, Mineralogical Society of America*. 1997, pp. 349-359.
8. Adetula Yomi Vincent, Ozah Blessing, Alabi Oladunni Oyelola, Marindoti Damilola Missturah, John Ade Ajayi. *Chemical and Mineralogical Studies of Gold-bearing Rock in Iperindo, Ilesha Goldfield, Southwest Nigeria. American Journal of Nanosciences* 2019, 5(4), pp. 43-47.
9. Döbelin N., Kleeberg R. Profex: a graphical user interface for the Rietveld refinement program BGMN // *Journal of Applied Crystallography* 48 -2015, pp.1573-1580.
10. Uvarova V.A., Murashev V.I. Derivatographic method for determining the kinetic parameters of thermal destruction of substances and materials used in coal mines // *Bulletin of the Scientific Center for Safety of Works in the Coal Industry*. 2012. – No. 2, pp. 175-179.
11. Asamoah, R. K., Amankwah, R. K. and Addai-Mensah, J. (2014), "Cyanidation of Refractory Gold Ores: A Review", 3rd UMaT Biennial International Mining and Mineral Conference, pp. 204-212.
12. Douglas W., Semenyna L. Magnetic Recovery of Gold-Bearing Iron Oxides at Barrick Goldstrike's Roaster // *World Gold Conference, Brisbane, Qld.* - 26 - 29 September 2013, pp. 79-85.
13. Sanakulov K., Fuzailov O.U. Study of gold encapsulation in maghemite during microwave roasting of flotation concentrate // *Gornyy vestnik Uzbekistana. – Navoi*, 2020. – No. 3, pp. 50-52.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ СОПУТСТВУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «МУРУНТАУ»



Полванов С.К.,
начальник
Цеха сорбции и регенерации
ГМЗ-2 АО «НГМК»



Эргашев Н.У.,
начальник ЦЗЛ
ГМЗ-2 АО «НГМК»



Ходжиев М.Ш.,
технолог
Цеха сорбции и регенерации
ГМЗ-2 АО «НГМК»



Ташмуратов А.С.,
аппаратчик
Цеха сорбции и регенерации
ГМЗ-2 АО «НГМК»

Ushbu maqolada kumush va boshqa qimmatbaho metallarni chiqindi sulfat kislotla eritmalaridan rux kukuni bilan sementlash orqali cho'ktirish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar aks ettirilgan. Kumush va rangli metallarni ajratib olish bilan rux kukuni bilan tsementlashdan keyin hosil bo'lgan cho'kmani nitrat kislotla bilan eritish masalasi ko'rib chiqiladi.

Tayanch iboralar: ekstraksiya, cho'kma, rux kukuni, alyuminiy va temir qirindilari, ion almashinadigan smola, sulfat kislotla bilan ishlov berish, nitrat kislotla bilan ishlov berish.

В данной статье отражены проведенные исследования по осаждению серебра и других ценных металлов из сбросных серноокислотных растворов путем цементации цинковым порошком. Рассмотрен вопрос азотнокислого растворения полученного осадка после цементации цинковым порошком, с дальнейшим разделением серебра и цветных металлов.

Ключевые слова: извлечение, осаждение, цинковый порошок, алюминиевая и железная стружка, ионообменная смола, серноокислотная обработка, азотнокислотная обработка.

На гидрометаллургическом заводе № 2 (ГМЗ-2) Навоийского горно-металлургического комбината (Узбекистан) перерабатываются золотосодержащие руды месторождения «Мурунтау». Переработка данных руд ведётся по сорбционной технологии с использованием в качестве сорбента ионообменные смолы. При регенерации насыщенной смолы происходит концентрирование сопутствующих элементов в десорбирующих серноокислотных растворах, что делает коммерчески выгодным их извлечение. В связи с чем, решение вопросов сопутствующего извлечения элементов обеспечивающих рациональное использование сырья является весьма актуальным, при этом, снижается себестоимость продукции, растёт прибыль предприятия [1-4].

Изучена возможность извлечения серебра, меди и никеля из сбросных серноокислотных растворов отделения регенерации ГМЗ-2 методом цементации. Цель исследования состояла в определении оптимальных условий извлечения серебра, меди и никеля из сбросных серноокислотных растворов регенерации ионообменной смолы. Для проведения исследований отобрано несколько проб сбросных серноокислотных растворов регенерации, состав которых по содержанию попутных ценных металлов представлен в *табл. 1*.

Как видно из *табл. 1*, состав раствора № 2 существенно отличается от состава других растворов, как по концентрации металлов, так и по значению pH. Это объясняется тем, что проба раствора № 2 была отобрана в начале процесса серноокислотной обработки ионообменной смолы. Серноокислотная обработка ионообменной смолы проводится не менее 6 ч. Поэтому для уточнения состава растворов от времени обработки смолы, специалистами ГМЗ-2 была выполнена работа по снятию выходной кривой регенерации *рис. 1*.

Таблица 1
Содержание попутных ценных металлов
в сбросных серноокислотных растворах отделения регенерации ГМЗ-2

Проба раствора	Концентрация металлов, мг/л						pH
	Ag	Ni	Cu	Zn	Co	Pd	
1	49,7	488	234	970	0,21	0,27	2,2
2	0,1	0,59	1,2	0,6	0,01	0,36	6,5
3	27,5	449	64,7	540	0,18	0,29	1,9
4	60,0	557	63,5	820	0,20	0,48	2,2
5	75,5	836	174	480	0,18	0,38	1,6

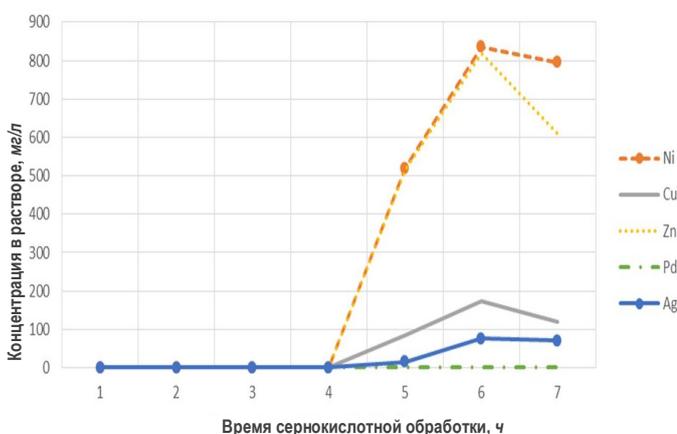


Рис. 1. График зависимости концентрации металлов от времени серноокислотной обработки

Таблица 2

Влияние расхода цинковой пыли на полноту осаждения металлов $t = +20^{\circ}\text{C}$; время перемешивания, $\tau = 30$ мин; $n = 500$ об/мин

№ п/п	Расход Zn-пыли, г/л	Остаточная концентрация металлов, мг/л						pH
		Ag	Ni	Cu	Zn	Co	Pd	
1.	0	75,5	836	174	480	0,18	0,38	1,6
2.	0,25	45,5	796	144	540	0,18	0,38	2,8
3.	1,0	19,0	730	117	650	0,18	0,38	3,9
4.	2,5	9,2	664	61	2210	0,18	0,38	4,3
5.	5,0	0,16	544	1,5	2400	0,17	0,38	5,1
6.	7,5	0,11	414	1,5	2480	0,17	0,38	6,8

Таблица 3

Кинетика цементации металлов цинковой пылью $t = +20^{\circ}\text{C}$; $n = 500$ об/мин; расход цинковой пыли 5 г/л

№ п/п	Время перемешивания, мин	Остаточная концентрация металлов, мг/л						pH
		Ag	Ni	Cu	Zn	Co	Pd	
1.	0	75,5	836	174	480	0,18	0,38	1,6
2.	5	12,2	830	15,5	1450	0,18	0,38	2,4
3.	10	2,9	795	2,1	1800	0,18	0,38	4,3
4.	20	0,18	685	1,7	2390	0,18	0,38	5,0
5.	30	0,16	544	1,5	2400	0,17	0,38	5,1
6.	40	0,15	542	1,5	2410	0,17	0,38	5,1

Таблица 4

Влияние температуры на полноту цементации никеля и палладия цинковой пылью $t = 30$ мин; $n = 500$ об/мин

Температура цементации, $^{\circ}\text{C}$	Расход Zn-пыли, г/л	Концентрация, мг/л		pH
		Ni	Pd	
20	0 (раствор после осаждения Ag и Cu)	544	0,38	5,1
50	5	288	0,38	6,4
	10	86	0,38	6,6
80	5	50	0,38	6,5
	10	18	0,38	6,6

Таблица 5

Влияние расхода цинковой пыли на полноту осаждения Ag, Cu и Ni при исходном pH 9,6 $T = +20^{\circ}\text{C}$; время перемешивания, $t = 30$ мин; $n = 500$ об/мин

№ п/п	Расход Zn-пыли, г/л	Остаточная концентрация металлов, мг/л			Примечание
		Ag	Ni	Cu	
1.	0	75,5	836	174	Концентрация Co и Pd в растворе не изменилась
2.	0,10	5,4	798	13,0	
3.	0,25	0,1	190	0,48	
4.	0,50	0,1	185	0,46	
5.	1,00	0,1	178	0,46	

Таблица 6

Влияние исходного pH раствора на полноту осаждения Ag, Cu и Ni Расход Zn-пыли 0,25 г/л; $t = +20^{\circ}\text{C}$; время перемешивания, $t = 30$ мин; $n = 500$ об/мин

№ п/п	pH	Остаточная концентрация металлов, мг/л			Примечание
		Ag	Ni	Cu	
1.	1,6	25,5	621	114	Концентрация Co и Pd в растворе не изменилась
2.	4,0	0,12	348	1,2	
3.	5,2	0,10	336	0,8	
4.	7,2	0,10	242	0,56	
5.	8,0	0,10	190	0,56	
6.	9,6	0,10	190	0,48	

Из представленных данных видно, что в течение последнего часа регенерации смолы раствор обогащается попутными ценными металлами до концентраций, при которых извлечение этих металлов становится рентабельным.

Для проведения исследований нами был выбран раствор № 5. Исследования по извлечению попутных ценных металлов из этого раствора проводились методом цементации с использованием цинковой пыли.

Методика исследований заключалась в следующем. Определённый объём исследуемого раствора помещался в термостатированный реактор, снабжённый электромеханической мешалкой. В реактор дозировалось расчётное количество цинковой пыли, затем перемешивали образующую суспензию в течение заданного времени при скорости вращения мешалки, $n = 500$ об/мин. По окончании перемешивания суспензию переносили на фильтр (синяя лента) и фильтровали под вакуумом. Полученный фильтрат анализировали. В балансовых опытах осадок на фильтре промывали, сушили и анализировали.

Влияние расхода цинковой пыли. В табл. 2 представлены данные по влиянию расхода цинковой пыли на полноту осаждения металлов. Как видно из результатов табл. 2, оптимальным с точки зрения извлечения серебра и меди из растворов является расход цинковой пыли, равный 5 г/л. При этом полнота осаждения серебра составила 99,8%, а меди 99,1%; pH раствора повысился с 1,6 до 5,1. Повышение расхода цинковой пыли до 7,5 г/л не приводит к существенному повышению осаждения серебра и меди.

При расходе цинковой пыли 5 г/л полнота осаждения никеля составила всего 35%. Повышение расхода цинковой пыли до 7,5 г/л существенно не отразилось на полноте осаждения никеля, которая возросла всего на 15% (до 50%). При этом кобальт и палладий не осаждаются.

Кинетика цементации. При выбранном расходе цинковой пыли равном 5 г/л, исследовали кинетику цементации металлов. Результаты опытов приведены в табл. 3.

Как видно из результатов табл. 3, оптимальным временем цементации серебра и меди является время 20-30 мин. При увеличении времени цементации до 40 мин полнота цементации серебра и меди не увеличивается.

Влияние температуры. Далее исследовали влияние температуры и расхода цинковой пыли на полноту цементации никеля и палладия из маточников цементации серебра и меди. Для этого использовали раствор после цементации серебра и меди, т.е. раствор № 5 (табл. 2).

Данные по влиянию температуры на полноту цементации никеля и палладия цинковой пылью приведены в табл. 4.

Как видно из результатов табл. 4, повышение температуры процесса цементации до $+80^{\circ}\text{C}$ при расходе цинковой пыли 10 г/л обеспечивает удовлетворительную полноту цементации никеля (остаточная концентрация его составила 18 мг/л). При этом палладий полностью остаётся в растворе.

Влияние pH. Учитывая, что серебро, а также другие присутствующие в растворе металлы склонны к гидролизу и комплексобразованию при изменении pH, были проведены исследования по влиянию pH раствора на полноту осаждения серебра и сопутствующих металлов. Нейтрализацию растворов проводили с помощью 24%-ого раствора NH_4OH . В табл. 5 представлены данные по влиянию расхода цинковой пыли на полноту осаждения серебра при условии предварительной нейтрализации раствора аммиаком до pH 9,6 (расход NH_4OH 13,6 мл/л).

Как видно из результатов табл. 5, повышение pH с помощью NH_4OH до pH 9,6 обеспечивает значительное сокращение расхода цинковой пыли: с 5 г/л (табл. 2) до 0,25 г/л. При этом остаточное содержание серебра в растворе снижается с 0,16 мг/л до 0,1 мг/л.

В табл. 6 приведены данные по влиянию исходного pH на полноту осаждения Ag, Cu и Ni при расходе цинковой пыли 0,25 г/л.

Как видно из табл. 6, повышение pH раствора с помощью аммиака до pH 5,0 приводит к практически полному осаждению серебра и меди, никель при этом осаждается на 60%. Полноту осаждения никеля до 77% можно повысить, увеличив исходный pH до 9,6.

В результате проделанных работ, определены оптимальные условия осаждения серебра из сбросных серноокислых растворов: предварительная нейтрализация раствора аммиаком до pH 5 (и выше), расход цинковой пыли – 0,25 г/л; время перемешивания 20-30 мин, температура – окружающей среды. При этих условиях также практически полностью осаждается медь и на 60% никель.

Библиографический список:

1. Стрижко Л.С., Лолейт С.И. Извлечение цветных и благородных металлов из электронного лома. – Москва: «Руда и Металлы», 2008. – 160 с.
2. Санакулов К.С. О возможности извлечения благородных и цветных металлов из отходов обогащательных фабрик // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2018. – № 3. – С. 3-5.
3. Яглов В.Н., Бурак Г.А., Евсеева Е.А., Меженцев А.А., Проворова И.Б. Извлечение серебра из отработанных растворов электролитов серебряния // Литье и Металлургия. – Минск, 2003. – № 2. – С. 66-67.
4. Санакулов К.С. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства. – Ташкент: «Фан», 2009. – С. 404.

«GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA», 2022, № 3(90) pp. 53-55

INVESTIGATION OF RECOVERY OF TRACE ELEMENTS IN THE PROCESSING OF GOLD-BEARING ORES FROM THE MURUNTAU DEPOSIT

Polvanov S.K., Head of the Sorption and Regeneration Plant.

Ergashev N.U., Head of the Central Plant Laboratory.

Khodjiev M.Sh., Technologist of the Sorption and Regeneration Plant.

Tashmurotov A.S., Machine operator at the Sorption and Regeneration Plant.

Hydrometallurgical Plant-2 of NMMC JSC. Zarafshan, Uzbekistan.

This article reflects the research carried out on the deposition of silver and other valuable metals from waste sulphuric acid solutions by cementation with zinc powder. The nitric acid dissolution of the resulting precipitate after cementation with zinc powder, with further separation of silver and non-ferrous metals is considered.

Keywords: extraction, precipitation, zinc powder, aluminum and iron chips, ion-exchange resin, sulfuric acid treatment, nitric acid treatment.

Bibliographic list:

1. Strizhko L.S., Loleyt S.I. Extraction of non-ferrous and noble metals from electronic scrap. - Moscow: «Ruda i Metally », 2008. – 160 p.
2. Sanakulov K.S. On the possibility of extracting noble and non-ferrous metals from the waste of processing plants // Gorniy vestnik Uzbekistana . – Navoi, 2018. – No. 3, pp. 3-5.
3. Yaglov V.N., Burak G.A., Evseeva E.A., Mezhenyev A.A., Provorova I.B. Extraction of silver from waste solutions of silver electrolytes // Lit'ye i Metallurgiya . – Minsk, 2003. – No. 2, pp. 66-67.

НФ-1200

**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ
КОНСОЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК**



NMZ
Именно жизнь и металл

АО «НГМК»
Производственное объединение
«Навоийский машиностроительный завод»
www.ngmk.uz
Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879) 2276214; 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78
E-mail: informz@ngmk.uz

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ОТЛИВОК ИЗ БЕЛЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ ЧУГУНОВ



Ахмедов Х.И.,
заведующий кафедрой
«Технология машиностроения»
НГТУ, к.т.н., доцент



Барановский К.Э.,
доцент кафедры
«Металлургия черных и цветных
сплавов» БНТУ (Беларусь), к.т.н.



Улугов Г.Д.,
ведущий инженер по металлоредению
ПО «НМЗ» АО «НГМК»



Жумаев А.А.,
доцент кафедры
«Технология машиностроения»
НГТУ, PhD

Maqolada 280X29HL, 300X32H2M2TL va 330X17L markali yuqori legirlangan oq cho'yanlar tadqiq qilingan. Cho'yan markalaridan qumli va metall qoliplarda tayyorlangan quymalarning qattiqligi va sturukturasi o'rganilgan. Metall qoliplardan foydalanish qismlarning ishqalanishga qarshiligini 20% ga oshiradi va quyma uchun kam legirlangan 330X17L markali qotishma cho'yandan foydalanish imkonini beradi.

Tayanch iboralar: *Eyilishga bardoshli cho'yan, karbid faza, abraziv eyilish, yuqori xromli oq cho'yan, qattqlik, kimyoviy tarkib, mikrostruktura.*

V stat'ye issledovany vysokhromistyye chuguny 280X29HL, 300X32H2M2TL i 330X17L. Issledovana tverdos't' i struktura otliovok iz vysheneznannykh chugunov, izgotovlennykh v zemlyannykh i metallicheskiykh litейnykh formakh. Primeneniye metallicheskiykh litейnykh form uvelichivayet iznosostoykost' detalей na 20% i pozvolyayet ispol'zovat' dlya otliovok ekonomolegirovannyi chugun 330X17L.

Ключевые слова: *износостойкий чугун, карбидная фаза, абразивный износ, высокохромистый белый чугун, твердость, химический состав, микроструктура.*

Современные белые износостойкие чугуны – сложнелегированные многокомпонентные сплавы с большим разнообразием структуры и широким диапазоном свойств. Карбидная фаза, формирующаяся при затвердевании отливки, определяет служебные свойства белых износостойких чугунов, однако она же, создает значительные трудности в производстве и эксплуатации этих сплавов [1, 2]. Параметры затвердевания белых легированных чугунов влияющие на эксплуатационные свойства в значительно большей степени, чем в других литейных сплавах. Поэтому, определение рациональных технологических приемов изготовления отливок из белых износостойких чугунов имеет столь же важное значение, что и выбор состава сплава [3-5]. Основная служебная характеристика белых чугунов, определяющая их возрастающее применение – высокая твердость и стойкость в условиях абразивного изнашивания [6].

С каждым годом ужесточаются условия эксплуатации машин, которые работают в абразивных и гидроабразивных средах. В этой связи, повышаются требования к материалам, из которых изготавливают литые детали таких машин и механизмов [7]. Не до конца решенным остается вопрос выбора материалов и для изготовления литых деталей центробежных дробилок, колес, крышек и корпусов багорных, песковых и шламовых насосов, импеллеров флотационных машин и деталей иного оборудования обогатительных фабрик, шаровых мельниц, лопаток дробетметных аппаратов и др. [8-13].

В настоящее время в литейном производстве НМЗ АО «НГМК» изготавливается более 120 т в месяц литых отливок из высокохромистого белого чугуна [13-15].

Материалы и методы исследования.

В качестве исследуемого материала были выбраны износостойкие белые чугуны 280X29HL, 300X32M2H2TL и 330X17L. Данные чугуны применяются для отливок горно-обогатительного

оборудования, работающего в условиях интенсивного абразивного износа (питающие диски, подложки, плиты для дробилок).

Для проведения исследований изготовлены отливки и образцы из белых износостойких чугунов марки 280X29HL и 300X32H2M2TL и 330X17L, плавку проводили в индукционной печи ИЧТ-2,5. Химический состав отливок и образцов (рис. 1), приготовленных в промышленных условиях, определен эмиссионным спектральным методом [16-18].

Для выявления структуры, образцы были подвергнуты травлению реактивом следующего состава: 15 мл азотной кислоты, 15 мл соляной кислоты и 15 мл глицерина. Микроструктуры образцов были изучены на микроскопе марки OLYMPUS BX53.

Результаты и их обсуждение.

Усредненные результаты изучения химического состава белых чугунов приведены в табл. 1.

Исходя из данных табл. 1. видно, что составы полученных сплавов соответствуют заводским требованиям. На рис. 2 показаны структуры, приведенных в табл. 1 чугунов (литье в земляные формы).



Рис. 1. Образцы белых износостойких чугунов: 1 – 280X29HL, 2 – 300X32H2M2TL, 3 – 330X17L

Как видно из рис. 2 структуры всех приведенных чугунов представляют собой доэвтектические чугуны с приблизительно одинаковым содержанием эвтектических карбидов. Размер карбидов во всех случаях практически одинаковый, так как они кристаллизовались в одинаковых условиях в земляной форме. Микроструктура высокохромистых чугунов в литом состоянии представлена аустенитной металлической матрицей и эвтектическими колониями на базе карбида хрома M_7C_3 , имеющего розеточную морфологию (рис. 2). Количество карбидов в структуре чугуна тем больше, чем выше содержание углерода. Тип образующихся карбидов определяется соотношением содержания хрома и углерода в чугуне. При этом максимальную износостойкость имеют чугуны, содержащие углерода в которых соответствует эвтектическому, а соотношение хрома и углерода обеспечивает образование карбидов типа $(Cr, Fe)_7C_3$ и отсутствие карбидов типа $(Cr, Fe)_3C$.

Уменьшение размеров карбидных включений увеличивает износостойкость чугуна. Степень влияния размеров карбидов зависит от условий изнашивания и характеристик абразива, что связано с влиянием этих факторов на формирование напряжений в карбидах и на распределение напряжений между карбидом и металлической основой. Крупные карбидные включения (особенно в мягкой матрице) растрескиваются и выкрашиваются под действием напряжений, создаваемых абразивной частицей, и деформаций основы. Мелкие карбидные включения, передают часть напряжений на металлическую основу и не разрушаются.

Из чугунов приведенных марок, в земляных формах были изготовлены такие детали как «питающий диск», весом 35 кг, диаметром 380 мм и толщиной 38 мм. Эти детали изготавливаются на ПО «НМЗ» АО «НГМК» для центробежных дробилок. С целью сопоставления характеристик чугунов разных марок, предназначенных для изготовления отливок, была определена твердость, микротвердость и микроструктура готовых деталей. При этом, твердость по Роквеллу определяли на поверхности и в середине деталей, поскольку их габариты позволяют предполагать наличие разных скоростей охлаждения по сечению детали в процессе кристаллизации. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Самую высокую твердость и микротвердость имеет высоколегированный сплав 300X32H2M2ТЛ. Более низкие показатели по твердости (несильно отличающиеся от предыдущего сплава) имеет экономнолегированный чугун 330X17Л. Значительно более низкой твердостью обладает сплав 280X29НЛ. Важно отметить, что стоимость экономнолегированного сплава 330X17Л в 1,3 раза ниже стоимости сплава 280X29НЛ, и в 3 раза ниже стоимости 300X32H2M2ТЛ.

Проведенные исследования показывают перспективность использования экономнолегированного чугуна 330X17Л для дета-

лей горнодобывающей промышленности. Дальнейшее повышение твердости и износостойкости деталей возможно за счёт измельчения структуры, путем повышения скорости кристаллизации, например, при литье в металлические формы (по сравнению с земляными формами). С использованием металлических холодильников были отлиты образцы из приведенных выше сплавов. Структуры сплавов изучали на микроскопе марки OLYMPUS BX53 при увеличениях $\times 200$, $\times 1000$, (рис. 3-5).

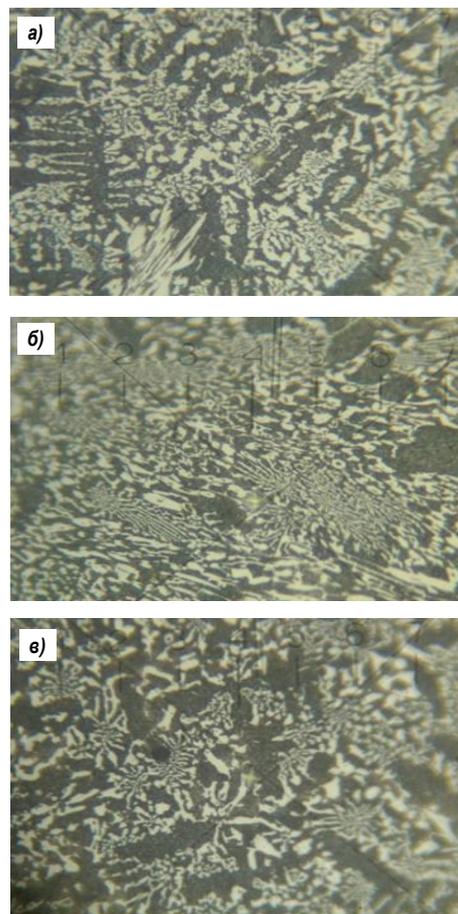


Рис. 2. Структура чугунов: а – 280X29НЛ; б – 300X32H2M2ТЛ; е – 330X17Л, при увеличении $\times 500$

Таблица 1

Химический состав исследуемых сплавов

Марки сплавов	Элементы, %									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu
280X29НЛ	2,82	0,51	0,57	0,067	0,032	28,86	1,54	0,057	–	0,2
300X32H2M2ТЛ	2,67	1,13	0,57	0,043	0,018	31,58	1,93	0,37	0,2	0,07
330X17Л	3,30	0,65	0,47	0,042	0,032	17,00	0,56	0,50	–	0,15

Таблица 2

Результаты экспериментов

Марки чугунов	Твердость, HRC		Структура металлической матрицы и её микротвердость, HV ₅₀
	Твёрдость на поверхности в литом состоянии HRC	Твёрдость в сердцевине в литом состоянии HRC	
300X32H2M2ТЛ	56-57	52-53	Аустенит высокохромистого чугуна 595
280X29НЛ	50-51	45-46	Аустенит высокохромистого чугуна 550
330X17Л	53-54	50-51	Аустенит высокохромистого чугуна 575

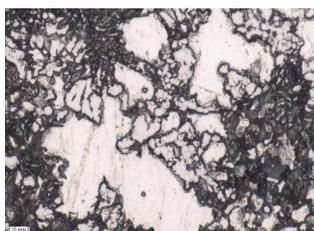


Рис. 3. Структура чугуна 300X32H2M2TL, х 200, х 1000



Рис. 5. Структура чугуна 330X17Л, х 200, х 1000

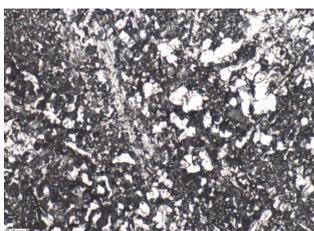
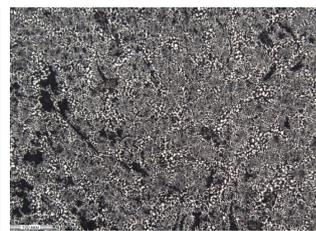
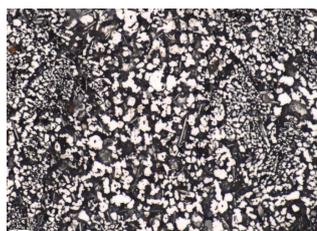


Рис. 4. Структура чугуна 280X29НЛ, х 200, х 1000



Как видно из рисунков, использование металлической формы позволяет получить в 2-3 раза более мелкую структуру, чем при литье в земляные формы. Самую высокую твердость 59-61 HRC имели отливки из сплава 330X17Л, твердость отливок из сплава 300X32H2M2TL была 58-59 HRC, а твердость отливки из сплава 280X29НЛ составляла 54 – 55 HRC.

Влияние размеров, количества и ориентации карбидов в структуре чугуна особенно важно в условиях ударно-абразивного изнашивания. В этих условиях большое значение имеет прочность свя-

зи карбидов с матрицей и их способность равномерно распределять энергию удара абразивной частицы. Следовательно, более равномерную и мелкозернистую структуру (отвечающую вышеназванным требованиям) имеет отливка из чугуна 330X17Л (рис. 5).

Опыт использования деталей из износостойких белых чугунов (в Узбекистане и Республике Беларусь), изготовленных в металлических формах или с использованием металлических холодильников, показал увеличение твердости деталей до 60-61 HRC и повышение износостойкости деталей на 20% по сравнению с деталями, полученными в земляных формах.

Исследование износостойкости белых хромистых чугунов: 280X29НЛ, 300X32H2M2TL и 330X17Л показало, что наиболее распространенный в ПО «НМЗ» АО «НГМК» чугун 280X29НЛ, уступает по твердости и износостойкости чугунам 330X17Л, 300X32H2M2TL.

Увеличение износостойкости и снижение стоимости литья (по сравнению с литьем в земляные формы) возможно за счёт использования экономнолегированного чугуна 330X17Л и применения металлических литейных форм.

В результате проведенных исследований, предлагается при производстве деталей использовать чугун марки 330X17Л.

Библиографический список:

1. Гарбер М. Е. Износостойкие белые чугуны: свойства, структура, технология, эксплуатация. – М.: Машиностроение, 2010. – 280 с.
2. Жумаев А.А., Барановский К.Э., Мансуров Ю.Н., Ахмедов Х.И. Результаты исследования структуры отливок из белых износостойких чугунов // Чёрные металлы. – Россия: Издательский дом «Руда и металлы», 2022. – № 2 (1082). – С. 4-10.
3. Барановский К.Э., Мансуров Ю.Н., Жумаев А.А., Улугов Г.Д. Повышение ресурса работы деталей центробежных дробилок «СЕМКО KEV 96» за счёт ускоренного охлаждения отливок // Сборник трудов XV Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительству и энергетике. – Минск, 2019. Том 1. БНТУ. – С. 72-75.
4. Жумаев А.А., Мансуров Ю.Н., Маматкулов Дж.Дж., Абдуллаев К.С. Фазовые превращения в сплавах железа с углеродом, легированных редкоземельными и переходными металлами // Чёрные металлы. – Россия: Издательский дом «Руда и металлы», 2020. – № 11 (1067). – С. 22-29.
5. Жумаев А.А., Мансуров Ю.Н., Маматкулов Дж.Дж., Улугов Г.Д. Оптимизация состава и структуры износостойких белых чугунов, используемых в горнодобывающей промышленности // Чёрные металлы. – Россия: Издательский дом «Руда и металлы», 2020. – № 12 (1068). – С. 4-10.
6. Korusiński, D., Piasny, S. Influence of tungsten and titanium on the structure of chromium cast iron // Archives of Foundry Engineering. 2012. No. 12(1), pp. 57-60.
7. Pranav U., Agustina M., Mücklich F. A Comparative Study on the Influence of Chromium on the Phase Fraction and Elemental Distribution in As-Cast High Chromium Cast Irons: Simulation vs. Experimentation // Metals. 2020. No. 12, pp. 4-17.
8. Ponomareva A.V., Ruban A.V., Mukhamedov B.O., Abrikosov I.A. Effect of multicomponent alloying with Ni, Mn and Mo on phase stability of bcc Fe–Cr alloys // Acta Materialia. 2018. Vol. 150, pp. 117-129.
9. Mukhamedov B.O., Ponomareva A.V., Abrikosov I.A. Spinodal decomposition in ternary Fe–Cr–Co-system // Journal Alloys Compd. 2017. Vol. 695, pp. 250-256.
10. Ali K., Ghosh P.S., Arya A. A DFT study of structural, elastic and lattice dynamical properties of Fe2Zr and FeZr2 intermetallics // Journal Alloys Compd. 2017. Vol. 723, pp. 611-619.
11. Konar B., Kim J., Jung I. Critical Systematic Evaluation and Thermodynamic Optimization of the Fe-RE System: RE = La, Ce, Pr, Nd // Journal Phase Equilibria and Diffusion. 2016. Vol. 37, Iss. 4, pp. 438-458.
12. Kolocholtsev V.M., Petrochenko E.V., Molochkova O.S. Influence of boron modification and cooling conditions during solidification on structural and phase state of heat- and wear-resistant white cast iron // CIS Iron and Steel Review. 2018. Vol. 15, pp. 11-15.
13. Барановский К.Э., Мансуров Ю.Н., Жумаев А.А., Дувалов П.Ю. Повышение ресурса работы деталей из износостойких хромистых чугунов // Металлургия: республиканский межведомственный сборник научных трудов. – Минск: БНТУ, 2019. – Вып. 40. – С. 78-83.
14. Abrikosov I.A., Ponomareva A.V., Steneteg P., Barannikova S.A., Alling B. Recent progress in simulations of the paramagnetic state of magnetic materials // Current Opinion Solid State Materials Science. 2016. Vol. 20, pp. 85-106.
15. Ahmad J. K. Melting of a new carbon –free waxed sponge iron in Electric Arc Furnace (EAF) for steelmaking // International Journal of Materials Science and Applications. 2015. Vol. 4. No. 1-2, pp. 1-6
16. Shamelkhanova N.A., Uskenbayeva A.M., Volochko A.T., Korolyov S.P. The Study of the Role of Fullerene Black Additive During the Modification of Ductile Cast Iron // Materials Science Forum. Switzerland. 2017. Vol. 891, pp. 235-241.
17. Кудря А.В., Соколовская Э.А., Ахмедова Т.Ш., Пережогин В.Ю. Информативность морфологии структур твердых сплавов для прогноза качества наплавов // Цветные металлы. – Россия – Москва, 2017. – № 12. – С. 78-83.
18. А.А. Жумаев, К.Э. Барановский, Ю.Н. Мансуров. Анализ микроструктуры износостойкого хромистого чугуна после термической обработки // Литье и Металлургия. – Минск, 2021. – № 1. – С. 142-148.

ПОЭТАПНОЕ ОТВАЛООБРАЗОВАНИЕ ПРИ ОТРАБОТКЕ КАЛИЙНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ



Реджепов А.А.,
ст. преп. кафедры «Горное дело»,
Международный университет
нефти и газа им. Ягшыгелды Какаева
(Туркменистан)



Тоймурадова М.,
студент кафедры «Горное дело»,
Международный университет
нефти и газа им. Ягшыгелды Какаева
(Туркменистан)

Мақоллада калий конларини о'зlashtirishda bosqichma-bosqich dampingning afzalliklari ko'rib chiqiladi. Rejada doimiy chiqindilarni bir necha bosqichda loyihalash maqsadga muvofiqdir. Birinchi bosqichda jinslar cheklangan hududda maksimal dizayn balandligiga to'kilgan jinslar bilan bir necha qatlamlarda saqlanadi. Ikkinchi va keyingi bosqichlarda chiqindilar asosan rejada kengaytiriladi. Avtomobil va konveyer transportida keng qo'llaniladigan bosqichma-bosqich quyishning bunday sxemasi darhol butun maydon bo'ylab chiqindixonalarni bosqichma-bosqich rivojlantirish sxemasiga nisbatan bir qator afzalliklarga ega.

Tayanch iboralar: калий конлари, paydo bo'lish sharoiti, qazib olish, chiqindilar, qazib olinadigan rudalar hajmi, tuzlar, galitlar, konlarni qazib olish, chiqindixonalar, qazib olish tizimi, iqtisodiy zarar, kon jinslarini ko'chirish, kapital xarajatlar, ekologik xavfsizlik.

В статье рассматриваются преимущества поэтапного отвалообразования при отработке калийных месторождений. Постоянные отвалы в плане целесообразно проектировать в несколько этапов. На первом этапе породы складываются в несколько ярусов с отсыпкой пород на предельную расчетную высоту на ограниченной площади. На втором и последующих этапах отвалы в основном расширяют в плане. Такая схема поэтапного отвалообразования, широко применяемая при автомобильном и при конвейерном транспорте, по сравнению со схемой поярусного развития отвалов сразу на всей площади, имеет ряд преимуществ.

Ключевые слова: калийные месторождения, условия залегания, добыча, отходы, объем добытой руды, соли, галиты, разработка месторождений, отвалы, система разработки, экономический ущерб, перемещение пород, капитальные затраты, экологическая безопасность.

История геологического развития, а так же особенности геологического строения рассматриваемой территории определили количество, условия залегания и пространственное размещение месторождений калийных и поваренных солей, серы, целестина, гипса (ангидрита), карбонатного сырья для химической промышленности, мраморного оникса, цементного сырья, строительных материалов (облицовочные, пильные, бутовые камни, щебень, гравий, песок и др.). Отдельные их виды по качеству и количеству запасов сравнимы лучшими мировыми аналогами. Наличие минеральных ресурсов, решение проблем освоения и эффективного использования их обеспечивает индустриальный прогресс во всех сферах социальной и экономической жизни страны и отдельных ее регионов. Развитие многих отраслей экономики неразрывно связано с возрастающей потребностью в минеральном сырье и продуктах его переработки [1].

Однако, до приобретения Туркменистаном независимости, несмотря на наличие значительного количества крупных, весьма благоприятных для освоения месторождений разнообразных полезных ископаемых на сравнительно небольшой территории, в данном районе работал только серный комбинат (карьерное хозяйство и обогатительная фабрика). В годы независимости началось интенсивное, широкомасштабное комплексное освоение месторождений полезных ископаемых района. В настоящее время под руководством Президента независимого, нейтрального Туркменистана Г.М. Бердымухамедова на базе местного сырья построен высокотехнологичный цементный завод мощностью 1 млн. т портландцемента в год и современный посёлок городского типа для его работников.

Построен также железнодорожный и автомобильный мосты через р. Амударья, имеющие важное социальное и экономическое значение, как для данного района так и всей центральной Азии. В содружестве с республикой Беларусь построен комбинат по производству калийных удобрений в объеме 1,5 млн. т/год и современный посёлок городского типа для его работников [2].

В результате добычи и переработки калийных руд, образуются отходы галита и глинисто-солевых шламов, составляющие примерно $\frac{3}{4}$ от объема добытой руды. При современных масштабах производства калийных удобрений объемы этих отходов измеряются десятками миллионов тонн в год.

Наличие на земной поверхности хранилищ солевых отходов отрицательно влияет на окружающую среду, вызывая засоление подземных и поверхностных вод.

В процессе обогащения калийных руд образуются твердые галитовые отходы и глинисто-солевые шламы. Твердые отходы переработки сильвинитов содержат до 90-94% NaCl. Кроме того, в них содержится до 3-5% KCl (потери переработки), а также незначительное количество других минералов, присутствующих в исходном сырье: $\text{CaCl}_2(0,02-0,06\%)$, $\text{MgCl}_2(0,04-0,2\%)$, $\text{CaSO}_4(0,1-1,1\%)$, а также водонерастворимый остаток (2,5-4,5%).

Водонерастворимый остаток представлен алюмосиликатами, карбонатами железа и кальция, ангидритом, в небольшом количестве в его составе присутствуют нерастворимые соли калия и натрия, а также соли титана, меди, бора, марганца и др.

По гранулометрическому составу твердые отходы представляют собой легкие супеси или разнозернистые пески с диаметром

минеральных частиц от 0,005 до 5 мм. Средневзвешенное значение диаметра частиц составляет 0,45 мм [2].

Рассолонасыщение свежих солеотходов изменяется от 8 до 12%. Полное насыщение отходов рассолами в момент подачи на солеотвал достигает 18-20%. За счёт отжима в глубь отвала и испарения содержание жидкой фазы в солевых отвалах уменьшается и остаётся равным 5-7%. Плотность твёрдых солевых отходов составляет от 1,67 до 1,91 г/см³. Твёрдые галитовые отходы обладают высокой слеживаемостью. В солевых отходах она происходит не только вследствие уплотнения под действием собственного веса, но и в результате перекристаллизации солей из отжимаемых рассолов [2].

Помимо твердых галитовых отходов при обогащении калийных руд образуются глинисто-солевые шламы за счет содержания глинистых компонентов в исходной руде. После обезвоживания на фильтрах или центрифугах твердых отходов незначительная часть глин (до 2%) остается на зёрнах галита и с ними попадает в солеотвалы. Большая часть глин глинисто-солевые шламы в виде суспензии насосами подается в шламохранилища при соотношении твердой и жидкой фазы от 1:2 до 1:3.

Глинисто-солевые шламы содержат до 40-62% воды; 6-20% KCl; 5-24% NaCl; 0,14-7,0% MgCl₂; 0,03-0,1% CaCl₂; 2-5% CaSO₄ и 5-28% нерастворимого остатка.

После осаднения глинисто-солевого шлама осветлённые рассолы забираются из шламохранилища и перекачиваются обратно на обогатительную фабрику, где они используются в технологическом процессе. Хвостохранилище постепенно полностью заполняется шламами [2].

Предотвращение или снижение вредного влияния солеотвалов и шламохранилищ на окружающую среду достигается:

- сокращением площадей, занимаемых под солеотвалы;
- предотвращением попадания рассолов из шламохранилищ и солеотвалов в грунтовые воды;
- захоронением отходов в выработанном пространстве;
- селективной разработкой месторождений;
- захоронением избыточных рассолов.

Лучшим с точки зрения охраны природы размещением солеотходов считается размещение в выработанном пространстве рудников, однако это представляет собой сложную и во многом еще не решённую проблему.

Сокращение площадей годовых солеотвалов может быть обеспечено за счет увеличения их высоты. В настоящее время высота солевых отвалов редко превышает 15-20 м. Отсыпка солеотвалов при этом производится последовательно тремя ярусами. На калийном предприятии Винтерсхаль (ФРГ) в настоящее время эксплуатируется отвал соли, высоту которого предполагается довести до 250 м.

Засоление почв и вод под солеотвалами вызывает рассолы, образование которых связано с несовершенством обезвоживания твердых отходов на обогатительных фабриках, растворением солеотвалов атмосферными осадками, конденсацией атмосферной влаги. Основным источником первоначального засоления грунтов и подземных вод являются остаточные рассолы складываемых галитовых хвостов [2]. Содержание остаточных рассолов в галитовых хвостах, выходя-

щих с фабрики, изменяются в пределах 10-15% от их массы. После складирования и уплотнения свежих отходов под давлением вышележащих слоев выделяется остаточная технологическая влага. При растворении отвалов атмосферными осадками из них дополнительно высвобождаются поровые растворы, составляющие 5% от массы соли. Скорость растворения в первый период определяется силами химического взаимодействия воды и солей. В дальнейшем при концентрации раствора, близкой к насыщению, скорость растворения солей быстро замедляется. То же самое происходит и в случае проникновения осадков в глубь массива, когда их выщелачивающее действие постепенно затухает.

Галитовые отходы обладают гигроскопичностью, и при определенных изменениях температуры и влажности воздуха в солеотвалах происходит конденсация атмосферной влаги, которая быстро насыщается легкорастворимыми солями и превращается в рассолы.

Суммарное количество конденсата, образующегося в результате температурного охлаждения атмосферного воздуха в пустотах массива солеотвалов и за счёт сорбционных процессов, составляет около 110 мм в год. Нетрудно посчитать, что величина стока конденсационных рассолов, вытекающих из массива солеотвала, составляет около 130 м³ в год (49 т твердой соли) с 10⁴ м² площади.

Образующиеся на солеотвалах рассолы либо непосредственно подаются на дневную поверхность, либо скапливаются в наиболее пониженных местах, образуя равнины озера, формируются не только у основания отвалов, но и в межрядовых понижениях самих отвалов. При трехъярусном складировании отходов в солеотвалы высотой 100 м отчуждаемые площади земель сокращаются в 3-3,5 раза, в такой же мере снижается образование рассолов от выпадения атмосферных осадков. [1]

При разработке калийных месторождений применяется сплошная камерная система разработки.

В процессе добычи кроме сильвинита в добываемую массу попадают и промежуточные прослои галита и глинистых пород. В результате снижается качество полезной массы из-за разубоживания руды.

В некоторых калийных рудниках используют селективную выемку продуктивных пластов. Преимущество такой технологии добычи сильвинитовой руды состоит в следующем: повышается качество руды, снижаются потери полезного ископаемого, уменьшается количество галитовых отходов.

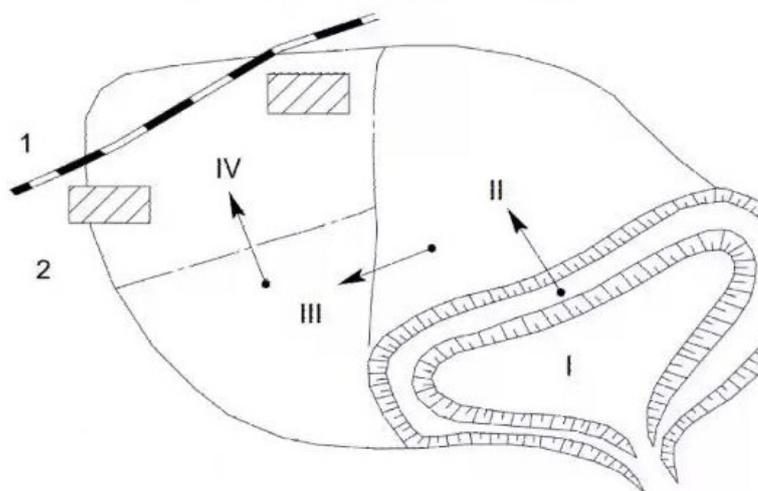


Рис. 1. Схема поэтапного отвалообразования: I, II, III – этапы выделения земель под отвалообразование; 1, 2 – коммуникации, здания и сооружения попавшие под зону горного отвала

Постоянные отвалы в плане целесообразно проектировать в несколько этапов (3-5 и более).

На первом этапе породы складываются в несколько ярусов с отсыпкой пород на предельную расчетную высоту на ограниченной площади.

На втором и последующих этапах отвалы в основном расширяют в плане [3]. Схема поэтапного отвалообразования дана на рис. 1. Такая схема поэтапного отвалообразования, широко применяемая при автомобильном и при конвейерном транспорте, по сравнению со схемой поярусного развития отвалов сразу на всей площади, имеет следующие преимущества:

Земли под отвалы изымаются из сельскохозяйственного пользования постепенно, что уменьшает экономический ущерб, наносимый народному хозяйству от вовлечения недр в разработку.

Рекультивация отвалов и возвращение земель для сельскохозяйственного использования осуществляются раньше.

Уменьшается расстояние перемещения пород в первые годы, что позволяет уменьшить затраты на транспортирование.

Отдвигаются сроки переноса сооружений, попавших в зону горного отвода, что позволяет повысить эффективность использования ранее сделанных капитальных затрат на их строительство.

Экономический эффект от поэтапного развития отвалов пропорционален объему складываемых пород и тем выше, чем больше высота отвалов и число этапов [3].

Таким образом, рекомендуемая схема отвалообразования в определенной степени обеспечит экологическую и экономическую безопасность горнорудного района.

Библиографический список:

1. Хохряков В.С. Проектирование карьеров. – М.: Недра, 1981 г. – 336 с.
2. Балкулиев Ч.Б., Реджепов А.Р., Реджепова Г.О. Перспективы развития горно-добывающей промышленности в Гаурдак-Кугитанском горнорудном районе. Материалы X международной научно-практической конференции «Будущие исследования – 2014». Том 41. – София, 2014. – С. 43-60.
3. Пермяков Р.С., Романов, Бельды М.П. Технология добычи солей. – М.: Недра, 1981 г. – 271 с.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2022, № 2(89) pp. 59-61

STAGED DUMP FORMATION DURING THE DEVELOPMENT OF POTASH DEPOSITS

Rejepov A.A., Senior Lecturer, Department of Mining.
Toymuradova M., Student.

International University of Oil and Gas named after Yagshygeldy Kakaev. Ashgabat, Turkmenistan.

The article discusses the advantages of staged dumping in the mining of potash deposits. It is advisable to design permanent waste dumps in several stages. In the first stage the rocks are deposited in several tiers with the rock dumping to the maximum design height in a limited area. In the second and subsequent phases, the stockpiles are mainly extended in plan. This scheme of stage-by-stage dumping, widely used in road and conveyor transport, has a number of advantages in comparison with the scheme of stage-by-stage dumping development on the whole area at once.

Keywords: potash deposits, ground conditions, extraction, waste, volume of mined ore, salt, halite, deposit development, dumps, development system, economic damage, rock movement, capital costs, environmental safety

Bibliographic list:

1. Khokhryakov V.S. Quarry design. – M.: Nedra, 1981. – 336 p.
2. Balkuliev Ch.B., Redzhepov A.R., Redzhepova G.O. Prospects for the development of the mining industry in the Gaurdak-Kugitan mining region. Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference "Future Research-2014". Volume 41. – Sofia, 2014, pp. 43-60.
3. Permyakov R.S., Romanov, Beldy M.P. Salt extraction technology. – M.: Nedra, 1981. – 271 p.

HT-250-01; HT-250 M

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ
ТОКАРНЫЙ СТАНОК



NMZ
Всегда жизнь и металл

АО «НГМК»
Производственное объединение
«Навоийский машиностроительный завод»
www.ngmk.uz
Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879) 2276214; 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78
E-mail: informz@ngmk.uz

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ 3,2 X 3,1



Нуритдинов А.А.,
заместитель начальника
службы главного механика
АО «Алмалыкский ГМК»



Мирахмедов Х.Т.,
начальник МОФ-2
АО «Алмалыкский ГМК»



Каримов К.Р.,
начальник
конструкторского бюро
АО «Алмалыкский ГМК»



Каримова Ш.К.,
мастер производственного обучения
Учебного центра
АО «Алмалыкский ГМК»

Maqolada tushirish bilan (markaziy) 3,2 x 3,1 va 3,7 x 3,1 gacha bo'lgan shar tegirmoninig konstruksiyasini o'zgartirish usuli tasvirlangan, bu esa logoritmik progressiyada tegirmon xajmining 13-15 foiziga ko'payishiga olib keladi. Tegirmon konstruksichsining o'zgarashi tovar moddiy qiymatlarini qo'shimcha sotib olishga olib kelmadi: astar, toj, val, elektrovigvtel o'zgaraishsiz qoldi. O'zgargan yagona narsa markaziy mexanik ta'mirlash zavodida o'zlashtirilgan kichik astarlarning bir turi qo'shildi, qurilish montaj ishlari xam o'zgaradi, podevorlari bir xil bo'lib qoldi. Bugungi kunga kelib, misni qayta ishlash zavodida 2, 2, 3, 8, 10,11 –sonli silliqlashning birinchi bosqichi va 5-sonli maydalashning 2- bosqichi tegirmonlari 3,7 x 3,1 m ga almashtirildi, bu esa o'sishga imkon beradi xom ashyoni qayta ishlash mis boyitish – 2 fabrikasining xajm ko'rsatkichlari. Xuddi shunday tegirmonlarni Angren kon boshqarmasi va "Olmaliq kon-metallurgiya kombinati aksiyadorlik jamiyatining Xodiza kon boshqarmasi zavodlarida almashtirish rejalashtirilgan.

Tayanch iboralar: tegirmon, qo'rg'oshin-rux, dum, mis- molibden rudalari, flotatsion kameralar, kvarts-pirit- xalkopirit.

В статье описывается способ изменения конструкции шаровой мельницы с разгрузкой (центральной) 3,2 x 3,1 на 3,7 x 3,1, в результате чего происходит увеличение объема мельницы в логарифмической прогрессии на 13-15%. Изменение конструкции мельницы не повлекло за собой дополнительных покупок товарно-материальных ценностей: футеровка, венец, электродвигатель остались без изменения. Единственное, что изменилось – добавился один вид небольшой футеровки, освоенной на Центральном ремонтно-механическом заводе, строительно монтажные работы, фундаменты остались прежними. На сегодняшний день на Медно-обогатительной фабрике-2, мельницы первой стадии измельчения № 2, 3, 8, 10,11 и 2-й стадии измельчения № 5 заменены на 3,7 x 3,1 м, что дало возможность увеличения объемных показателей по переработке сырья. Планируется заменить аналогичные мельницы на фабриках Ангрэнского рудоуправления и Хандизинского рудоуправления АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат».

Ключевые слова: мельница, хвост, медно-молибденовые руды, флотокамера, кварц-пирит-халькопирит.

Проект свинцово-цинковой обогатительной фабрики был разработан в 1951 г. институтом «Механобр». Площадка для её строительства была выбрана комиссией министерства металлургической промышленности в апреле 1950 г., одновременно с выбором месторасположения металлургических заводов и складирования «хвостов» обогатительной фабрики. Первоначальная проектная мощность её 2,0 млн. т перерабатываемой руды в год. Рудная база в тот период представлялась двумя месторождениями – Кургашиным и Алтын-Топканским.

Первая очередь фабрики была введена в эксплуатацию в 1954 г. В её состав входила первая секция, пуск которой был осуществлен в апреле. В мае вступила в строй действующих вторая секция фабрики. Третья же секция, входящая в состав второй очереди, была сдана во временную эксплуатацию 5 августа того же года.

Еще через год пущена четвертая секция, а в мае 1956 г. пятая секция. В 1965 г. по проекту расширения была введена в эксплуатацию шестая секция фабрики, проектная мощность её была определена в 4 млн. т перерабатываемой руды в год. В этот период свинцово-цинковая обогатительная фабрика становится одной из крупнейших фабрик перерабатывающих свинцово-цинковые руды в бывшем Союзе. В основу проекта фабрики была заложена схема селективной флотации руды, рекомендованная институтом «Механобр», с получением свинцового, цинкового и пиритного концентратов. Однако впоследствии, все секции фабрики были переведены на схему коллективной флотации с получением коллективного свинцово-цинкового концентрата с последующей селек-

цией его на свинцовый и цинковый концентраты. С этой целью в 1969 г. селекция коллективного концентрата была переведена в специальный корпус, построенный по проекту института «Механобр». В этом периоде, по сравнению с первоначальными периодами работы, были повышены показатели по извлечению свинца в свинцовом концентрате на 16,3% при повышении качества свинцового концентрата на 3%. Извлечение цинка в цинковом концентрате увеличилось на 23%, при повышении качества цинкового концентрата на 5,2%.

К 1971 г. фабрика вышла на новый рубеж, её производительность удвоилась достигнув 4 млн. т перерабатываемой руды в год. Коэффициент движения шаровых мельниц на протяжении ряда лет выдерживался на уровне 95-96%, при проектном 93,5. Это был лучший показатель среди обогатительных фабрик страны. Достижение такого уровня коэффициента использования оборудования позволило коллективу фабрики перекрыть в 1976 г. проектную мощность на 10%.

С июля 1984 г. фабрика стала перерабатывать окисленные руды нового рудника Уч-Кулач, затем смешанные и сульфидные руды этого месторождения.

С годами резко усложнились горно-геологические условия в связи со значительным понижением горных работ, падением содержания ценных компонентов, закрытием крупного Кургашинского рудника, отработкой верхних горизонтов Алтын-Топкана, вовлечением в переработку труднообогатимого минерального сырья. Отработка свинцово-цинковых месторождений комбината в целом ста-

новится не эффективной. С распадом Союза трудности усугубились, нарушились налаженные связи в материально-техническом снабжении. Рудник Алтын-Топкан, находящийся на территории Таджикистана перешел в управление этой республики, последний рудник Уч-Кулач, расположенный в отдалении, в 300 км от фабрики не мог обеспечить загруженности всех 6 секций. Встал вопрос о судьбе свинцово-цинковой обогатительной фабрики, коллектив, который всегда был среди лучших коллективов огромного комбината.

В этот период был найден выход, с сентября 1994 г. произведя незначительные изменения в технологических схемах, фабрика начала перерабатывать на 3-х секциях медно-молибденовые руды рудника Сары-Чеку. В течение двух лет фабрика одновременно перерабатывала два сорта руд, свинцово-цинковую и медно-молибденовую. Объемы производства снизились до 2,7 млн. т перерабатываемой руды в год. С 1998 г. свинцово-цинковая обогатительная фабрика перешла на переработку медно-молибденовых руд, что привело к стабилизации производства и постепенному увеличению объемов переработки руды. Основной сырьевой базой для фабрики является месторождение Сары-Чеку рудоуправления Кальмакыр. В 2002 г. было переработано 3 млн. 667 тыс. т медных руд, в 2003 г. 3 млн. 545 тыс. т. Извлечение меди в медный концентрат достигло 84%.

Начиная с 2004 года и по настоящее время на свинцово-обогатительной фабрике (медно-обогатительная фабрика-2) осуществляется переработка шлаков медеплавильного завода, целью которой является сокращение загрязнения окружающей среды и извлечения из них полезных компонентов. С января 2005 г. фабрика приступила к раздельной переработке медной руды и шлаков медеплавильного производства. Количество секций, работающих на руде и шлаках, меняется в зависимости от планового задания. Поэтому для раздельной переработки руды и шлаков предусмотрены гибкие схемы измельчения, позволяющие работать при различных соотношениях мельниц первой и второй стадий.

В 2013 г. на медно-обогатительной фабрике-2 произведена реконструкция отделения измельчение по флотации с вводом в эксплуатацию 2-х мельниц 1 и 2 стадии МШР- 3,6 X 5,0 м. Производительность мельницы 1-й стадии составляет 100-105 т/час. Это позволило увеличить производительность фабрики на 800 тыс. т сырья в год. В данное время стоит вопрос об установлении классификатора после 1-й стадии измельчения для выделения более мелких фракций, что позволит увеличить производительность мельницы 1-й стадии до 150 т/час.

Руководством комбината была поставлена задача при существующих действующих технологических оборудовании, без приобретения новых увеличить производительность фабрики. Для этого, руководством были приглашены главные конструкторы ведущих заводов Российской Федерации, перед которыми была поставлена задача – пересмотреть конструкции действующих мельниц медно-обогатительной фабрики-1 и медно-обогатительной фабрики-2 на предмет увеличения производительности, без изменения фундаментов и каких-либо покупных дорогостоящих запасных частей. Они не справились с поставленными задачами: по предложению приглашенных специалистов с РФ было предложено о закупке новых моделей мельниц, что повлекло бы за собой большие материальные затраты. Это привело бы к изменению существующих фундаментов, покупке дорогостоящих оборудований, потере времени на строительство и т.д. Тогда к решению этой проблемы подключились специалисты комбината. Был рассмотрен вопрос по увеличению мощностей на медно-обогатительной фабрике-2, мельниц 3,2 x 3,1 м. Проанализировав ситуацию, специалисты комбината решили увеличить диаметр существующих мельниц 3,2 x 3,1 м на 3,7 x 3,1 м. Произведя расчеты на прочность фундамента, нагрузку на привод электродвигателя, конструкцию новой мельницы, пришли к мнению о пробном изготовлении 1-ой единицы на существующей

производственной базе Алмалыкского горно-металлургического комбината Центральном ремонтно-механическом заводе.

Изменение конструкции мельниц не повлекло за собой к дополнительным покупкам товарно материальных ценностей. Футеровки остались прежними, венец, вал-шестерня, электродвигатель и фундамент без изменений. Единственное, что добавилось – это один вид дополнительной футеровки, которую разработали на ЦРМЗ, она показала хорошие результаты по наработке. При этом объем мельниц увеличился с 22 м³ до 27,5 м³.

В январе 2015 г. диаметры мельниц № 2 и № 3 1-й секции медно-обогатительной фабрики-2 были заменены с 3,2 x 3,1 м на 3,7 x 3,1 м, которые перерабатывали шлаки медеплавильного завода.

Для выполнения плановых объемных показателей переработки шлаков, мельница № 6 (2-я рудная секция) периодически переводилась на переработку шлаков. Увеличение диаметров данных мельниц позволило повысить часовую производительность мельниц на 13-15%, а также дало возможность не переводить мельницу № 6 со 2-й секции на 1-ю секцию.

На сегодняшний день на медно-обогатительной фабрике мельницы 1-й стадии измельчения №№ 2, 3, 8, 10, 11 и 2-й стадии измельчения № 5 заменены на 3,7 x 3,1 м, что дало возможность увеличить объемные показатели медно-обогатительной фабрики-2 по переработке сырья.

В 2017 г. на медно-обогатительной фабрике по программе реконструкции и модернизации был запущен цех фильтрации шлакового концентрата, где установлены два быстрооткрывающихся автоматических мембранных фильтр-пресса типа KA75/1600Z1,2. Шлаковый медный концентрат сгущается и отправляется на данные пресс-фильтры. После фильтрации, влага концентрата составляет 10-11% и отправляется на дальнейшую переработку на медеплавильном заводе. Хвосты переработки шлаков Медеплавильного завода содержащие 30-38% железа – являются кондиционным железосодержащим концентратом, которые с 2010 г. реализуются цементным заводам Узбекистана. В 2019-2020 гг. в отделении измельчения и флотации производилась реконструкция флотационного парка с заменой флотокамер на новые, изготовленные на Центральном механическом заводе Алмалыкского горно-металлургического комбината.

Перерабатываемая на медно-обогатительной фабрике-2 руда месторождения Сары-Чеку представлена в основном кварц-пирит-халькопиритовой, пирит-халькопиритовой, кварц-молибденовой и молибденовой ассоциациями. Помимо меди, промышленную ценность в руде представляет молибден, сера сульфидная, золото, серебро, селен, теллур и рений. Распределение меди в сульфидных рудах близко к равномерному. Молибден имеет смешанные максимумы содержания. Содержание меди в первичных рудах довольно неравномерное, максимальное – 2,5%, минимальное – 0,024%, среднее – 0,55%.

За период с 2018 по 2020 гг. на медно-обогатительной фабрике-2 технологические и качественные показатели значительно выросли:

В 2018 г. при содержании меди в исходной руде 0,435% извлечение составило 84,25%; кондиция дробленой руды класса 16 мм составила 91,1%, содержание класса -0,071 мм после I-ой стадии измельчения 32,7%, после II-ой стадии измельчения 65,3%.

В 2019 г. при содержании меди в исходной руде 0,425% извлечение составило 85,23%; кондиция дробленой руды класса -16 мм составила 92,6%, содержание класса -0,071 мм после I-ой стадии измельчения 30,8%, после II-ой стадии измельчения 61,6%.

В 2020 г. при содержании меди в исходной руде 0,439% извлечение составило 86,02%, кондиция дробленой руды класса -16 мм составила 92,4%, содержание класса -0,071 мм после I-ой стадии измельчения 31,5%, после II-ой стадии измельчения 61,5%.

СОЛЕУСТОЙЧИВЫЙ БЕЗГЛИНИСТЫЙ БУРОВОЙ РАСТВОР НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ БАЗАЛЬТОВОЙ ФИБРЫ И АРМАТУРЫ



Раупов А.А.,
зам. начальника
Управления Методологии
и лицензирования Министерства
энергетики РУз., PhD

Bazalt fibrasini o'z ichiga olgan burg'ulash suyuqliklarini tayyorlashda ishlatiladigan turli dispersiyali bosqichlarning tajovuzlari. Tuzli konlarda quduqlarni ulash uchun burg'ilash loyidan foydalanish sharoitida ularning afzalliklari va kamchiliklari aniqlandi. Bazalt fibراسi asosida burg'ilash loyining asosiy texnologik parametrlari va uning polivalent kationlarining ta'siri o'rganildi. Poliakrilamid (PAA) gidroksidi gidrolizining o'zgarishi, ya'ni qoldiq akril guruhlar sonining ko'payishi, reagentning polivalent ionlarning agressiv ta'siriga chidamliligini oshiradi. Shu sababli, PAA boshqa reagentlarga qaraganda minerallashtirgan muhitda yanada samarali bo'ladi. Tuzli kimyoviy reagentlar bilan stabilizatsiya qilingan turli eritmalarining filtrlari bilan aloqa qilishda tuzlarning eruvchanligi darajasi baholanadi. Mineralizatsiyadagi keng o'zgarish oralig'ida yuqori tizimli qarshilikka ega bo'lgan sho'rga chidamli burg'ulash loyining formulasi ishlab chiqildi. Burg'ulash loyining tavsiya etilgan tarkibidan foydalanish tuzlarning erishi va tuz tarkibidagi loy jinslarining tarqalishini kamaytirishga imkon beradi. Eksperimental tadqiqotlar natijalariga ko'ra, bazalt fibراسi stabilizatsiya qilingan gidrolizlangan pah asosida sho'rga chidamli burg'ulash loyining formulasi tavsiya etiladi.

Tayanch iboralar: glutensiz eritma, kimyoviy reagent, sho'rlanish, mineralizatsiya, eritmaning filtratsiyasi, tosh tarqalishi, bazalt tolasi, gidrolizlangan poliakrilamid.

Дана критическая оценка использованию бурового раствора на глинистой основе. Изучена устойчивость к солевой агрессии различных дисперсных фаз используемых при приготовлении буровых растворов, в том числе базальтовой фибры. Выявлены их достоинства и недостатки в условиях использования бурового раствора для проводки стволов скважин в соленосных отложениях. Изучены основные технологические параметры бурового раствора на основе базальтовой фибры и влияние его поливалентных катионов. Изменение условий щелочного гидролиза полиакриламида (ПАА), а именно увеличение числа остаточных акриловых групп, повышает устойчивость реагента к агрессивному действию поливалентных ионов. По этой причине ПАА более эффективен в минерализованных средах, чем другие реагенты. Оценена степень растворимости солей при контактировании фильтрами различных растворов, стабилизированных солевостойкими химическими реагентами. Разработана солеустойчивая рецептура бурового раствора, которая обладает высокой структурной устойчивостью в широком интервале изменения его минерализации. Применение предложенного состава бурового раствора позволяет свести к минимуму растворение солей и разупрочнение соледержащих глинистых пород. По результатам экспериментальных исследований рекомендована солеустойчивая рецептура бурового раствора на основе базальтовой фибры стабилизированного негидролизованного ПАА.

Ключевые слова: безглинистый раствор, химический реагент, солевостойкость, минерализация, фильтр раствора, диспергация горной породы, базальтовая фибра, негидролизованный полиакриламид.

В ряде поисково-разведочных площадей Республики Узбекистан в процессе бурения нефтяных и газовых скважин возникают проблемы, связанные с поступлением в состав бурового раствора солей, из соледержащих глинистых пород, а также высокоминерализованных пластовых вод и сероводородов.

При вскрытии их бурением с использованием бурового раствора на глинистой основе наблюдается резкое ухудшение фильтрационных показателей, вязкости и структурообразующей способности раствора. Для восстановления качества раствора требуется их многократная химическая обработка дорогостоящими реагентами, ввозимыми в республику из зарубежа за валюту.

Установлено, что буровой раствор на глинистой основе, содержащий в своём составе различные химические реагенты, не всегда может обеспечить устойчивость соленосных пород, слагающих стенки ствола скважины [1]. В процессе контактирования бурового раствора с соленосной породой последний растворяется, диспергируется и обваливается. В результате, в стволе скважины образуются локальные каверны или часто встречающиеся прихваты бурильной колонны [2].

Анализ промысловых материалов за последние 10 лет (2010-2019 гг.) свидетельствует о том, что из общего числа прихватов (27 случаев) более 50% происходили при вскрытии бурением соленосных пород, где использовались буровые растворы на глинистой основе. Одним из основных недостатков бурового раствора на глинистой основе являются слабая солевостойкость и

высокая диспергирующая способность глинистых частиц. В зависимости от степени щелочности, температуры и давления, процесс диспергации глинистых частиц в растворе может продолжаться до нескольких недель. Это и препятствует получению устойчивого глинистого раствора, увеличению расхода разжижителей и химических реагентов.

Несмотря на отмеченные недостатки растворы на глинистой основе традиционно используются, как в нормальных, так и в осложнённых условиях. Хотя при интенсификации процесса строительства скважин в осложнённых разрезах важное значение имеет правильный и обоснованный выбор типа бурового раствора, тип и содержание химических реагентов в растворе, позволяющий легко управлять технологическими параметрами промыслового раствора. Для подавления агрессии пластовых флюидов, считаем недостаточным только обеспечение качества фильтра раствора и стабилизацию его различными химическими реагентами. В данном случае в равной степени необходимо обеспечить устойчивость и дисперсную фазу раствора. Ухудшение качества глинистого раствора из-за попадания в его состав минерализованных солей происходит в результате их физико-химического воздействия с частицами твёрдой фазы раствора.

Для подтверждения выдвинутых предположений нами были проведены специальные эксперименты. В качестве дисперсной фазы приняты глина, мел, известь, карбонат и базальт. За критерий оценки степени устойчивости была принята

диспергирующая и структурообразующая способность, солеустойчивость, термоустойчивость, коррозионная устойчивость, а также растворимость твердой фазы в соляной кислоте. Качественные показатели твердых фаз были определены по общепринятой – физико-химической методике [3]. Результаты исследования в обобщенном виде представлены в *табл. 1*.

Как видно из данных *табл. 1* базальт по таким важным показателям, как солеустойчивость и коррозионная устойчивость, намного превосходит другие сравниваемые типы твердых фаз. Отмеченное свойство и определило использование базальта в качестве дисперсной фазы для буровых растворов.

Известно, что в республике функционирует ряд предприятий по приготовлению строительных изделий на базе горной породы – базальта, где накапливается большое количество отходов базальтовой фибры и арматуры.

По данным, базальт после термической обработки при 1400°C теряет истинную плотность до 70% [4, 5]. В связи с этим, приготовленные строительные изделия обладают легкостью, пластичностью и прочностью. Учитывая эти свойства базальта, нами проведена исследовательская работа по выявлению возможности его использования при приготовлении безглинистых буровых растворов для проводки стволов скважин в осложненных условиях. Для этой цели отходы базальтовой фибры и арматуры были размельчены в шаровой мельнице до размеров тампонажного цемента. Приготовлен облегченный буровой раствор, у которого

дисперсной фазой была базальтовая суспензия. При проведении исследования базальтовая суспензия была стабилизирована химическими реагентами (ПАА, карбо-ПАЦ, POLY-PAS и PAS-HV), используемыми в широком масштабе при проводке скважин в нашей республике. Результаты экспериментальных данных представлены в *табл. 2*.

Полученные данные свидетельствуют о возможности использования при бурении скважин базальтового безглинистого раствора, обладающего пониженной плотностью, вязкостью, фильтрационной и коркообразующей способностью, а также достаточной степенью структурообразования.

Представленный состав безглинистого раствора на основе базальта также можно использовать для предупреждения поглощения бурового раствора средней степени интенсивности, а также при вскрытии продуктивного пласта с АНГД.

Дальнейшее исследование будет направлено на изучение влияния солей – хлоридов натрия, кальция и магния по 5 и 10%-ной концентрации на технологические показатели базальтового раствора, стабилизированного негидролизующим ПАА. Эталонном сравнения был определен глинистый раствор, обработанный POLY-PAS и Карбо-ПАЦ. Результаты лабораторного исследования представлены в *табл. 3*.

Изучив степень устойчивости бурового раствора на основе базальта, стабилизированного полимерными реагентами на агрессивное действие солей установлено, что раствор на

Таблица 1

Влияние пластовых флюидов на характеристику твердой фазы используемых при приготовлении буровых растворов

№ п/п	Качественные показатели твердой фазы	Типы твердой фазы и степени их устойчивости к агрессии пластовых флюидов				
		глина	мел	известь	карбонат	базальт
1.	Диспергация	высокая	слабая	слабая	очень слабая	слабая
2.	Структурообразование	высокая	средняя	слабая	средняя	средняя
3.	Соле устойчивость	низкая	высокая	высокая	высокая	высокая
4.	Термоустойчивость	слабая	средняя	средняя	средняя	высокая
5.	Коррозионная устойчивость	слабая	средняя	средняя	средняя	высокая
6.	Растворимость твердой фазы в соляной кислоте	очень слабая	высокая	высокая	высокая	высокая

Таблица 2

Основные параметры бурового раствора на основе базальта, стабилизированного с добавкой химических реагентов

№ п/п	Наименование хим. реагентов	Содержание в базальтовом растворе, %	Плотность, кг/м ³	Вязкость по СПВ-5, с	Водоотдача, см ³ /30 мин	Корка, мм	СНС (Па)	
							1 мин	10 мин
1.	Базальтовый раствор без добавки	–	1100	26	40/15	6	0,01	0,03
2.	ПАА	1	1106	44	5	2	0,02	0,05
3.	POLY-PAS	1	1105	37	8,0	3	0,03	0,09
4.	Карбо-ПАЦ	1	1106	38	8,0	3	0,02	0,08
5.	PAS-HV	1	1105	30	10	4	0,02	0,04

Таблица 3

Влияние хлоридов на основные показатели глинистых и базальтовых растворов

№ п/п	Тип раствора	Наименование добавки	Содержание добавки в растворе, %	Плотность, кг/м ³	Вязкость СПВ-5, сек	Водо-отдача, см ³ /30 мин	Толщина корки, мм	СНС (Па)	
								1 мин	10 мин
1.	Глинистый	–	–	1200	27	40/23	8	0,02	0,08
2.	Глинистый	POLY-PAS	1,0	1203	33	6,0	4	0,06	0,15
3.	Глинистый	соли	15	1207	38	9,0	5	0,04	0,10
4.	Глинистый	соли	30	1210	45	11,0	6	0,03	0,08
5.	Глинистый	Карбо-ПАЦ	1,0	1203	36	6,0	4	0,07	0,13
6.	Глинистый	соли	15	1207	40	8,0	6	0,05	0,11
7.	Глинистый	соли	30	1210	47	10,0	7	0,03	0,06
8.	Базальтовый	–	–	1200	25	40/28	7	0,01	0,06
9.	Базальтовый	ПАА	1,0	1202	47	2,0	2	0,05	0,10
10.	Базальтовый	соли	15	1207	55	4,0	3	0,04	0,09
11.	Базальтовый	соли	30	1210	60	5,0	4	0,03	0,08

базальтовый основе с добавкой негидролизованного ПАА выгодно отличается от глинистого раствора обработанного POLY-PAS и Карбо-ПАЦ. Базальтовый раствор имеет преимущество по вязкости, низкой фильтрации воды, коркообразованию и солеустойчивостью.

Следующий этап исследования был посвящён изучению устойчивости солей к агрессии дисперсной фазы и среды буровых

растворов. С этой целью навески по 15% хлоридов натрия, кальция и магния помещались в цилиндр диаметром 20 мм и высотой 25 мм. Формирование образцов в форме цилиндра производилось в пресс-форме под давлением 4 МПа. Затем образцы соли помещались в цилиндрический мешок изготовленный из медной сетки (на 1 см² площади 4 отверстия) и погружались в фильтрат растворов на глинистой и базальтовой основе. Растворы были стабилизированы солеустойчивыми химическими реагентами ПАА, крахмал, POLY-PAS и Карбо-ПАЦ по 1,5% от объёма раствора. В качестве эталона сравнения использован соленасыщенный раствор в составе которого присутствовали хлориды (NaCl, CaCl₂ и MgCl₂) по 15%. Таким образом удалось сблизить состав раствора с составом пластовых солей. Процесс растворения образцов соли контролировали специальными лабораторными весами.

Оценка устойчивости солей к агрессивным действиям фильтратов осуществлена по потере веса образцов. Следует отметить, что при проведении экспериментального исследования стабилизация растворов на глинистой основе (глины «Навбахор» и «Полигорскит») осуществлена с использованием КМЦ-700 вместо ПАА. Потому что добавка ПАА к растворам на глинистой основе сопровождается высоким коагуляционным процессом с отделением дисперсной фазы в крупные осадки. Результаты исследования представлены в табл. 4 и на рис. 1.

Данные табл. 4 и рис. 1 свидетельствуют о том, что в порядке замедления растворимости солевого образца, рассматриваемые типы растворов можно расположить в ряд: базальтовый – соленасыщенный – полигорскитовый – из глинопоршка «Навбахор». Также можно расположить использованные химические реагенты: ПАА – POLY-PAS – крахмал – КМЦ-700. В данном случае применение крахмала затруднено из-за его

Таблица 4
Потеря веса образцов солей в результате контактирования с фильтратами различного типа растворов, стабилизированных по 1,5% химическими реагентами

№ п/п	Тип фильтрата	Потеря веса образца соли в течение времени (суток %)					
		5	10	15	20	25	30
1.	Раствор из навбахорского глинопоршка + КМЦ	23	36	48	56	70	85
2.	+ крахмал	13	21	34	46	60	74
3.	+ POLY-PAS	18	27	37	53	65	80
4.	Раствор из полигорскитового глинопоршка + КМЦ	16	23	38	47	63	73
5.	+ крахмал	12	20	31	38	45	56
6.	+ POLY-PAS	9	15	28	34	55	63
7.	Соленасыщенный раствор + POLY-PAS	21	30	38	46	55	64
8.	+ крахмал	16	24	33	40	48	53
9.	+ ПАА	10	16	24	33	42	50
10.	Раствор из базальтовой фибры + POLY-PAS	6	12	19	25	32	43
11.	+ крахмал	10	17	23	30	35	40
12.	+ ПАА	3	6	12	20	28	35

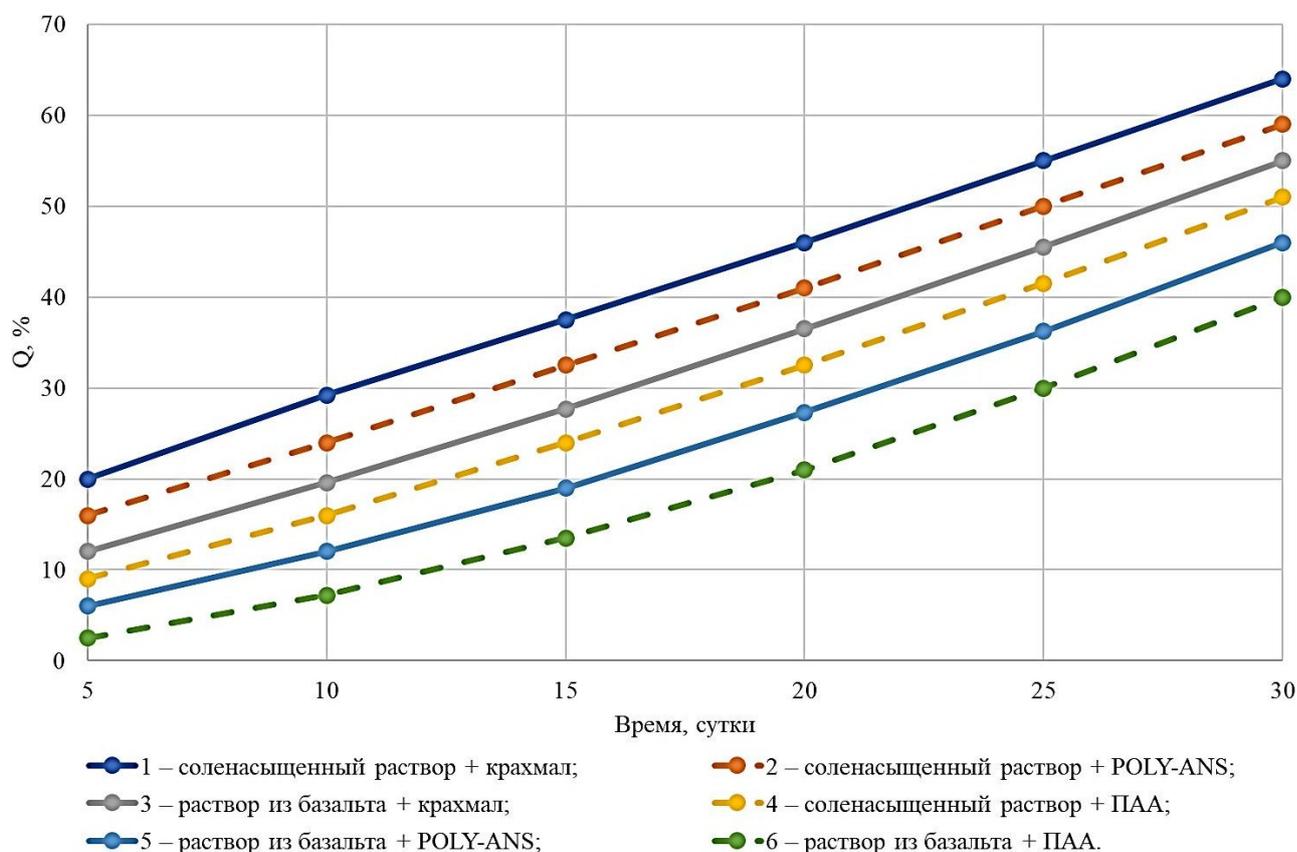


Рис. 1. Растворимость солей в соленасыщенных и базальтовых растворах, стабилизированных химическими реагентами

ферментативной неустойчивости и следовательно, повышенного расхода. Крахмал чувствителен не только к действию солей, вызывающих его растворение, но и высокому давлению, температуре и изменению pH дисперсной среды.

Таким образом, проведенные эксперименты показывают, что при проводке ствола скважин в мощных толщах солевых отложений, целесообразно использовать буровой раствор на основе отхода базальтовой фибры, стабилизированный негидролизированным ПАА.

Изменение условий щелочного гидролиза ПАА, а именно увеличение числа остаточных акриловых групп, повышает

устойчивость реагента к агрессивному действию поливалентных ионов. По этой причине ПАА более эффективен в минерализованных средах, чем другие реагенты.

Разработанная солеустойчивая рецептура бурового раствора на основе отходов базальтовой фибры, стабилизированная добавкой негидролизованного ПАА, обладает высокой структурной устойчивостью в широком интервале изменения его минерализации.

Применение предложенного состава бурового раствора позволяет свести к минимуму растворение солей и разупрочнение соледержащих глинистых пород.

Библиографический список:

1. Ангелопуло О.К., Подгорнов В.М., Аваков В.Э. Буровые растворы для осложненных условий. – Москва: «Недра», 1988. – С. 6-9.
2. Булатов А.И., Марьямпольский Н.А., Рябченко В.Н., Ганиев Г.Г., Рахимов А.К. Буровые растворы и цементирование скважин в солевых отложениях. – Ташкент: «Фан», 1976. – 134 с.
3. Давидов В.В., Белоусов Ю.И. Химический способ укрепления горных пород. – Москва: «Недра», 1977. – 228 с.
4. Агзамов Ф.А. и др. Исследование влияния фиброармирования на свойства тампонажных растворов. «Нефтегазовое дело» (Геология и геофизика, бурение). – Москва, 2013. № 2. – С. 30-39.
5. Eshpulatov T.P. Creation of a cement stone resistant to aggressive influences of formation fluids. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*. Vol. 8, Issue 2, February 2021, pp. 16593-16599.
6. Аминов А.М. Бурение глубоких скважин в осложненных условиях. – Ташкент, 1996 г. – С. 27-35.

«GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA», 2022, № 3(90) pp. 64-67
SALT-RESISTANT CLAY-FREE DRILLING FLUID BASED ON RESIDUES OF BASALT FIBRE AND REINFORCEMENTS

Raupov A.A., Deputy Head, PhD.

Department of Methodology and Licensing of the Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan. Tashkent, Uzbekistan.

A critical evaluation of the use of clay based drilling fluid is presented. The resistance to salt aggression of various dispersed phases used in the preparation of drilling fluids, including basalt fibers, has been studied. Advantages and disadvantages under conditions of using drilling fluids for boreholes in saline sediments were identified. The main technological parameters of the drilling fluid based on basalt fiber and the influence of its polyvalent cations were investigated. A change in the conditions of alkaline hydrolysis of polyacrylamide (PAA), specifically an increase in the number of residual acryl groups, increases the resistance of the reagent to the aggressive action of polyvalent ions. For this reason, PAA is more effective in saline environments than other reagents. The degree of solubility of salts in contact with filtrates of various solutions stabilised with salt-resistant chemical reagents has been evaluated. The salt-resistant drilling fluid composition, which has a high structural stability in a wide interval of its mineralization, has been developed. The application of the suggested composition of drilling fluid allows minimizing the dissolution of salts and softening of salt-containing clay. Based on the results of experimental studies the salt-resistant formulation of drilling fluid-based on basalt fibre stabilized with non-hydrolyzed PAA has been recommended.

Keywords: clay free fluid, chemical reagent, salt resistance, mineralization, filtrate, rock dispersion, basalt fiber, unhydrolyzed polyacrylamide.

Bibliographic list:

1. Angelopulo O.K., Podgornov V.M., Avakov V.E. Drilling fluids for complicated conditions. – Moscow: Nedra, 1988, pp. 6-9.
2. Bulatov A.I., Maryampolsky N.A., Ryabchenko V.N., Ganiev G.G., Rakhimov A.K. Drilling fluids and well cementing in salt deposits. – Tashkent: Fan, 1976. – 134 p.
3. Davidov V.V., Belousov Yu.I. Chemical method of strengthening rocks. – Moscow: Nedra, 1977. – 228 p.
4. Agzamov F.A. et al. Investigation of the effect of fiber reinforcement on the properties of cement slurries. *Oil and gas business (Geology and geophysics, drilling)*. – Moscow, 2013. No. 2, pp. 30-39.
5. Eshpulatov T.P. Creation of a cement stone resistant to aggressive influences of formation fluids. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*. Vol. 8, Issue 2, February 2021, pp. 16593-16599.
6. Aminov A.M. Drilling deep wells in difficult conditions. – Tashkent, 1996, pp. 27-35.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ



Кадырова З.Р.,
заведующая лабораторией
ИОНХ АН РУз, д.х.н., профессор



Курязов З.М.,
ст. научный сотрудник
ИОНХ АН РУз, к.т.н.

Ishda keramik qurilish buyumlarini – g'isht, tosh, koshinlarni ishlab chiqarishda turli sanoat chiqindilarini qayta ishlash bo'yicha chet el va maxalliy tadqiqotlar tahlili keltirilgan. Devorbop keramik buyumlarga qo'yilgan asosiy texnik shartlar ko'rib chiqilgan. Keramik qurilish materiallarni olishda qo'llaniladigan chiqindilarni sinflanishi tahlil qilingan. Bir qator hollarda chiqindilarni qo'llash materiallarni xossa xususiyatlarini yaxshilashi ko'rsatilgan. Yirik tonnaji sanoat chiqindilarni, ayniqsa tog'-metallurgik va yoqilg'i-energetik komplekslarini chiqindilarini qayta ishlash keramik qurilish materiallari sohasida iqtisodiy jixatdan samarador va ekologik hamda ijtimoiy masalalarni echimiga qaratilgan.

Tayanch iboralar: sopol qurilish materiallari, gil, sintirlash, sanoat chiqindilari, tog'-kon va eritish va yoqilg'i-energetika majmualari chiqindilari.

Представлен обзор зарубежных и отечественных исследований по утилизации различных промышленных отходов при производстве керамических строительных изделий – кирпича, камня, плитки. Рассмотрены основные технические требования, предъявляемые к стеновым керамическим материалам. Проанализированы классификации отходов используемых в производстве керамических строительных материалов. Показано, что в ряде случаев использование отходов приводит к улучшению свойств материалов. Утилизация крупнотоннажных промышленных отходов, прежде всего, горно-металлургического и топливно-энергетического комплексов в керамические строительные материалы экономически эффективна и направлена на решение экологических и социальных проблем.

Ключевые слова: керамические строительные материалы, глина, спекание, промышленные отходы, отходы горно-металлургического и топливно-энергетического комплексов.

Объемы складываемых отходов горно-металлургического (ГМК) и топливно-энергетического (ТЭК) комплексов соизмеримы с потребностью промышленности строительных материалов в минеральном сырье. Однако в настоящее время в Узбекистане их использование в большинстве случаев не превышает 10% [1]. Одним из перспективных направлений использования отходов является получение керамических строительных материалов: стеновых, облицовочных и тротуарных изделий. Утилизация отходов в строительные материалы направлена на решение социальных и экологических проблем, улучшение жилищных условий населения, создание дополнительных рабочих мест.

При получении строительных материалов из вторичного сырья экономическая эффективность будет заключаться в предотвращенном экологическом ущербе. Применение вторичного сырья снизит потребность в первичных минерально-сырьевых ресурсах, отпадет необходимость в специализированных карьерах по разработке глин, нарушении природных ландшафтов и т.д. Утилизация отходов ГМК и ТЭК в промышленности строительных материалов решает не только экологические, но и экономические задачи, поскольку сырье из отходов для производства стеновой керамики в 2-3 раза дешевле, чем природное [2].

Обзор мирового и отечественного опыта использования отходов в производстве керамических строительных материалов и состояние рынка керамических стеновых материалов в 2017 г. проанализированы. Показано, что увеличение выпуска продукции сопровождается положительной динамикой роста. При этом, девальвация сума положительно сказалась на структуре экспортно-

импортных поставок керамических стеновых материалов. Вместе с тем, из-за общего негативного состояния узбекской экономики и сокращения жилищного строительства прогнозируется снижение объемов производства и потребления керамических стеновых материалов впервые с 2009 г.

В работе [3] рассмотрены основные технические требования, предъявляемые к стеновым керамическим материалам (ГОСТ 530-2007, новая версия ГОСТ 530-2012) и европейским (EN 771-1:2011) нормативными документами, проведен их сравнительный анализ. Показаны многочисленные различия в нормировании показателей качества стеновой керамики. Это относится к виду стеновых керамических изделий, их размерам и допускаемым отклонениям, дефектам внешнего вида, требованиям к прочности, средней плотности и теплотехническим характеристикам изделий, их водопоглощению и морозостойкости, наличию высолов и известковых включений. Отмечены также существенные отличия стандартов в части методов испытаний стеновых керамических материалов. Так, в стандарте EN 771-1:2011 все керамические кирпичи разделены на две группы:

– кирпич LD – кирпич с плотностью брутто в сухом состоянии менее 1000 кг/м³ для применения в защищенной кладке (от воздействия воды, например внутренняя верста или забутка в наружных стенах, кладка в оштукатуренных или облицованных наружных стенах, внутренние стены);

– кирпич HD – все виды кирпича для применения в незащищенной кладке и кирпич с плотностью брутто в сухом состоянии более 1000 кг/м³ для применения в защищенной кладке [4].

Отсутствует в стандарте EN 771-1:2011 понятие марки кирпича по прочности. Прочность изделий не нормируется. Вводятся:

– строительные блоки (кирпичи) категории I – строительные блоки с декларируемой прочностью при сжатии обеспеченностью 95%;

– строительные блоки (кирпичи) категории II – строительные блоки, которые не достигают уровня качества блоков категории I.

Производитель в документации на продукцию указывает категорию кирпича (I или II) и декларируемую прочность. По EN 771-1:2011 не устанавливаются требования к водопоглощению кирпича LD. Для кирпича HD изготовитель указывает границы водопоглощения партии кирпича, предназначенного для применения в наружных конструкциях с незащищенными лицевыми поверхностями. Согласно EN 771-1:2011 изготовителем указывается только класс морозостойкости кирпича с учетом применения кладки или ее элементов в неагрессивной, умеренно агрессивной и в сильноагрессивной средах. Для кирпича LD морозостойкость не нормируется. Предусматривается качественная оценка морозостойкости: кирпич соответствует классу F2, если выдерживает 100 циклов попеременного замораживания – оттаивания, в противном случае изделию присваивается класс F1. Класс F0 предусмотрен для кирпича, предназначенного для применения в неагрессивной среде (отсутствие влаги и попеременного замораживания – оттаивания). Класс по морозостойкости указывается производителем в документации на продукцию [5].

Состав зол зависит от происхождения топлива, технологических параметров его подготовки и сжигания, условий хранения в отвалах. Неорганические отходы, в основном отходы ГМК. Наибольшее число исследований посвящено использованию пыли и шлаков. Органические отходы, это отходы сельскохозяйственной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности. Используются главным образом в качестве порообразователей и для экономии энергии при обжиге.

В обзоре [6] предложено разделять отходы на органические и неорганические. Рассмотрим ряд исследований, придерживаясь классификации. Применение осадков бытовых или промышленных сточных вод для получения керамических строительных материалов описано в работах. Так, исследователями показана возможность применения в керамическом производстве шлама, образующегося при очистке питьевой воды, на 70% состоящего из аморфного Fe_2O_3

В зависимости от содержания шлама в керамической массе (исследованный диапазон 5–40%) были получены керамические материалы различного назначения: кирпичи, блоки, плитки. Кроме того, добавка в керамическую массу шлама позволяет улучшить декоративные характеристики изделий. Для производства терракотовых керамических изделий исследователи предлагают использовать шламы водоподготовки в количестве от 5 до 30% в композиции с глиной. Детальные исследования методами рентгенофазового анализа и сканирующей электронной микроскопии, определение технологических свойств, позволили обосновать оптимальные составы и технологические режимы. Значительным потенциалом для производства керамических стеновых материалов обладают шламы гальванических производств.

В работе [7] показано, что кирпич на основе композиции глина–шлам (5%) характеризуется улучшенными физико-механическими свойствами. С учетом высоких содержаний в шламах тяжелых металлов (Cr, Zn, Ni и др.), авторами были выполнены тесты на выщелачивание полученных материалов, которые продемонстрировали, что поллютанты при обжиге переходят в устойчивые соединения в составе керамики.

В работе французских авторов представлены положительные результаты исследований качества воздуха внутри специально построенного из керамического кирпича с добавлением речных донных отложений демонстрационного здания.

Успешные примеры использования в производстве керамического кирпича отходов тепловых электростанций (золы-уноса, зольных остатков) приведены в работах. Большое количество публикаций посвящено вовлечению в производство керамических строительных материалов отходов ГМК: хвостов обогащения различных руд, песков отсева, шлаков, шламов химико-металлургических производств. В работах китайских исследователей для получения керамических материалов применялись хвосты обогащения железных руд. В работе [8] керамический кирпич получен при соотношении хвосты : глина : зола-унос 84 : 10 : 6. Влажность массы составляла 12,5–15%, давление прессования 20–25 МПа, температура обжига 980–1030 °С в течение 2 ч. Прочность и водопоглощение образцов составили 20,03–22,92 МПа и 16,54–17,93% соответственно, что соответствует китайскому стандарту GB/T5101-2003.

Наилучшие механические характеристики продемонстрировали образцы, содержащие 15% хвостов (остальное красный шлам). Ряд работ посвящен использованию шламов химико-металлургических производств.

В работе [9] показано, что при добавлении к глине 50% красного шлама полученный спеканием при 950 °С в течение 1 ч кирпич имеет прочность при сжатии большую, чем у кирпича на основе только глины. Технологические характеристики составили: линейная усадка – 0,46%, водопоглощение – 21%, прочность при сжатии – 52,54 МПа. Авторы [10] провели детальные исследования шлама, образующегося при переработке ильменита на титановый пигмент. Было показано, что введение в керамическую массу шлама (3–5%) снижает пористость и водопоглощение изделий. Это повышает их морозостойкость и снижает вероятность образования высолов. Технологические свойства новых плиток сопоставимы или даже лучше, чем у взятого за основу коммерческого образца. Большое количество статей посвящено применению органических отходов для получения строительной керамики.

Можно выделить разнообразные отходы агропромышленного комплекса: рисовой шелухи, отходы хлопка-сырца, сахарного тростника, чайного производства. Целый ряд публикаций, главным образом, испанских исследователей посвящен использованию отходов производства оливкового масла. Применение жмыха в качестве порообразующей добавки позволило получить керамический кирпич с пониженными объемной плотностью и теплопроводностью при сохранении приемлемых прочностных характеристик. Исследователи добавляли в керамическую массу молотые оливковые косточки и пшеничную солому. В статье [11] описаны композиции на основе красной глины с добавлением шлама целлюлозно-бумажной промышленности и стеклобоя для получения керамики. Керамические материалы с добавками, обожженные при 1050 и 1100 °С, продемонстрировали более высокие физико-механические свойства по сравнению с материалами с использованием 100%-ной глины. В последние годы в нашей стране проблеме вовлечения промышленных отходов, главным образом отходов ГМК и ТЭК, в производство керамических строительных материалов также уделяется повышенное внимание.

Отходы углеобогащения – угольные шламы; золы и золошлаковые отходы; хвосты обогащения железных, флюоритовых, молибденовых, кобальтовых, медно-никелевых руд; шлаки черной и цветной металлургии; ультраосновные вскрышные породы – дуниты и верлиты; отсева различных пород и строительных отходов; буровые шламы; отходы, образующиеся при производстве минеральных удобрений; алюмосодержащие отходы нефтехимии; отработанный керамический сорбент и др.

Микропористая структура опок, обладает высокой газопроницаемостью. Это способствует полному выгоранию угольной добавки. Кроме того, угольные шламы улучшают прессуемость пресс-порошков на основе опок. Получены пустотелые изделия марок М75-125 и теплопроводностью 0,2 Вт/(м·К). Из керамической мас-

сы, включающей флотационные отходы углеобогащения, опалкristобалитовую породу – ополку, измельченные до 1 мм, карбонатный шлам химической водоочистки ТЭС в естественном тонкодисперсном состоянии получены изделия с пониженной плотностью (1,12 г/см³), повышенными прочностными показателями (прочность при сжатии до 45 МПа) и улучшенными формовочными свойствами массы [12]. Исследователями показано, что трепел можно вводить в качестве поризующей добавки вместо опилок при производстве пустотелых поризованных блоков, расширив тем самым область использования трепела для производства стеновых изделий и заменив привозные сырьевые материалы на местные. Установлено, что шлак, имея повышенные содержания оксидов железа, кальция и щелочей способствует спеканию керамических материалов при относительно невысоких температурах обжига.

Получены легковесные (теплоизоляционные) и высокомарочные кирпичи без применения природных традиционных материалов с высокими физико-механическими показателями. Показано, что вовлечение шлака от сжигания угля и межсланцевой глины в керамическое производство значительно расширяет сырьевую базу. Отход состоит из золы-уноса ТЭС 80% и пылеуноса печей кальцификации глинозема 20%. При соотношении компонентов, в процентах: легкоплавкая глина 85-90%, техногенный отход 10-15% достигается повышение прочности при сжатии изделий (до 36-47 МПа). Анализ химического и минерального составов хвостов обогащения флюоритовых руд различных месторождений показал перспективу их использования в качестве минерализаторов в керамической промышленности.

Эффективность использования фтора в силикатных системах определяется существенным изменением при термической обработке керамических материалов кристаллизационных структур, обеспечивающих повышение физико-механических показателей строительной керамики. Использование отходов обогащения молибденовых руд при получении керамической плитки обеспечивает повышение прочности при сжатии и изгибе (300 и 36 МПа) и снижение температуры обжига изделий (до 1050°C). Отходы обогащения измельчают с последующей классификацией по крупности с выделением фракций -0,063+0,042 мм и -0,042 мм и их смешиванием в соотношении 2 : 3. Затем их смешивают с легкоплавкой глиной и нефелиновым шламом в соотношении 1 : (1,5-2,5) : (2,5-1,5). Обжиг полупродукта ведут при температуре 1000-1050°C. Для получения стеновой керамики использовать хвосты извлечения кобальтового концентрата в количестве 10-30% добавляемые к глине. Получены изделия с прочностью при сжатии 48,6 МПа и водопоглощением 8,2%.

Авторами [13] обосновано снижение водопоглощения лицевого кирпича за счет использования отхода ГМК – гранулированного доменного шлака. Керамическая масса светлого тона для лицевого кирпича содержит кембрийскую глину, тонкомолотый бой автоклавного пенобетона и гранулированный доменный шлак при соотношении компонентов, в процентах: глина кембрийская 68-72; тонкомолотый бой автоклавного пенобетона 4-6; гранулированный доменный шлак 24-26. Для снижения коэффициента теплопроводности керамического кирпича предложена шихта, содержащая глину, гранулированный доменный шлак (20-25%) и тонкомолотый бой ячеистого бетона (15-20%).

Керамическая масса, разработанная авторами, содержит кембрийскую глину и отощитель (25-35%), в качестве которого предложено использовать купершлак, предварительно обработанный потоком ускоренных электронов при оптимальном значении поглощенной дозы в диапазоне 50-150 кГр. При температуре обжига кирпича до 1000°C достигается повышение прочности при изгибе. Исследования отходов горнодобывающей промышленности в виде ультраосновных пород (дунитов и верлитов) в качестве добавки при производстве облицовочного керамического кирпича, а также фа-

садной керамики. Показано, что полученные материалы обладают хорошими физико-механическими свойствами. Установлено, что добавка в состав шихты мелкой фракции дунита и верлита позволяет снизить температуру обжига керамических материалов. Керамическая масса для изготовления стеновых материалов, включающая глину (65-90%) и отсев цеолитсодержащей породы фракции -0,31 мм позволяет получить стеновые керамические изделия с повышенной прочностью (до 46,7 МПа) и малым водопоглощением (до 7,6%). Повышение прочности при изгибе и термостойкости изделий при изготовлении облицовочной плитки позволило добиться применения в составе керамической массы легкоплавкой гидрослюдистой глины (60-75%) и отходов карьеров талькового камня. В результате достигнуто увеличение прочности на сжатие (32,1-35,6 МПа) и снижение объемного веса готовых изделий (1,58-1,68 г/см³). Расширение сырьевой базы производства керамического кирпича с высокими физико-механическими свойствами и малым коэффициентом теплопроводности за счет использования широко распространенных многотоннажных отходов кирпичного боя, образующегося при замене старой кирпичной кладки или дроблении брака. Исследовано влияние добавки этого отхода к глинистому сырью на технологические свойства сырьевых масс. Определены основные физико-механические и теплотехнические свойства керамического черепка, позволяющие судить о возможности использования данного техногенного сырья. Разработана керамическая масса для лицевого кирпича, которая содержит кембрийскую глину и отсеви строительных отходов от разборки зданий (25-30%). Отсевы на 80% представлены боем тяжелого бетона с модулем крупности 2,7. В результате достигнуто снижение водопоглощения и повышение прочности изделий. В работе [14] представлены результаты исследований пригодности атохтинского глинистого сырья для производства керамического кирпича способом компрессионного формования. Определено, что для получения керамического черепка высокой прочности (35 МПа) и морозостойкости (более 150 циклов) необходимо вводить в шихту минеральную кальцийсодержащую добавку – отходы, образующиеся при производстве минеральных удобрений.

Плешко М.В. предложен новый техногенный сырьевой материал – отход седиментационного осаждения шахтных вод. Керамическая масса для получения лицевого кирпича, содержащего кембрийскую глину, песок и отработанный керамический сорбент после очистки сточных вод, при следующем соотношении компонентов, в процентах: глина кембрийская 65-75%, песок 15-20%, отработанный сорбент 10-15%.

В последние годы выполнены наиболее обширные исследования. В них установлены закономерности процессов формирования матричной структуры и технологические режимы получения стеновых керамических материалов на основе малопластичного неспекающегося техногенного и природного сырья. Исследован широкий спектр отходов ГМК: отходы мокрой магнитной сепарации, образующиеся при обогащении железных руд; отходы обогащения углей; зола и золошлаковые отходы; отходы сухого обогащения бурых углей (углистые аргиллиты); различные глинистые породы. Предложена схема формирования матричной структуры сырца, позволяющая увеличить количество неспекающегося малопластичного техногенного и природного сырья в шихте до 80 масс.%. Выявлены особенности трансформации структуры отформованного сырца в керамический матричный композит после обжига, макроструктура которого состоит из ядер, покрытых оболочкой из продуктов спекания глины. На границе контакта гранул глинистая составляющая шихты продуцирует расплав, который внедряется в периферийную зону ядра и после кристаллизации образует матричную структуру, повышающую прочность черепка до 30%. Детальные исследования поровой структуры керамических матричных композитов на основе шламистой части отходов обогащения железных руд показали, что высокие значения предела прочности при изгибе и морозостойкости

изделий связаны с особенностями формирования матричной структуры керамического кирпича при использовании отходов в качестве агрегированного заполнителя и активированного суглинки в качестве связки, а также введения в состав шихты добавки плавня [15].

В качестве потенциального техногенного сырья для производства стеновых керамических материалов исследованы: хвосты обогащения апатит-нефелиновых руд; хвосты обогащения медно-никелевых руд; шлаки медно-никелевого производства; хвосты обогащения железистых кварцитов; хвосты обогащения вермикулитовых руд и некоторые другие объекты. На их основе были получены материалы без использования первичного сырья (глин) с улучшенными свойствами: прочность при сжатии 40-50 МПа и более, при изгибе 7-20 МПа, теплопроводность 0,29-0,45 Вт/м·К, морозостойкость 40-50 циклов. Важным аспектом вовлечения отходов ГМК в керамическое производство считаем разработку научных основ инновационных технологий и проектных решений производственных линий. При сокращенной длительности производственного цикла благодаря повышению активности процессов, происходящих при прессовании и обжиге, метод позволяет получать керамические изделия повышенной механической прочности (45-60 МПа), улучшенного товарного вида и повышенного качества. Для управления формированием фазового состава обожженной керамики, обоснования оптимальных температуры и среды обжига, необходимости введения корректирующих добавок, прогнозирования физико-механических характеристик готовой продукции необходимо использование комплекса современных физических и физико-химических методов исследований. Введение многослойных углеродных нанотрубок в количестве 0,005% от массы глины позволило повысить прочность высушенного сырца и обожженного керамического изделия, при этом достигнуто снижение температуры обжига керамики.

Использование в качестве модифицирующих добавок в глинистое сырье гидрозоль оксидов кремния и алюминия. Введение этих наномодификаторов в глинистые суспензии привело к увеличению набухания глин, изменению pH раствора и после обжига повышению прочности образцов из огнеупорной и бентонитовой глин. Показано влияние поля СВЧ на микроструктуру обработанных гидрозолем оксида алюминия бентонитовой глины, кварцевого песка и диатомита, изменение пластичности глин, обработанных гидрозолью оксида алюминия.

Таким образом, обзор зарубежных и отечественных публикаций показывает, что истощение традиционной сырьевой базы производства керамических стеновых материалов обуславливает вовлечение в производство отходов различных отраслей промышленности. Использование отходов агропромышленного комплекса для получения керамических строительных материалов.

Для нашей страны, на наш взгляд, приоритетным направлением должно быть использование отходов ГМК и ТЭК. Утилизация крупнотоннажных отходов ГМК и ТЭК в керамические строительные материалы направлена на решение экологических и социальных проблем в регионах с развитой горнодобывающей и металлургической промышленностью, предприятиями ТЭК и т.д. Экономическая же эффективность использования отходов определяется тем, что техногенное сырье уже извлечено из недр, измельчено до тонкодисперсного состояния и уложено в отвалы.

Модернизация предприятий способствовала улучшению экологической результативности и энергоэффективности. Участие профильных предприятий в выявлении наилучших доступных технологий и определении порядка выдачи комплексных экологических разрешений позволит минимизировать риски перехода к новой системе экологического регулирования.

Библиографический список:

1. Чантурия В.А., Чаплыгин Н.Н., Вигдергауз В.Е. Ресурсосберегающие технологии переработки минерального сырья и охрана окружающей среды // Горный журнал. – Москва, 2007. – № 2. – С. 91-96.
2. Столбоушкин А.Ю. Стеновые керамические материалы матричной структуры на основе неслепающегося малопластичного техногенного и природного сырья. Дисс. докт. техн. наук. Новосибирск. – 2014. – 365 с.
3. Павлов В.Ф. Способ вовлечения в производство строительных материалов промышленных отходов // Строительные материалы. – Москва, 2003. – № 8. – С. 28-30.
4. Семенов А.А. Рынок керамических стеновых материалов: итоги 2014 и прогноз на 2015 год // Строительные материалы. – Москва, 2015. – № 4. – С. 3-5.
5. Семенов В.С., Розовская Т.А. Оценка качества стеновых керамических материалов по российским и европейским стандартам // Строительные материалы. – Москва, 2013. – № 4. – С. 6-9.
6. Пищ И.В., Бирюк В.А., Климош Ю.А., Попов Р.Ю., Шидловский А.В. Свойства керамических стеновых материалов при введении различных выгорающих компонентов // Стекло и керамика. – Москва, 2015. – № 2. – С. 19-23.
7. Котляр В.Д., Устинов А.В., Ковалев В.Ю., Терехина Ю.В., Котляр А.В. Керамические камни компрессионного формования на основе опок и отходов обогащения // Строительные материалы. – Москва, 2013. – № 4. – С. 44-46.
8. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Использование шлака от сжигания угля Канско-Ачинского бассейна в производстве керамических материалов на основе межсланцевой глины // Экология и промышленность России. – Москва, 2014. – № 3. – С. 36-39.
9. Корнилов А.В., Пермяков Е.Н., Лыгина Т.З., Морозова С.В. Патент РФ № 2496742. Керамическая масса. – 2013. Бюл. № 30.
10. Никифорова Э.М., Еромасов Р.Г., Власов О.А., Васильева М.Н., Симонова Н.С. Использование отходов обогащения флюоритовых руд в керамическом производстве // Обогащение руд. – 2014. – № 4. – С. 45-47.
11. Сватовская Л.Б., Масленникова Л.Л., Славина А.М., Бабак Н.А., Капустина О.А. Патент РФ № 2412131. Шихта для изготовления керамического кирпича. – 2011. Бюл. № 5.
12. Гурьева В.А., Прокофьева В.В. Структурно-фазовые особенности строительной керамики на основе техногенного магниального сырья и низкосортных глин // Строительные материалы. – Москва, 2014. – № 4. – С. 55-57.
13. Худяков Л.И., Войлошиков О.В., Котова И.Ю. Керамические материалы на основе отходов горнодобывающей промышленности // Экология и промышленность России. – Москва, 2014. – № 2. – С. 27-29.
14. Корнилов А.В., Лыгина Т.З., Лузин В.П., Пермяков Е.Н. Патент РФ № 2540705. Керамическая масса для получения стеновых изделий, преимущественно кирпича керамического. – 2015. Бюл. № 4.
15. Фоменко А.И., Каптюшина А. Г., Грызлов В.С. Расширение сырьевой базы для строительной керамики // Строительные материалы. – Москва, 2015. – № 12. – С. 25-27.

СПЕЦИФИКА ПЕРЕРАБОТКИ МЕСТНЫХ БАЗАЛЬТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ



Рашидова Р. К.,
и.о. доцента кафедры
«Добыча и переработка руд редких и
радиоактивных металлов» НГГТИ, PhD



Курбанов А.А.,
профессор кафедры
«Металлургия» НГГТИ, д.т.н.



Сатторов Л.Х.,
заведующий кафедрой
«Разработка и эксплуатация нефти и газа»
КИЭИ, PhD, доцент

Ushbu maqolada mahalliy bazalt tog' keltirilgan bo'ib, bazalt tog' jinslarining fizik va kimyoviy xossalari, ularning tarkibiy xususiyatlari, bazalt tog' jinslarini qayta ishlash, yuvish orqali filtrlar tayyorlash imkoniyati yoritilgan. Olib borilgan tadqiqotlar natijalari nazariy va amaliy ahamiyat kasb etib, uning asosida texnologik va yangi turdagi bazalt asosidagi filtr tayyorlash rejalashtirilayotganligi bilan izohlanadi.

Tayanch iboralar: bazalt, struktura, filtr, eritma, texnologiya, kremniy oksidi, fizik-kimyoviy xususiyat, mineralogik tarkib, qattqlik darajasi, kimyoviy tarkib, qatlamlar, mineral, konstruksiya, konstruktiv oziga xoslik, suyuq bazalt, sifat, tadqiqot, erish.

В данной статье описаны местные базальтовые горные породы, физико-химические свойства базальтовых пород, их состав, возможности фильтров путем обработки и промывки базальтовых пород. Результаты исследований имеют теоретическую и практическую значимость, что объясняется тем, что планируется изготовление фильтра на основе технологичных и новых видов базальта.

Опорные слова: базальт, структура, фильтр, раствор, технология, оксид кремния, физико-химические свойства, минералогический состав, уровень твердости, химический состав, пласты, минерал, структура, конструктивная специфика, жидкий базальт, качество, исследование, плавление.

Местные базальты являются твёрдой и имеющей прочную структуру горной породой. Они состоят в основном из SiO_2 и металлосодержащих оксидов, что позволяет получить волокно, имеющее исключительно кристаллическую структуру. В данном случае представляет научный и практический интерес изучение собственного и вещественного состояния природных базальтов. Особенно важным является изучение состояния самой породы, которое может по-разному повлиять на собственные и технологические показатели конечного продукта. Например, чистота продукта от шламов, солей, гидрооксидов.

Опыт показывает, что сырье в таком состоянии легко подвергается термической обработке, является чувствительным к тепловым воздействиям. Выявлено, что, оставаясь в породе и в готовой продукции, вредные примеси легко могут контактировать с окружающей средой или с влажным пространством и портить качество самого материала фильтра. Если учесть, что базальтовое волокно используется в энергетике, строительстве, дорожном и автомобильном строительстве и др., то легко можно оценить эффективность их применения.

Результаты проведенных исследований показывают, что увеличение в составе базальтов содержания Fe_2O_3 , SiO_2 и TiO_2 повышает температуру их плавления, и снижает литейные свойства расплава. Снижается плотность породы, и она становится более пригодной для дробления и измельчения. Наблюдается повышение удельной сопротивляемости литого продукта внешним ударам. Как было выше отмечено, повышение в составе базальтов содержания SiO_2 более, чем на 50%, иногда до 60% и TiO_2 до 2,5%, что способствует снижению вязкости, литейных свойств расплава и плавления базальтов, что будет экономически невыгодно. Поэтому базальты с таким содержанием SiO_2 легко поддаются дроблению и измельчению.

Отмеченное различие в соотношении химических элементов в базальтах может заметно влиять на их технологические свойства, не говоря о собственных и вещественных показателях. Все эти свойства играют важную роль при определении назначения и расширения ассортимента выпускаемой продукции на основе данной породы. Одним из свойств горных пород является их пористость. В отличие от других минералов, в базальтах редко допускается проникновение внутрь породы вредных примесей. Замечено, что базальтовые породы химически устойчивы и высокопрочны. Поэтому базальтовый камень очень редко подвергается химической очистке.

В результате анализа базальтов выявили, что на поверхности отдельных кусков базальта содержатся NaCl , KCl , CaCl_2 , CaO и т.д., образующиеся в экзогенных и гидрофобных природных процессах. Эти налеты можно удалить в процессе дробления (частично) и механической промывки. Таким образом, выявлено, что экологическая чистота базальтов может быть обеспечена только в том случае, если в процессе переработки базальтовая порода подвергается очистке от вредных примесей. Данный метод решения проблемы играет важную роль в повышении качества и продления срока службы фильтрующих базальтовых материалов.

На основании проделанных работ разработана технологическая схема переработки базальтового сырья для производства волокон. За основу специфики и разрабатываемой схемы переработки в статье предлагаются методы вскрытия и разделения горных пород и минералов. В литературных источниках имеется большое количество работ, посвященных этой проблеме. Например, можно указать данные статьи [1, 2] и результатов собственных исследований, где мы остановили свой выбор на вскрытии сырья путем его плавления с карбонатом натрия и выщелачивании продуктов хлороводородной кислотой. В качестве сырья использовался базальт месторождения «Асмансай». В статье при описании

различных гидрометаллургических процессов, используются термины «горячий» и «подогретый» раствор. В соответствии с ГОСТ 8269.1-97, эти термины определяют следующие параметры: горячая вода (или раствор) должны иметь температуру 60-80 °С, а теплая вода (или раствор) – 40-50 °С. Для удобства проведения экспериментов в лабораторных условиях плавление породы проводили в платиновых тиглях, непосредственно смешивая в них измельченный базальт и безводный карбонат натрия.

Плавление базальтов осуществили по традиционной технологии в лабораторных условиях. Пробу, плавленные и остывшие базальты (сплав) поместили в специальный огнеупорный стакан и обработали растворами.

Зеленая окраска раствора, переходящая при подкислении в розовую, указывала на присутствие марганца, а желтая – хрома. Затем основную часть сплава поместили в стакан, добавили разбавленную (1:1) хлороводородную кислоту и нагревали (90-100°С). При этом растворялись все компоненты за исключением хлопьевидной кремниевой кислоты.

Кремневая кислота из раствора выделяется быстрее и более полно при добавлении желатина [3].

Данные показывают, что когда разложение сплава заканчивалось, после выпаривания до влажных солей, в стакан добавляли 1%-ный водный раствор желатина, горячей воды, растворяли все соли и давали осесть кремниевой кислоте.

Результаты эксперимента представлены в табл. 1 и 2.

Последнюю выделяли из солянокислого раствора путем фильтрования и декантации. Осадок кремнезема промывали разбавленной (1:20) хлороводородной кислотой для удаления NaCl.

Количество кремниевой кислоты, оставшейся в растворе, колебалось от 1 до 3%. После этого, содержимое стакана выпаривали досуха. Полученный на этой стадии комплексной переработки кремнезем может быть использован в производстве силикатных стёкол, изделий из фарфора и фаянса, абразивов, силикатного кирпича, керамики, промышленных сорбентов, носителей катализаторов, в качестве наполнителя в производстве резин («белая сажа») и др.

Содержание в осадке Al составляло 0,15-0,66%, а Fe, Mg и Ca не превышало 0,44%. После отделения кремнезема солянокислый раствор содержит Al, Ti, Fe, Mg и Ca (которые перешли в раствор на 97,0-99,0%), а также Na, K, Mn, Cr и V. Следующая стадия комплексной переработки основана на том, что гидрооксиды алюминия, титана и железа осаждаются аммиаком при pH приблизительно 6,5 и, таким образом, отделяются от кальция и магния. Здесь следует отметить, что после выделения кремниевой кислоты необходимо, чтобы все железо присутствовало в степени окисления (III). Для этого прибавляют азотную кислоту. При осаждении алюминия вместе с железом требуется тщательное соблюдение определенной концентрации ионов водорода в растворе, поэтому в этом случае может быть допущен только очень небольшой избыток аммиака.

Осаждение гидроокиси алюминия начинается при pH = 3 и заканчивается при pH = 6,5-7,5, что соответствует изменению окраски метилового красного. В более щелочных растворах начинается растворение осадка, который становится весьма заметным при pH = 10. Наиболее полное выделение достигается при условии содержания в растворе достаточного количества хлорида аммония. Для этого, после отделения кремнезема, к фильтрату добавляют хлороводородную кислоту, чтобы при последующем осаждении

Таблица 1

Плавление базальта с Na₂CO₃ и выщелачивание продуктов хлороводородной кислотой

Температура плавления, °С	Состав смеси	Исходная навеска, g	Масса после сплавления, g	Убыль при сплавлении		Масса остатка от выщелачивания, g	Убыль при выщелачивании	
				G	%		g	%
1000	Базальтовый компонент	4,01	3,46	0,55	13,63	0,88	2,59	74,65
		4,01	3,45	0,56	13,87	0,61	2,84	82,33
		4,01	3,47	0,54	13,48	0,57	2,90	83,60
		4,02	3,49	0,53	13,28	0,76	2,73	78,34
1100		4,01	3,32	0,69	17,21	0,53	2,79	84,11
		4,01	3,32	0,69	17,09	0,89	2,43	73,16
1200		4,01	3,15	0,86	21,36	0,50	2,66	84,25
		4,02	3,17	0,85	21,06	0,50	2,70	85,28
		4,01	3,16	0,85	21,19	0,41	2,75	87,10
		4,03	3,16	0,86	21,45	0,55	2,61	82,55
		4,01	3,18	0,83	20,70	0,54	2,64	83,12
		4,01	3,12	0,89	22,14	0,51	2,61	83,76

Таблица 2

Элементный состав остатков после выщелачивания хлороводородной кислотой продуктов сплавления базальта с Na₂CO₃

Элемент	Исходный базальт	Без промывания водой			После промывания водой		
		Температура сплавления, °С			Температура сплавления, °С		
		1000	1100	1200	1000	1100	1200
		%					
Si	23,61	23,84	34,64	34,49	42,86	46,00	45,19
Al	5,17	0,52	0,50	0,15	0,66	0,09	0,16
Ti	2,52	0,18	0,59	0,29	0,31	0,35	0,27
Fe	12,02	0,44	0,31	0,19	1,13	0,27	0,36
Mn	0,42	0,01	0,02	0,01	0,02	0,10	0,02
Cr	0,012	0,01	0,07	0,03	0,01	0,01	0,06
Mg	2,86	0,37	0,03	0,13	0,27	0,01	0,13
Ca	6,69	0,44	0,08	0,18	0,41	0,05	0,12
Na	1,89	18,10	9,180	13,82	1,91	0,17	0,54
K	1,25	0,09	0,1	0,04	0,07	0,03	0,07
Cl	–	28,47	14,13	6,99	2,83	0,59	0,77
O	43,54	27,53	40,35	43,68	49,52	52,33	52,31

аммиаком обеспечить образование аммонийных солей. Наличие хлорида аммония в растворе создаёт с аммиаком буферную смесь, которая способствует коагуляции осадка и предотвращает осаждение магния.

Объёмный осадок гидроксидов склонен забивать поры фильтра, особенно при высоком содержании алюминия. Опасность одновременного осаждения марганца, при его обычном содержании в базальтовом сырье в десятые и сотые доли %, практически

исключается. Он остается в растворе вместе с кальцием и магнием. Осаждение аммиаком из горячего раствора позволяет отделить алюминий, титан и железо (III), а также ванадий от кальция, магния и марганца. Разделение достижимо только при соотношениях, в которых все эти элементы обычно встречаются в базальтах.

Хром, при добавлении аммиака, осаждается лишь частично; остальной металл оказывается в фильтрате с кальцием и магнием, (что всегда наблюдается в базальтовых породах). При содержании

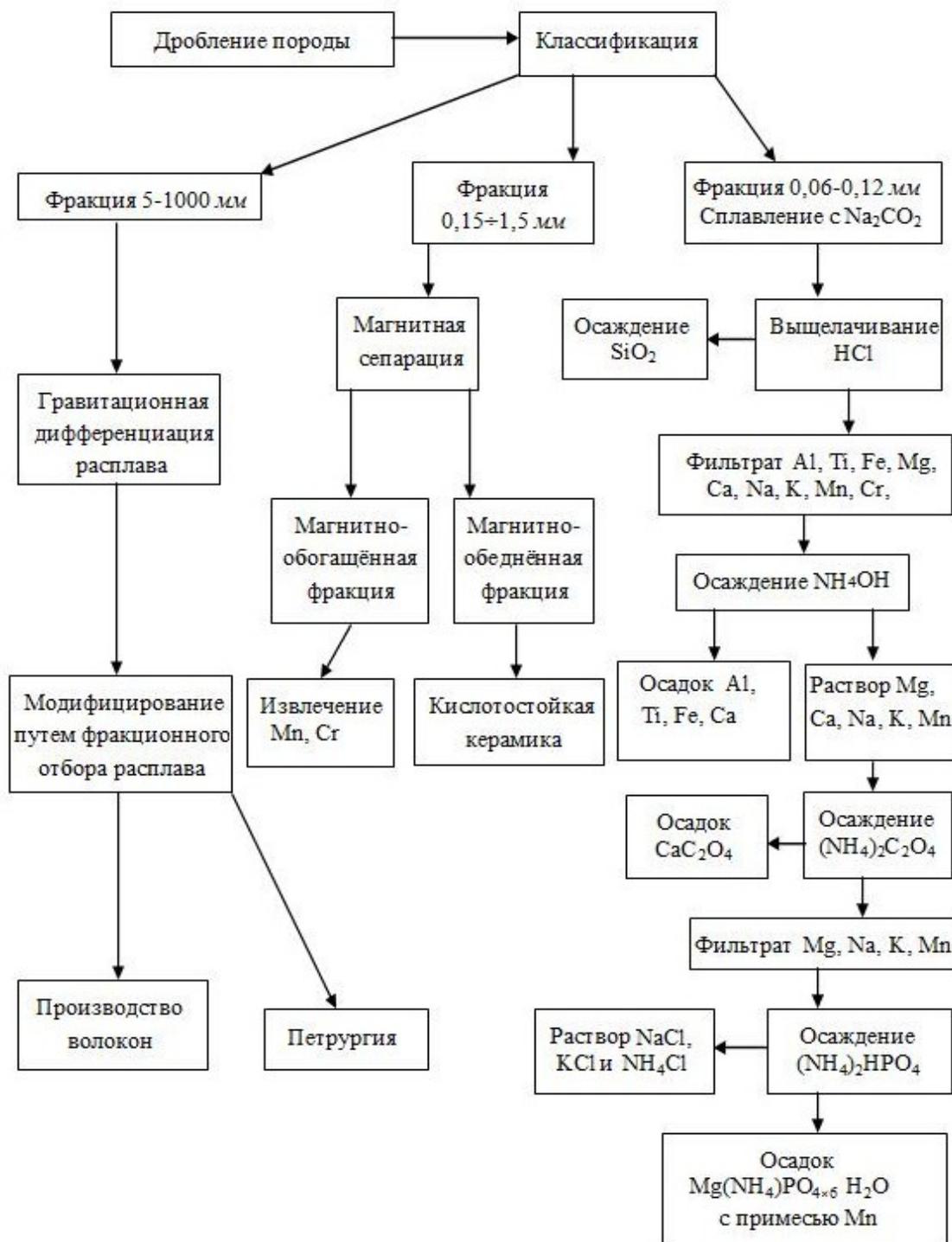


Рис. 1. Взаимодействия химических элементов с базальтом на разных этапах их плавнения

марганца в пределах 1-2% его можно выделить совместно с осадками гидроксидами алюминия, титана и железа осаджением аммиаком с добавлением персульфата аммония. Для этого к фильтрату от кремнекислоты приливают избыток соляной кислоты, чтобы предотвратить осаждение магния, когда раствор будет подщелочен аммиаком, затем добавляют индикатор (метилловый красный) и после этого – аммиак, до тех пор, пока индикатор не окрасится в желтый цвет.

Затем прибавляют персульфат аммония и нагревают раствор почти до кипения. В нагретую жидкость прибавляют разбавленный аммиак до слабого избытка по запаху, выдерживают несколько минут, дают осадку осесть, фильтруют, промывают 2%-м раствором хлорида аммония и декантируют осадок. После этого осадок растворяют в небольшом количестве соляной кислоты и снова осаждают, фильтруют и промывают, как раньше. Полученный после этого осадок прокаливают с получением Mn_3O_4 . Весь хром будет окислен персульфатом и перейдет в фильтрат.

Прокаленный остаток от осаждения гидроокисей состоит из Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , Mn_3O_4 (если Mn не отделился с персульфатом аммония), Cr_2O_3 и V_2O_5 . Кроме этого при осаждении аммиаком, оставшаяся в растворе кремнекислота всегда захватывается осадком, а её содержание зависит от полноты выделения на начальной стадии и составляет в этом остатке 0,10-0,25%. Результаты исследований по осаждению «аммиачной группы» из растворов от выщелачивания породы месторождения Асмансайское, показали, что при pH 6,5-7,5, прокаленный остаток состоит из Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , V_2O_5 ($\approx 0,02\%$) и небольшой части, имеющегося в породе хрома.

Остаток также содержит кремнезем $\approx 0,025\%$. Содержание Mg и Ca в нем не превышает, соответственно, 0,19 и 0,55%. Что касается титана, то его содержание в базальтах редко превышает 3% (в среднем – 1,8%), и выделение его в отдельную фракцию нецелесообразно. При необходимости разделения Al и Fe, добавляют горячий раствор NaOH, переводя алюминий в раствор и оставляя железо в осадке.

На рис. 1. представлены взаимодействия химических элементов с базальтом на разных этапах их плавления. Из схемы видно, что металлосодержащие оксиды в составе базальтов могут служить исходным материалом для получения смешанных коагулянтов, используемых для очистки сточных вод [4].

После отделения Al, Ti и Fe в фильтрате из основных элементов базальтовых пород, остаются магний и кальций. Их разделение является наиболее сложной задачей. Магний образует с оксалатом аммония растворимый в воде комплекс. Количество осадителя должно быть достаточным для того, чтобы не только полностью осадить кальций, но и связать весь магний. Оксалат магния в силь-

ной степени «захватывается» осадком кальция. Для предотвращения этого процесса, кальций выделяют из разбавленных подкисленных растворов, содержащих аммонийные соли с последующей нейтрализацией аммиаком. При больших количествах магния, при осаждении оксалата кальция раствор не следует кипятить и долго давать отстаиваться осадку. С другой стороны, комплексный оксалат магния оказывает «растворяющее» действие на оксалат кальция, т.е. при малом содержании кальция и высоком содержании магния, осадок оксалата может не выпасть.

В этих случаях кальций осаждают вместе с магнием в виде фосфата, затем растворяют осадок и кальций выделяют в виде сульфата. При этом, если в растворе много аммонийных солей, то их перед осаждением кальция необходимо удалить. При преобладающем содержании кальция, его отделяют от магния осаджением оксалатом аммония в виде оксалата кальция [5]. Выявлено, что фильтрат от осадка «аммиачной» группы, наполовину выпаривают, подкисляют HCl, нагревают до 70-80°C и приливают насыщенный раствор $(NH_4)_2C_2O_4$. В присутствии метилового оранжевого, раствор нейтрализуют аммиаком до перемены цвета индикатора и оставляют стоять на 2-3 ч при комнатной температуре, после чего осадок отфильтровывают. Оксалат кальция используется в бытовой химии в качестве одного из основных компонентов чистящих и моющих средств. Кроме того, он является исходным продуктом при производстве щавелевой кислоты, которая может быть использована для получения оксалата аммония.

Фильтрат, после отделения кальция, подкисляют соляной кислотой, частично выпаривают и прибавляют к нему избыток 10%-ного раствора $(NH_4)_2HPO_4$ (или Na_2HPO_4 , $Na(NH_4)HPO_4$). В этот раствор при перемешивании добавляют 10%-ный раствор NH_4OH до щелочной реакции. После выделения осадка $Mg(NH_4)PO_4 \cdot 6H_2O$, добавляют избыток аммиака и выдерживают раствор в течение 8-12 ч, затем отфильтровывают.

Прокаливание этого осадка при температуре 900-1100°C позволяет получить пирофосфат магния $Mg_2P_2O_7$ и аммиак, который может повторно использоваться в процессе. Значительная часть марганца выпадает в осадок с $Mg(NH_4)PO_4 \cdot 6H_2O$. Гексагидрат магний аммоний фосфата, содержащий примесь марганца – комплексное минеральное удобрение пролонгированного действия [6].

Таким образом, доказано, что местные базальтовые породы в дробленной или измельченной форме активно могут взаимодействовать с кислотными веществами, могут разлагаться или превращаться в другие компоненты. Особенно это может, происходить в гидротермальных условиях, но не в процессе фильтрации, так как в таких случаях будет происходить только механическая фильтрация твердой или влажной среды.

Библиографический список:

1. Гиллебрандт В.Ф., Мендель Г.Э., Брант Г.А. и др. *Практическое руководство по неорганическому анализу*. – М.: Химия, 1966. – 1111 с.
2. *Анализ минерального сырья*. Под общ. ред. Книпович Ю.Н., Морачевского Ю.В. 3-е изд., стер., испр. – Ленинград: Госхимиздат, 1959 г. – 1055 с.
3. Drobot N.F., Noskova O.A., Steblevskii A.V. et al. // *Use of Chemical and Metallurgical Methods for Processing of Gabbro – Basalt Raw Material // Theoretical Foundations of Chemical Engineering*. 2013. – V. 47. No. 4, pp. 484-488.
4. Курбанов. А.А. *Разработка рациональной технологии переработки разнотипных базальтов Узбекистана*, 2018. – 257 с.
5. Дробот Н.Ф., Носкова О.А., Стеблевский А.В. и др. *Извлечение ценных компонентов базальта методом спекания его с карбонатом натрия // Химическая технология*, 2010. – Т. 11. – № 9. – С. 536-542
6. Курбанов А.А. *К вопросу изучения влияния очистки базальтов на качество продукции*. Научно-технический и производственный журнал «Горный вестник Узбекистана». – Навои, 2011 г. – № 1. – С. 130-132.

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА ЗОЛОТА И УРАНА



Музафаров А.М.,
главный инженер
ЦНИЛ АО «НГМК», к.т.н., доцент



Серова Е.С.,
начальник
аналитической лаборатории
ЦНИЛ АО «НГМК»

Ushbu maqolada oltin va uran ishlab chiqarish mahsulotlarini tahlil qilishda analitik usullar va instrumental laboratoriya qurilmalaridan foydalanish imkoniyatlari baholanadi. Qisqa shaklda analitik laboratoriyada probir sinov tahlil usuli, kimyoviy tahlil usuli, rentgeno-spektral usul va metodik tadqiq qilish usullari ko'rib chiqilgan. Tadqiqot davomida namunalarning umumiy xususiyatlari, namunalarning elementlar tarkibi, ularni aniqlash diapazoni va o'chovlarni amalga oshirish usullari – O'U probir sinov tahlil usuli, kimyoviy tahlil usuli, rentgeno-spektral usul va metodik tahlil usullari orqali o'rganilgan. Kimyoviy elementlarni tahlil qilishda turli usullar va asboblarning imkoniyatlari taqqoslangan.

Tayanch iboralar: oltin va uran ishlab chiqarish mahsulotlari, tahlil qilish usullari, analitik usullar, instrumental laboratoriya qurilmalari, analitik laboratoriya, probir sinov tahlil usuli, kimyoviy tahlil usuli, rentgeno-spektral usul va metodik tadqiq qilish usuli.

В данной статье оценены возможности применения аналитических методов и инструментальных приборов для анализа продуктов производства золота и урана. В краткой форме изложены области исследования группы пробирного анализа, химического метода анализа, рентгено-спектральных и методических исследований аналитической лаборатории. В ходе исследования изучены общие характеристики проб, диапазоны содержаний определяемых элементов, диапазоны их определения и существующие методики выполнения измерений – МВИ пробирного метода, химического метода и рентгено-спектрального метода определений химических элементов. Сопоставлены возможности различных методов и инструментальных приборов в анализе химических элементов.

Ключевые слова: продукты производства золота и урана, методы анализа, аналитические методы, инструментальные лабораторные приборы, аналитическая лаборатория, пробирные методы анализа, метод химического анализа, рентгено-спектральный метод и метод методического исследования.

Аналитический контроль всего технологического процесса производства золота и урана включает в себя применение фундаментальных теорий и практических методов аналитической химии по определению химического состава проб и продуктов [1-5]. В этих процессах анализируются всё, что связано с получением золота и урана, то есть от геологических исследований до анализа полученной готовой продукции аффинированного золота и закиси-окиси урана. Полученные результаты химических анализов позволяют объективно оценить правильность протекания всего технологического процесса, определить качество готовой продукции аффинированного золота и закиси-окиси урана, а также её соответствие установленным Международным нормам [1, 2].

Аналитическая лаборатория ЦНИЛ АО «НГМК», в свой состав включает группы пробирного анализа, химического метода анализов, инструментально-спектрального анализа и методических исследований [6-12]. Далее, в краткой форме перечислим о деятельности каждой группы.

В группе пробирного анализа проводятся анализы золота и серебра в руде с различным минералогическим составом и продуктов производства золота методом пробирного анализа. Для выполнения данных работ проводят подборку шихты (пропорциональное соотношение в ней реактивов), подбор времени плавления, оценку надёжности полученных результатов – возможной вариации определяемой величины при заданной доверительной вероятности. Сотрудники группы принимают непосредственное участие в разра-

ботке методики выполнения измерений по определению содержания золота в различных пробах пробирным методом. В табл. 1 приведены общие характеристики проб, диапазон содержаний, существующие методики выполнения измерений МВИ пробирным методом.

Как видно из табл. 1, пробирным методом определяется содержание золота в рудах, хвостовых сбросах, ионообменных смолах, медных сплавах, пленных продуктах и других технологических продуктах НГМК. Согласно нормативным документам (НД) проводится внешний контроль проверяющий качество работы аналитических лабораторий подразделений комбината в части касающейся пробирного метода анализа.

Кроме приведённых данных в табл. 1, аналитическая лаборатория оказывают методическую и практическую помощь лабораториям подразделений комбината в области пробирного анализа. Принимают участие в проведении сплечительных межлабораторных анализов, с целью аттестации Государственных стандартных образцов.

Сегодня вся цепочка действий при проведении пробирного анализа организована так, что использование ручного труда сведено к минимуму. Каждый этап анализа оснащён самым современным оборудованием, вспомогательными устройствами, что соответствует требованиям международных стандартов. Данные МВИ разработанные в ЦНИЛ АО «НГМК» гарантируют достоверность полученных результатов анализа. Так же подтверждением высокого уровня пробирного анализа в АЛ ЦНИЛ является участие в меж-

лабораторной аттестации стандартных образцов по проекту «Разработка государственных стандартных образцов (ГСО)» шести типов на золото и серебро. На данный момент АЛ ЦНИЛ имеет свидетельство участника в межлабораторной аттестации стандартных образцов.

В группе химического метода анализов ведётся определение ряда химических элементов химическими методами. Преимуществом химических методов анализа является простота используемого оборудования и высокая точность, что особенно удобно при проведении серийных анализов.

Недостатки химических методов анализов в том, что из одной навески пробы можно определить содержание в ней только одного элемента. При этом, низкие концентрации элементов классическим химическим методом тоже не определяются. При необходимости определения низкой концентрации в растворах применяют физико-химические методы анализа, где окончание анализа приборное. В табл. 2. приведены определяемые элементы, их диапазоны определения и МВИ по химическим методам.

Как видно из табл. 2 можно определить Be, Se, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Sn, Sb, Te, Ga, Sc, Rb, Sr, Y, Nb, Rh, Pd, Cs, Ba, La, Ce, Pt, Nd, Sm, Eu, Gf, Zr, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Re, Ir, Pr, Ni, Bi, Th с помощью метода ИСП-МС в диапазоне от 0,05 мкг/г до 1000 мкг/г. W – определяется фотоколориметрическим методом в диапазоне от 0,02% до 2,0%.

Элементы Cu, Zn, Pb, Cd определяется атомно-абсорбционным методом в диапазоне от 0,0005% до 20%. Элементы – MgO, CaO, Fe₂O₃ определяется титриметрическим методом, MnO – атомно-абсорбционным методом и SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, P₂O₅ – фотоколориметрическим методом в диапазоне от 0,001% до 90%.

Для проведения анализов вышеперечисленных элементов аналитическая лаборатория ЦНИЛ оснащена таким современным оборудованием, как фотоколориметры, рН-метры, весы, автотитраторы и т. д.

Классические химические методы являются неотъемлемой частью работы любой аналитической лаборатории. Аналитическая лаборатория ЦНИЛ тоже не является исключением. Так, определение содержания основного металла в ГП ГМЗ-1 определяется химическим методом анализа.

Товарный контроль является заключительным этапом всего технологического цикла добычи и переработки руд. При этом виде контроля важны два фактора – своевременная выдача результатов и 100%-ная гарантия достоверности анализов. На эти виды работ в АЛ ЦНИЛ поставлены наиболее квалифицированные и надёжные исполнители.

Так же химическим методом выполняются круглосуточно необходимые оперативные анализы для цеха № 1 ГМЗ-1 для оперативного контроля технологических процессов при полупромышленных испытаниях технологических схем и процессов. Осуществляется входной контроль реагентов и веществ, используемых в технологических процессах АО «НГМК».

За химическими методами анализа остаются контроль качества сернокислых растворов урана, поставляемых подразделениями комбината (СевРУ, ЮРУ, РУ-5). Ведётся контроль готовой продукции подразделений АО «НГМК» (закисы-окиси урана, перрената аммония, сульфата железа, сульфата алюминия, жидкого стекла).

Так же АЛ ЦНИЛ имеет свидетельства об участии АЛ ЦНИЛ в межлабораторной аттестации Государственных стандартных образцов в рудах на оксиды сопутствующих компонентов: титан, алюми-

Таблица 1

Общие характеристики проб, диапазон содержаний существующих методик выполнений измерений МВИ пробирным методом

п/п	Название МВИ	Диапазон содержаний		№ МВИ
		минимум	максимум	
1.	МВИ массовой доли золота в продуктах технологической переработки руд Зармитан пробирным методом Au	0,20 г/т	100,0 г/т	МВИ № Ц-31:2016
2.	МВИ массовой доли золота пробирным методом в ионообменной смоле Au	0,02‰	10,0‰	МВИ № Ц-01-16-21:2011
3.	МВИ массовой доли золота пробирным методом в катодном осадке Au	30,00%	95,0%	МВИ № Ц-01.16-110:2016
4.	МВИ массовой доли золота в активированном угле пробирным методом Au	0,05‰	10,0‰	МВИ № Ц-01.16-144:2014
5.	МВИ массовой доли золота угольной мелочи пробирным методом Au	0,20‰	10,0‰	МВИ № Ц-01.16-30:2015
6.	МВИ массовой доли золота пробы пенного продукта цеха биоокисления пробирным методом Au	50,0 г/т	200 г/т	МВИ № Ц-14:2019
7.	МВИ массовой доли золота в золотосодержащих рудах и продуктах их переработки пробирным методом Au	0,10 г/т	50,0 г/т	O'ZO'U 0417:2009
8.	МВИ массовой доли золота пробирным методом Au	0,10 г/т	100,0 г/т	МВИ № Ц-81:2022
9.	МВИ массовой доли золота пробирным методом в рудах месторождения Заметан Au	1,00 г/т	20,0 г/т	МВИ № Ц-34.20-92:2008
10.	МВИ массовой доли золота и серебра в медных сплавах пробирным методом Au	0,5‰	2,0‰	МВИ № Ц-10:2019
11.	МВИ массовой доли золота и серебра пробирным методом Au	0,20 г/т	100 г/т	O'Z O'U 0388:2008

Таблица 2

Определяемые элементы, их диапазоны определение и МВИ по химическим методам

п/п	Определяемые элементы	Диапазон содержаний		№ МВИ
		минимум	максимум	
1.	MgO, CaO, MnO, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , TiO ₂ , P ₂ O ₅ , Fe ₂ O ₃	(0,01-0,4)%	(40-90)%	O'zO'U 178.00-2002 «Выполнение измерений массовой доли породообразующих элементов»
2.	Cu, Zn, Pb, Cd	(0,0005-0,01)%	20%	O'zO'U 0501-2010 «Выполнение измерений массовой доли меди, свинца, цинка, кадмия в горных породах, полиметаллических и иных рудах и продуктах их переработки АА-методом»
3.	W	0,02%	2,0%	МВИ № Ц-152:2019 «Выполнение измерений массовой доли вольфрама в твёрдых пробах КФК методом»
4.	Be, Se, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Sn, Sb, Te, Ga, Sc, Rb, Sr, Y, Nb, Rh, Pd, Cs, Ba, La, Ce, Pt, Nd, Sm, Eu, Gf, Zr, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Re, Ir, Pr, Ni, Bi, Th	0,05-20 (мкг/г)	1000 (мкг/г)	«Определение примесных элементов в образцах, а так же в образцах их оксидов и солей методом ИСП-МС»

ний, кремний, ванадий, фосфор, кальций, магний, железо валовое и закисное химическим и физико-химическим методами.

В группе рентгено-спектральных методов анализа проводятся анализы на инструментальном варианте. Совершенствование контроля связано с тенденцией замены достаточно длительных и трудоёмких химических методик на инструментальные методы.

В аналитической лаборатории, создан измерительный комплекс на базе современных приборов. Оснащение аналитической лаборатории современным оборудованием, позволяет оперативно и качественно решить все поставленные предприятием аналитические задачи, по определению содержания редкоземельных элементов и элементов примесей вплоть до следовых концентраций, как в твёрдых, так и в жидких пробах.

В табл. 3 приведены марки рентгено-спектральных приборов, элементы определяемых в нём, диапазон определяемых элементов и МВИ.

Как видно из табл. 3, элементы Fe, As и U в достаточно широком диапазоне определяются рентгеноспектральным методом на рентгенофлуоресцентном спектрометре марки EDX-7000.

На сегодняшний день аналитическая лаборатория оснащена самым современным лабораторными оборудованием на котором проводится ряд инструментальных анализов.

Атомно-эмиссионная спектрометрия, в настоящее время – один из наиболее информативных и экспрессных методов многоэлементного анализа. Этот метод широко используется и в аналитической лаборатории ЦНИЛ для контроля АО «НГМК». Многоканаль-

ный анализатор атомно-эмиссионных спектров – МАЭС установлен в группе спектрального анализа.

Одновременно на нём определяются Fe, Mo, V, B, Ti в готовой продукции ГМЗ-1 и Rh, Pt, Sn, Sb, As и другие в готовой продукции ГМЗ-2, содержание которых в пробе составляют от 6-10%.

анализатор двойного диапазона определений серы и углерода SC-144 DR изначально заявлен как анализатор общей серы и общего углерода в пробах. Специалистами ЦНИЛ была разработана и введена в действие методика определения содержания серы сульфидной и углерода органического вещества на данном анализаторе в диапазонах от 0,1% до 100%. Сегодня по этой методике определяют содержание данных элементов во всех подразделениях АО «НГМК» где установлено такое оборудование. Введение в действие данной МВИ позволило отказаться от очень длительного и трудоёмкого анализа серы химическим методом. Использование данного оборудования позволило в разы сократить время на проведение анализа серы и углерода.

Анализатор Agilent 7700 ICP – MS: предназначен для определения содержания в жидких пробах элементов с содержанием от 3-10 мг/л. Исходя из требований технологического процесса АО «НГМК» на нём определяют содержание Sc, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb и т.д. Содержание, практически любого элемента находящегося в составе жидкой пробы возможно определить на данном анализаторе. Кроме того он способен определить изотопный состав пробы. Но прибор сложен в эксплуатации, требователен к чистоте реактивов и расходных материалов, к кислотности пробы, условиям

Таблица 3

Марки рентгено-спектральных приборов, элементы определяемых в нем, диапазон определяемых элементов и МВИ

Определяемые элементы,	Марки прибора	Диапазон содержаний		№ МВИ
		минимальный	максимальный	
Fe	EDX-7000 «Спектрометр рентгенофлуоресцентный»	0,5%	56%	МВИ №Ц-01.16-4:2015 «Определение содержания железа в твёрдых пробах рентгеноспектральным методом»
As	EDX-7000 «Спектрометр рентгенофлуоресцентный»	0,09%	1,0%	МВИ №Ц-01.16-7:2015 «Определение содержания мышьяка в твёрдых пробах рентгеноспектральным методом»
U	EDX-7000 «Спектрометр рентгенофлуоресцентный»	0,0073%	0,11%	МВИ №Ц-01.16-12:2015 «Определение содержания урана в твёрдых пробах рентгеноспектральным методом»

Таблица 4

Наименование определяемых элементов, их диапазоны определение и применяемые МВИ

Наименование определяемых элементов и проб	Диапазоны определение		№ МВИ
	минимум	максимум	
Au, Ag, Cu в активированном угле	0,1 мг/г 0,04 мг/г 0,04 мг/г	5,0 мг/г 4,0 мг/г 5,0 мг/г	МВИ №Ц-126:2017 массовой доли золота, серебра и меди в активированном угле атомно-абсорбционным методом
Au в присутствии железа в технологических растворах цеха биоокисления	0,02 мг/дм ³	0,20 мг/дм ³	МВИ № Ц-144:2017 массовой концентрации золота в присутствии железа (до 40 г/дм ³) атомно-абсорбционным методом
Ni в технологических растворах	100,0 мг/дм ³	2000,0 мг/дм ³	МВИ № Ц-147:2019 массовой концентрации никеля в технологических растворах титриметрическим методом
Cu в шлаке и в осадке медном сплаве	3,0% 20,0% 80,0%	20,0% 25,0% 95,0%	МВИ № Ц-148:2019 массовой доли меди в медьсодержащих технологических полупродуктах атомно-абсорбционным методом
Au в пробах пенного продукта (при содержании серы сульфидной до 15 % и углерода органического до 20 %)	50,0 г/т	200,0 г/т	№ Ц-14:2019 МВИ массовой доли золота в пробе пенного продукта цеха биоокисления пробирным методом
Au в скрапе отсадочных машин	0,1 мкг	20,0 мкг	№ Ц-164:2021 Инструкция выполнения измерений массовой доли золота в скрапе отсадочных машин ГМЗ-2 атомно-абсорбционным методом
S в магнитной фракции и скрапе	0,2%	2,0%	№ Ц-165:2021 Инструкция выполнения измерений массовой доли серы в магнитной фракции и скрапе гравиметрическим методом
U в присутствии ванадия	0,005 г/дм ³	0,5 г/дм ³	№ Ц-145:2022 МВИ массовой концентрации урана с осаждением примесей в технологических растворах титриметрическим методом

окружающей среды. Работать на нём могут только технически, теоретически и методически подготовленные специалисты.

Наиболее массовые анализы геологических проб проводят на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре SHIMADZU EDX-7000. В пробах определяют содержание Sb, As, Fe, W, Pb, Ni, Cu, Zn с концентрациями от U – 0,0043%, Fe – 0,5%, As – 0,09% и т.д. Хотя по возможностям определения содержания нижних пределов данный анализатор уступает имеющимся в ЦНИЛ другим приборам, но его экспрессность, простота пробоподготовки, точность получаемых результатов в данных диапазонах определений, простота в эксплуатации, надёжность, скромная потребность в расходных материалах ставит спектрометр в один ряд с лучшими представителями линейки современных анализаторов.

Основными причинами замены классических химических методов анализов на инструментальные, является повышение оперативности, количества анализируемых проб, экспрессность и снижение времени замера, расходных материалов и химикатов.

На сегодняшний день в аналитической лаборатории на долю инструментальных анализов приходится более 40% всех выдаваемых результатов анализов.

В группе методических исследований разрабатываются методики выполнения измерений (МВИ) целью которых является поиск, усовершенствование и приспособление к требованиям производства методов и методик анализа, а также разработка и аттестация новых МВИ, и стандартных образцов предприятия. Состав сырья, поступающего на предприятия даже одной отрасли, разнообразен, нормативы на ведение технологического процесса также неоднобразны. Состав полупродуктов и готовой продукции столь различен, что постоянно существует необходимость в разработке и аттестации новых МВИ, пригодных для анализа различных производственных продуктов НГМК.

В табл. 4 приведены наименования определяемых элементов, их диапазоны определения и МВИ. Как видно из табл. 4 разрабатываемые МВИ в достаточной мере охватывают продукты производства золота и урана.

Разработка или выбор методики определения химического элемента или аналитического прибора для определения выбранного элемента проводится в следующем порядке. Сначала составляется перечень параметров и их значений, которым должна удовлетворять методика в данных конкретных условиях, т.е. разрабатывают техническое задание (ТЗ). Затем проводят литературный обзор и выявляют методы, которые могут быть положены в основу аналитической методики с учетом требований ТЗ. Далее выбирают несколько методик, в основу которых положен данный метод, а из них отбирают наиболее соответствующие требованиям ТЗ. Результаты этого этапа научного поиска называют литературным обзором по сбору информации существующих методик. Для выбора окончательного варианта методики путем расчетов или экспериментальной проверки необходимо выяснить, соответствует ли предполагаемый вариант всем требованиям ТЗ. Если соответствует, его принимают и составляют описание методики. Разработанная в лаборатории новая методика анализа должна быть тщательно проверена.

Это обеспечивает имеющий очень высокую квалификацию персонал, а также оборудование и реактивы лучшего качества.

Таким образом, на основании проведённого обобщения по возможности применения аналитических методов и инструментальных приборов в анализе продуктов производства золота и урана оценена приемлемость имеющихся МВИ и лабораторного оборудования для осуществления контроля химического состава технологических и геотехнологических проб.

На сегодняшний день в аналитической лаборатории разработаны и введены в действие 179 МВИ для определения более 40 элементов.

Всегда актуальным остаётся вопрос разработки и аттестации МВИ в Агентстве «Узстандарт». Кроме того периодически возникает необходимость в оперативной разработке инструкций выполнения измерений для подразделений НГМК.

Данные исследования являются основанием для моментальной ориентации в выборе методик и инструментальных приборов для решения внезапно возникших актуальных задач.

Библиографический список:

1. Возжеников Г.С., Бельшев Ю.В. Радиометрия и ядерная геофизика. Учебное пособие. – Екатеринбург, 2006. – 418 с.
2. «Нормы радиационной безопасности (НРБ-2006) и основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-2006). – Ташкент, 2006. – 136 с.
3. Музафаров А.М., Темиров Б.Р., Саттаров Г.С. Оценка влияния техногенных факторов на экологию региона // Горный журнал. – Москва, 2013. № 8(1). – С. 65-68.
4. Музафаров А.М., Саттаров Г.С., Ослоповский С.А. Радиометрические исследования техногенных объектов // Цветные металлы. – Москва, 2016. – № 2. – С. 15-18.
5. Музафаров А.М., Кулматов Р.А., Ражаббоев И., Ёкубов О.М. Способ дезактивации загрязнённых радионуклидами почв, отобранных из участков подземного выщелачивания урана // Горный информационно аналитический бюллетень. «Физика-химическая геотехнология-инновации и тенденции развития». 2021. – С. 110-118.
6. Музафаров А.М., Кулматов Р.А., Мустафоев М.А., Шарафутдинов У.З. Анализ золота и сопутствующих элементов в ионообменных смолах с помощью инструментального нейтронно-активационного метода // Горный информационно аналитический бюллетень. «Физика-химическая геотехнология-инновации и тенденции развития». 2021. – С. 119-126.
7. Музафаров А.М., Аллаберганова Г.М., Кулматов Р.А. Оценка радиационной опасности урановых предприятий для объектов окружающей среды // XXI век. Техносферная безопасность. – Москва, 2021. Том 6. – № 1. – С. 94-102.
8. Музафаров А.М., Методика предварительной оценки радиоактивности природных вод // Горный журнал. Цветные металлы. – Москва, 2017. – С. 83-86.
9. Музафаров А.М., Кулматов Р.А. Многоэлементный анализ химических элементов в пробах почвы с помощью инструментального нейтронно-активационного метода // *Universum: Технические науки*. – Москва. Выпуск: 12(81). 2020. – С. 100 -106.
10. Музафаров А.М., Кулматов Р.А., Алпаяров Р.М. Исследование нарушения коэффициента радиоактивного равновесия между $^{226}\text{Ra}/^{238}\text{U}$ в пробах урановых объектов // Горный вестник Узбекистана, 2020. – № 4 (83). – С. 53-55.
11. Muzafarov A.M., Kulmatov R.A., Urunov I.O. Analysis of Uranium Isotope Composition in Uranium Products // *International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS)*. Vol. 5 Issue: 1 January. 2021. – Washington DC, USA, pp. 96-101.
12. Muzafarov A.M., Kulmatov R.A., Urunov I.O. Assessment of the Radionuclide and Chemical Composition of Natural Waters in the Area Affected by a Uranium Technogenic Object // *International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS)*. Vol. 5 Issue: 1 January. 2021. – Washington DC, USA, pp. 118-122.

ISSIQLIKNI SAQLASH QOBILIYATIGA EGA MATERIALLARNI QO'LLASHDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI



Tojiboyev B.T.,
FarPI, «Tadbiqiy mexanika»
kafedrasida assistenti

Maqolada issiqlikni saqlash qobiliyatiga ega materiallarni qo'llashda innovatsion texnologiyalar, issiqlik o'tkazuvchanligini aniqlashning mavjud usullarini tahlil qilish va takomillashtirish bo'yicha eksperimental tadqiqotlar natijalari tavsiflangan. Notekkis yuzalarga mukammal tarzda issiqlikni saqlovchi qoplamalarni qoplash, issiqlikdan samarali foydalanish usullari yoritilgan.

Tayanch iboralar: zamonaviy issiqlikni saqlovchi qoplamalar, energiya samaradorligi, issiqlik o'tkazuvchanlik, mikrofera, issiqlikni saqlovchi qoplamalarga qo'yilgan talablar, suyuq issiqlik saqlovchi qoplamalar afzalliklari va qo'llanilish soxalari.

В статье описаны результаты экспериментальных исследований по использованию материалов с сохранением тепла, инновационные технологии, анализ и усовершенствование существующих методов определения теплопроводности. Неровные поверхности прекрасно покрываются теплоизоляционными покрытиями, освещаются способы эффективного использования тепла.

Ключевые слова: современные теплоизоляционные покрытия, энергоэффективность, теплопроводность, микрофера, требования к теплоизоляционным покрытиям, преимущества жидких теплоизоляционных покрытий и области применения.

So'ngi yillarda «innovatsiya» atamasi eng ko'p ishlatiladigan so'zlar qatoridan joy olmoqda. Innovatsiya bu – (ing. innovationas – kiritilgan yangilik, ixtiro) degan ma'noni anglatadi. Demak energiya saqlash xususiyatiga ega issiqlikni saqlovchi materiallar yaratish va tadbiiq etishda innovatsiyani ro'li muxim ahamiyat kasb etadi.

Mamlakatimizga issiqlikni saqlovchi materiallarga bo'lgan talab yildan yilga ortib bormoqda. Ushbu materiallar qat'iy talablar asosida tayyorlanadi. Ular eng avvalo energiya tejamon bo'lishi, kichik xajm xosil qilishi, engil, ekologik toza, moslashuvchan, ovoz va shovqinga chidamli, yonuvchan bo'lmasligi, suv va bug' o'tkazmaydigan, temir maxsulotlariga surilganda yemirilishga (korroziyaga) qarshi, bino va inshootlarga qo'llanilganda issiqlik yo'qotilishi kamaytirish va mog'orlashdan ximoya qilish kabilar kiradi. Xozirda ishlab chiqarish va yirik sanoat korxonalarida issiqlikni saqlab qolish, energiya sarfini kamaytirib ish olib borish dolzarb va muxim masalalardan biri xisoblanadi.

Xozirda issiqlikdan unumli foydalanish va uni tejash uchun steklovatalardan (minvata) foydalaniladi. Shaxar IES lar misolida ko'radigan bo'lsak trubalardagi issiqlikni saqlash uchun dastlab trubaga saqich (bitum) suriladi so'ngra steklovata o'ralib ustidan tunika (rux) qoplanadi. Bularni iqlisodiy tarafdama xisoblasak ancha qimmatga va vaqtdan yutqazishga olib keladi.

Biz taklif etayotgan issiqlikni saqlovchi innovatsion material nafaqat bino va inshootlar, issiqlik quvurlariga, balki sanoatning barcha tarmoqlariga birdek qo'llanila olishi bilan xam diqqatga sazovordir.

Ushbu material mikrofera va akril bo'yoqlari (yana bir nechta kimyoviy moddalar) asosida tayyorlanadi. Yuqori yopishqoqlikka egaligi (xar qanday materialga birdek g'isht, shisha-oyna, metall, plastmassa, gips, sement-qumli joylar, beton, yog'och va xokazo), sovuq yuzalarda korroziya xosil bo'lishini oldini olishi va xar qanday yuzaga birdek yotqizilishi bilan ajralib turadi (1-rasm).

Bilamizki notekkis yuzalarga issiqlikni saqlovchi materiallarni qoplash ancha murakkab jarayon, chunki yuzasi noodatiy ya'ni issiqlik saqlovchi odatdagi materialga (steklovatalarga) mos emas. Shu qoplanmay qolgan notekkis yuzalarda

yo'qalayotgan issiqlikni xisoblasak sezilarli raqamlarga duch kelamiz. Biz ilmiy izlanish olib borayotgan innovatsion issiqlikni saqlovchi qoplama murakkab yuzalarga xam moslasha oladi (2-rasm).

Bundan tashqari qoplama issiqlik va muxandislik tarmoqlarni, texnologik quvurlarni, issiqlik energiyasini va sig'im uskunalarini issiqlik izolatsion, gidrozolyatsion, yemirilishdan (korroziyadan) ximoya qilish, qurilish konstruksiyalari, turar joy va ishlab chiqarish sanoat binolarining fasadlarini, ichki qismini issiqlik izolatsiyasi, turar-joy, sanoat binolari (tashqi va ichki izolyatsiya) surkalishi, osongina o'rnatilishi, metall konstruksiyalar (garajlar, konteynerlar), isitish magistralari, quvurlari, shamollatish kanallari, o'chirish klapanlari (zadvijka va ventili), sanoat konteynerlari, avtotransport salonlari, suv transportida foydalanish uchun mo'ljallangan.

Dastlab biz chet mamlakatlarda ishlab chiqarilib yurtimizga olib kelinayotgan issiqlikni saqlovchi qoplamalar bilan tanishib chiqdik. Ushbu e'tibor, ishlab chiqarilayotgan mazkur bo'yoqlarni issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini nihoyatda pastligi bilan izohlash mumkin. Masalan, Korund savdo markasidagi bo'yoqlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti 0,001 Vt/m²·°C [2], «Bronya» bo'yoq'ini 0,001 Vt/m²·°C ni tashkil etadi. Albatta, bunday issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti an'anaviy isitgichlarga (ekstrodirovkalangan qilingan ko'pik polistiro'l, mineral paxta va boshqalar) nisbatan issiqlik izolyatsiyalovchi bo'yoqlarga ustunlik beradi, binobarin, ekstrodirlangan ko'pik polistirolni issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti 0,030 Vt/m²·°C ga teng.

Toms davlat arxitektura va qurilish instituti tomonidan GOST 7076-99 [3] usul bo'yicha tajriba o'tkazildi. Bajirilgan ishlar natijasida ikki hil bo'yoqlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti aniqlandi – 0,086 Vt/m²·°C va 0,091 Vt/m²·°C. Ushbu natijalar bo'yoq ishlab chiqaruvchilari bergan ko'rsatgichlardan ancha yomon [2].

«Santexniki» Federal Davlat unitar korxonasi tadqiqot instituti tomonidan ishlab chiqilgan M-001-2003 [6] usuli bilan «Korund» bo'yoq'ining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti TU 5760-001-83663241-2008 ga binoan aniqlandi.



1-rasm. Issiqlikni saqlovchi qoplamaning xar qanday materialga birdek yopishishi



2-rasm. Murakkab deb qaralayotgan yuzalarga qoplama qoplanganligi

Ushbu usulning yaratilishi, shisha, ayumosilikat, perlit va shunga o'xshash mikrosferalar asosida olinadigan o'ta yupqa suyuq kompozitsion qoplamalarning issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini stasionar va nostatsionar usullar bilan aniqlash uchun mos kelmasligi bilan bog'liq edi.

Volgograd davlat arxitektura-qurilish universiteti «Korund» bo'yog'ining issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini aniqlash bilan shug'ullangan. Sinov natijalari asosida tuzilgan texnik xulosada, issiqlik xarakteristikalarini aniqlash usullari va «Korund» bo'yog'ining issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientining qiymati – 0,001 Vt/m·°C ga teng ekanligi bayon etilgan.

Olingan natijalar orasidagi tafovutlarni birinchi navbatda mikrosferalar asosida olinadigan yangi o'ta yupqa qoplamalarni issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini aniqlashning me'yoriy usullari mavjud emasligi bilan izohlash mumkin. Bunday bo'yog'larning barchasining strukturasi akril penka hosil qiluvchi moddalar bilan o'zaro bog'langan ichi bo'sh mikrosferalarning panjaralaridan iborat.

Ushbularni e'tiborga olib, suyuq issiqlik izolyatsiyasi qoplamalarining issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientining qiymati iste'molchilarda ham, tadqiqotchilarda ham qiziqish uyg'otdi, natijada ushbu bo'yog'larning issiqlik xususiyatlarini va samaradorligini aniqlash bilan bog'liq ko'plab tajribalar o'tkazila boshlandi.

Oddiy sharoitda havoning issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti 0,026 Vt/m·°C, absolyut vakuumning issiqlik o'tkazuvchanligi 0 Vt/m·°C [2]. Havo eng yaxshi tabiiy issiqlik saqlovchidir [2].

Suyuq issiqlik izolyatsiyasi qoplamalarining haqiqiy issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini aniqlash hozirgi davrda dolzarb vazifalardan biridir.

Shu bois Farg'ona politexnika institutining "Yoshlar innovatsion texnologiyalar markazi"da yupqa zamonaviy issiqlikni saqlovchi qoplamalarni tadqiq etish, issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini aniqlash ularni takomillashtirish asosida tadqiqot ishlari olib borilmoqda va ushbu innovatsion material yuqoridagi muammolarga yechim bo'la oladi.

Tajribalar davomida mavjud bo'lgan usullarni tahlil qilish asosida, suyuq issiqlik izolyatsiyasi qoplamalarining issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti aniqlashning standart usulidan foydalangan holda issiqlik o'lchagichni issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti aniq bo'lgan material qatlami bilan almashtirish ko'zda tutildi. Bunday almashtirish issiqlik jarayonlarini tadqiq qilish nazariyasiga zid kelmaydi.

Issiqlik izolyatsiyasi qoplamasini issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini aniqlash tartibi:

Suyuq issiqlik izolyatsiyasi qoplamasini issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti quyidagi formula bo'yicha hisoblandi:

$$\lambda = \frac{d_u}{\frac{\Delta T_u}{q_u} - 2R_L}, \quad (1)$$

bu yerda, d_u – namunani sinash vaqtidagi qalinligi, m;

ΔT_u – sinalayotgan namunani sirtlaridagi haroratlar farqi, °C;

q_u – sinalayotgan namunadan o'tayotgan stasionar issiqlik oqimini zichligi, Vt/m²;

R_L – sinalayotgan namuna (bo'yoq) surkalgan mis plastinkani termik qarshiligi, (m²·°C)/Vt.

Namunadan o'tayotgan stasionar issiqlik oqimini zichligi q_u , quyidagi formuladan topiladi:

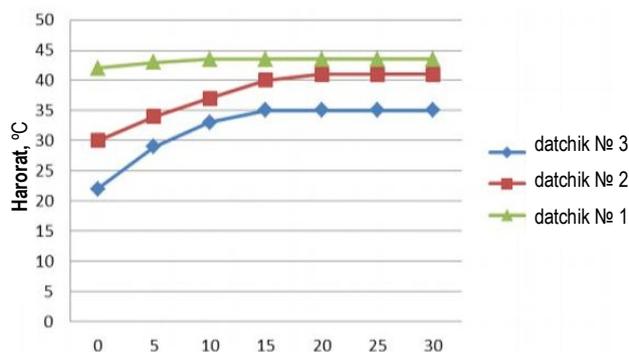
$$q_u = \frac{\lambda_{2qatlami(t_1-t_2)}}{\delta_{2qatlami}}, \quad Vt/m^2 \quad (2)$$

bu yerda, λ va δ – orgstekloni issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti va qalinligi;

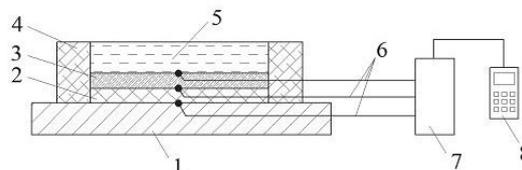
t_1, t_2 – mos ravishda «issiqlik manbai – orgsteklo qatlami» va «orgsteklo qatlami – sinalayotgan namuna» chegaralaridagi harorat.

Qalinligi $\delta = 0,5$ mm bo'lgan mis plastinkani issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda = 384$ Vt/(m·°C) ga teng.

Tadqiqot davomida uskuna ko'rsatkichlarini barqarorlashtirish uchun uning barcha qismlarini «qizitib olish» va issiqlik oqimining uzatilishini stasionar holga keltirish uchun termpara datchiklari ko'rsatkichlarini 0,5 soat davomida 5 minut oraliqida o'lchab ko'rildi. 3-rasmida berilgan grafikdan uskuna ko'rsatkichlari 15 minutdan so'ng stasionar holga kelganligini ko'rish mumkin.



3-rasm. Uskunani uchala termparalari datchiklarini ko'rsagichlari



4-rasm. Suyuq issiqlik izolyatsiyasi qoplamasini issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini aniqlash uskunasi sxemasi: 1 – stasionar issiqlik oqimi manbai; 2 – qalinligi va issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti aniq material qatlami (orgsteklo $\delta = 3,2$ mm, $\lambda = 0,19$ Vt/(m·°C)); 3 – issiqlik izolyatsiyasi qoplamasi qatlami; 4 – issiqlik izolyatori (penoplast); 5 – «sovutgich» (suv to'ldirilgan sig'im); 6 – qalinligi $\delta = 0,2$ mm simdan tayyorlangan «xromel kopel» termparalari; 7 – kommutator; 8 – termparalar ko'rsatkichlarini o'lchov uskunasi

Termpara datchiklarining individual xatosini hisoblash uchun, tajribalar boshlanishidan avval, eritilgan muz bilan to'ldirilgan dyuar idishiga botirilgan har bir datchikning harorat o'lchandi va haroratning 0 °C dan og'ishi tajribalar davomida hisobga olindi.

Issiqlik izolyatsiyalovchi bo'yoqning issiqlik o'tkazuvchanligini o'lchash uskunasi ishonchligini aniqlash uchun dastlab tekshirish ishlari olib borildi.

Qurilmadagi 3 qatlam o'rniga o'lchamlari, qalinligi va issiqlik o'tkazuvchanligi bo'yicha 2 qatlamdagi plastinkaga o'xshash orgsteklo plitasi joylashtirildi va uning issiqlik o'tkazuvchanligi o'lchandi. O'lchov natijalari sinalgan orgsteklo plitasining issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda = 0,186$ Vt/(m·°C)ga teng ekanligini ko'rsatdi (4-rasm). U holda issiqlik o'tkazuvchanlikni aniqlash usulini xatoligi:

$$\Delta = \frac{0,19 - 0,186}{0,19} 100 = 2,1\%$$

ekanligi va bu xatolik GOST [3] da berilgan xatolikdan ($\pm 3\%$) ko'p emasligidan dalolat beradi hamda, tanlangan tadqiqot sxemasining to'g'riligini ko'rsatadi.

Olib borilgan izlanishlarga asosan quyidagi afzalliklarni keltirishimiz mumkin:

- surkash (qoplash) oson (chetka, valik va kompressor bilan sepush orqali amalga oshirsa bo'lishi);

- xajmi katta emasligi, ixchamlikni aks etishi;

- tabiatga va inson salomatligiga zarar yetkazmasligi;

- ishqorlarga xam, kislotalarga xam yaxshi qarshilik ko'rsata olishi;

- yong'inga bardoshli material.

Suyuq izolyatsiyaga xos bo'lgan yana ikkita qarshilik turi mavjud: harorat va namlik va ultrabinafsha nurlanishiga qarshilik. Suyuq issiqlik izolyatsiyasining tarkibi faqat ekologik toza komponentlarni o'z ichiga oladi, bu esa uni bino ichida va tashqarisida, bolalar muassasalarida, umumiy ovqatlanish korxonalarida va boshqalarda ularning funktsionalligida cheklovlarisiz foydalanishga va murakkab joylarga ham qo'llash imkonini beradi.

Bibliografik ro'yxat:

1. Mikseev M.A., Mikeeva I.M. Issiqlik uzatish asoslari. – M.: Yuqori. maktab, 1973. – 309 bet.
2. Anisimov M.V., Rekunov V.S. Ultra yupqa issiqlik izolyatsiyalovchilarning issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini eksperimental texnik // Izvestiya Tomskogo politexnicheskogo universiteta. Injiniroving geoursurov, 2015. – No 9. 15-22 betlar.

BOSIM OSTIDAGI SUV QUVURLARIGA YANGI QUVUR TARMOG'INI ULASH UCHUN TESHIK O'YISH QURILMASI



Mardonov B.T.,
NDKTU rektori vazifasini bajaruvchi,
t.f.d., dotsent



Toirov M.Sh.,
NDKTU «Mashinasozlik texnologiyasi»
kafedrasida dotsenti, PhD

Ushbu maqolada keltirilgan asoslangan chizmalar va jumlar, respublikamizning barcha korxonalarida mavjud eskirib qolgan texnologik jihozlar o'rniga, yangi texnologik jihozlarni o'rnatish va undan uzluksiz mahsulot ishlab chiqarishni ta'minlash maqsadida, korxonada sexlari hududida mavjud bo'lgan yer usti va yer ostidan o'tuvchi sexlararo kommunikatsiya tizimlarida mavjud bo'lgan katta diametrlilik suv quvurlariga, jihozlarni sovutish maqsadida ulanadigan kichik diametrlilik yangi quvur tizimlarini ulash, ulash davrida sarflanadigan vaqtni tejash, ishchi xodimlarning ish sharoiti va gigenik holatini yaxshilash, quvurni ulash davrida quvurdan oqib chiqayotgan suv ta'sirida sifatsiz payvand choklari paydo bo'lishini oldini olish maqsadida, yangi loyihalangan, moderinizatsiyalangan, vaqt jihatidan tezlik bilan quvurga teshik o'yuvchi yangi qurilmani yaratish va uni samarali sinovdan o'tkazishning optimal usullari keltirilgan, shu bilan bir qatorda maqolada keltirilgan jumalarda, yilning sovuq fasillarida bosim ostidagi suv quvurlariga ishlovchi chilangarlar uchun quruq va qulay ish joylarini yaratish ishlarini olib borish haqida ham so'z yuritiladi.

Tayanch iboralar: po'lat suv quvurlari, texnologik jihozlar, sovutish tizimlari, quvurlar tarmoqini o'zidan o'tkazuvchi sexlararo kommunikatsiya tizimlari, tindirilgan texnik suv, qurilmani harakatga keltiruvchi elektroyuritgich, quvurlardagi suvni to'sib qo'yish maqsadida foydalanuvchi zadviykalar, aylanma harakatni sekinlatuvchi reduktor, yangi loyihalangan qurilma, vaqt va ish samaradorligi, harakatdagi quvurga teshik o'yish qurilmasi.

В целях обеспечения непрерывного производства сырья на всех предприятиях нашей республики в статье представлены обоснованные чертежи и предложения подразумевающие замену существующих устаревших технологических оборудования, путём установки нового технологического оборудования для обеспечения бесперебойного производства и подключения к трубам новых систем трубопроводов малого диаметра с целью охлаждения оборудования, экономии времени затрачиваемого при подключении в целях улучшения условий труда и санитарно-гигиенического состояния рабочих, предотвращения образования некачественных сварных швов образующихся под воздействием воды вытекающей из труб при соединении, создание новых модернизированных устройств, что экономит время на врезку отверстий труб и оптимальные методы испытаний, кроме того это предусматривает создание сухих и комфортных рабочих мест для рабочего персонала на водопроводных сетях под давлением в холодное время года.

Ключевые слова: стальные трубы для водопровода, технологическое оборудование, системы охлаждения, системы межцеховых коммуникаций, отстойная техническая вода, электродвигатель для приспособления врезки отверстий, задвижки для перекрытия воды в трубах, редуктор, устройство новой конструкции, время и эффективность работы, приспособление для вырезания отверстий в действующем трубопроводе.

Mamlakatimizning sanoat hududlari yangi ishlab chiqarish korxonalarini barpo etilishi munosabati bilan kengayib bormoqda, yangi barpo etilgan sanoat hududlarida yangi o'rnatilgan texnologik jihozlarni sovutish tizimlariga ulash, ishga tushirish, bozorboq mahsulot ishlab chiqarish har-bir korxonaning asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi. Texnologik jarayonning borishi natijasida yoki mexanik harakatlar natijasida jihozlarda issiqlik energiyasi paydo bo'ladi, uni bir-xil miyorda ushlab turish uchun albatta sovutish tizimlari talab etiladi. Jihozlarning sovutish tizimlarini sovutuvchi sifatida suv resurslari qo'llaniladi, korxonalarda suv resursi ikki guruhga bo'linadi:

1. Ichimlik suvi;
2. Tindirilgan, texnik maqsadlarga mo'ljallangan suv.

Ichimlik suvi asosan mahsulot ishlab chiqaruvchi korxonalarda ichimlik maqsadida va umumiy ovqatlanish joylarida, sanitar uzellar uchun ishlatiladi. Tindirilgan texnik maqsadlarga mo'ljallangan suv esa texnologik jihozlarni sovutib turish maqsadida ishlatiladi. Mahsulot ishlab chiqaruvchi korxonalarda tindirilgan texnik maqsadlarga mo'ljallangan suv bilan jihozlarni uzluksiz ta'minlab turivchi SKT (sexlararo kommunikatsiya tizimlari) va unga o'rnatilgan suv quvurlari mavjud. Bu tizimlar korxonada sharoitidan kelib chiqqan holda yer usti va yer ostidan

o'tuvchi qilib loyihalangani, bu tizimlarning vazifasi texnologik jihozlarni sovutib turish uchun suv resurslari bilan uzluksiz ta'minlab turish hisoblanadi.

Korxonalaridagi sexlararo kommunikatsiya tizimlarida o'rnatilgan quvurlarda suv bosimi 0,5-0,7 MPa bosimda bo'ladi, shuning uchun ham bu quvurlarda turli montaj ishlarini olib borish ishchi xodimlar uchun bir qancha qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Ichimlik suvi tarmoqlaridagi quvurlarda esa ichimlik suvining bosimi 0,3-0,5 MPa bosimdan yuqori bo'lmagan holatda bo'ladi. Umumiy o'lganda quvurlarda turli xil chilangarlik ishlarini olib borish, yuqorida ko'rsatib o'tilgan quvurlarda suvning bosimi tufayli quvurlarda t'mirlash va ulash ishlari bir qancha qiyinchiliklar bilan olib boriladi.

Shundan kelib chiqib Respublikamizdagi yil fasllarini hisobga olib kuz, qish, bahor fasllarida (yozdan boshqa) korxonalaridagi mavjud suv quvurlarida belgilangan ta'mirlash yoki yangi tarmoq quvurlarini ulash ishlarini olib borish bir muncha qiyin kechadi, bunga havo haroratini asosiy sabab qilib ko'rsatishimiz mumkin. Yil fasllarining sovuq vaqtlarida yangi yotqizilgan quvurlarni bosim ostidagi quvurlarga ulash ishchilar va payvandlovchilar uchun ancha noqulayliklarni keltirib chiqaradi. Bizga ma'lumki bosim ostida turgan quvurlarning suvini

to'xtatib turish uchun suvni to'sib turuvchi zadvjikalarni quvur tarmoqlariga o'rnatish talab etiladi. Bu zadvjikalarning materiallari DUST 4832-95 va DUST 1412-85 talablari asosida tayyorlanib, ular uzoq muddat suv ichida turganligi uchun korroziyalanadi va shuning uchun ham har doim, quvur ichidagi bosim ostida turgan suvni to'liq to'sib turish imkoniyatiga ega emas, korxonalaridagi yer osti va yer ustidan o'tuvchi SKTga o'rnatilgan suv quvurlarining zadvjikalari vaqt o'tishi bilan suv ta'sirida suvni berkitib turuvchi detallari korroziyalanadi va suvni to'lig'icha to'sish uchun yaroqsiz holatga kelib qoladi.

Yangi barpo etilgan mahsulot ishlab chiqaruvchi sexlarning jihozlari uchun sovutish tizimi o'ta zarur bo'lib, texnik suvni korxonalarining sexlararo kommunikatsiya tizimlaridan o'tuvchi katta diametrlilik quvurlariga kichik diametrlilik quvurlarni ulash va undan suvni jihozlar uchun qabul qilib olish bugunki kunning eng og'ir mehnat talab qiluvchi dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi. Respublikamizdagi eng yirik korxonalar Navoiy kon-metallurgiya kombinati, Olmaliq kon-metallurgiya kombinatiga qarashli oltinni yuvuvchi GMZ-1, GMZ-2 va boshqa shunga o'xshash korxonalar, «Navoiyazot», «Farg'onaazot», «Maksam Chirchiq» «Olmaliq Maksam» korxonalar, qishloq xo'jaligi uchun mineral o'g'itlar ishlab chiqaruvchi korxonalar hisoblanadi, bu korxonalarda texnologik jihozlarni sovutish uchun yer osti va yer ustidan o'tuvchi yirik sexlararo kommunikatsiya tizimlari mavjud.

Sexlar ushbu SKT sexlararo kommunikatsiya tizimlari bilan o'zaro uzviy bog'liq, shuning uchun ham asosiy dolzarb muammo shundaki mahsulot ishlab chiqaruvchi sexlarga uzatiluvchi texnik suvni to'xtatishning ikoniyati yo'q, mashina va mexanizmlar sovutish tizimlarisiz texnologik jarayonni olib bora olmaydilar.

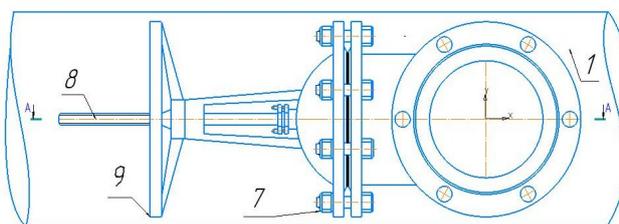
Korxonalar sexlari ish faoliyatini to'xtatmasdan olib borish uchun, quvurlardagi suv bosimini tushirmaslik talab etiladi, suv bosimini tushirmasdan turib kichik diametrlilik quvur tarmog'ini zadvjika orqali katta diametrlilik suv quvuriga teshik o'yish qurilmasining o'ygan teshigi orqali ulash ishning asosiy negizi hisoblanadi, shuning uchun ham teshik quvuriga teshik o'yish jarayonini optimallashtirish, vaqt tejamliligiga erishish, payvand choklarini sifatli payvandlanishini ta'minlash, ishchi xodimlar uchun quruq ish joylarini yaratish korxonalar injener-konstruktorlar uchun bugungi kunning yechilmagan muammolari safida qolmoqda [1-3].

Yuqorida ko'rsatilgan muammoning dolzarbligini yechish maqsadida elektroyuritgich va reduktor ishtirokida teshik o'yish qurilmasi quyidagicha loyihalandi. Qurilma ishlash holatiga ko'ra vertikal va gorizontall holatda o'rnatilib ishlatilishi mumkin. Tavsiya etilayotgan teshik o'yish qurilmasini ishlash jarayonining quyidagicha misollarda keltirib o'tamiz, harakatdagi quvur 1, payvandlash yo'li bilan o'rnatilgan shtuser 2, shtuser ustiga boltlar 6, 7, 8, 9, 10 yordamida o'rnatilgan zadvjika va uning detallari, shtitser va zadvjika o'rtasida germetiklikni ta'minlash uchun prokladka o'rnatilgan va SSt 26-2037-96, SSt26-2037-96, SSt 26-2038-96 talablari asosida tayyorlangan shpilka yoki bolt va gaykalar bilan mahkamlangan (1 va 2-rasm) [4-7].

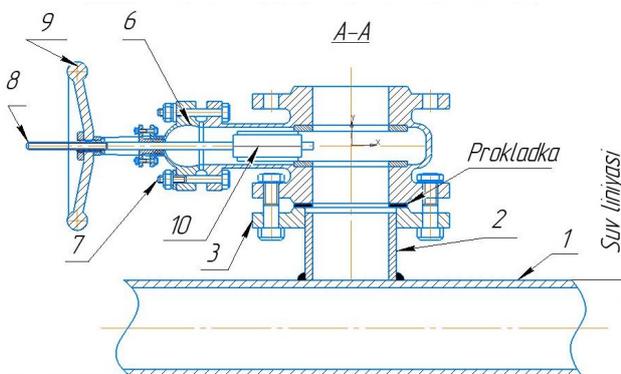
Ichimlik suvi va tinitilgan texnik suv 08Г2С metalidan tayyorlangan quvurlar orqali yer osti va yer usti quvur tizimlari orqali ishlab chiqarish korxonalariga uzatiladi, quvurlarning kimyoviy tarkibi va mexanik xususiyatlari barcha diametrlilik quvurlar uchun DUST 8731-74 va DUST 8732-2007 davlat standartlari asosida maxsus laboratoriya tekshiruvidan o'tkaziladi.

Quvurlar past legirlangan po'latlardan tayyorlanadi va buyurtmachi korxonalariga foydalanish uchun yuboriladi, ushbu standart asosida quvurlarning qattiqligi Brenel shkalasi bo'yicha HB-180-220 MPa qattiqlik bilan ishlab chiqariladi [5-7].

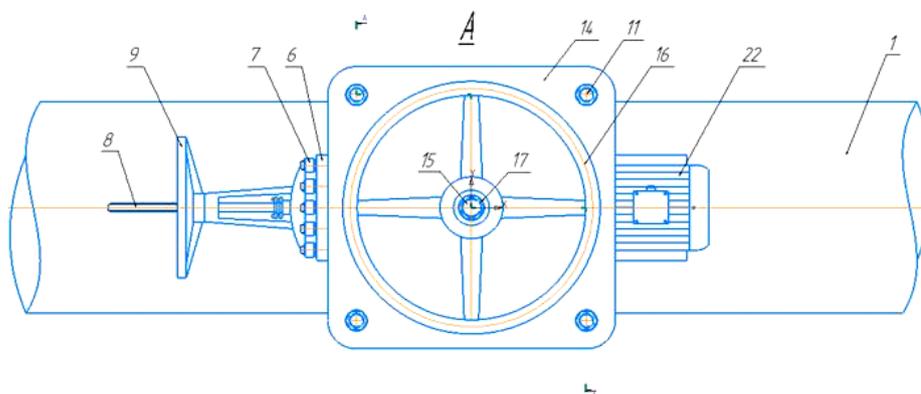
Korxonalar muammolarini yechish maqsadida biz quyidagi teshik o'yuvchi qurilmani korxonalar uchun tavsiya qilamiz (1-5 - rasmlar). Qurilma 2,1 kVt quvvatga ega bo'lgan elektr yuritma 9 yordamida harakatga keladi. Qurilma, vertikal holatda yuqoriga va pastga harakatlanib bosim ostidagi quvur 1ga teshik o'yishga mo'ljallangan. Bosim ostidagi quvurga uzunligi L – 100 millimetrdan kichik bo'lmagan flanesli shtuser 2 payvanlash usuli bilan o'rnatiladi, kerakli bosimga mo'ljallangan zadvjika 3 tanlab olinib, zichlama bilan birga o'rnatiladi, bundan maqsad germetiklikni ta'minlash. 5-rasmda tavsiya etilayotgan teshik o'yish qurilmasining umumiy ko'rinishi tasvirlangan. Tasvirda 4 – pastki germetiklikni ta'minlovchi flanes, zichlamani zichlab turuvchi 5 – grundbuksa, harakatni reduktordan kesish kallagiga uzatuvchi 6 – mufta, vertikal yo'naltiruvchi 7 – o'qlar, vertikal harakatlanuvchi 8 – rama, qurilmani harakatlantiruvchi 9 – elektroyuritgich, harakatni sekinlashtiruvchi 10 – reduktor, o'qlarni ushlab turuvchi 11 – flanes, qurilmani vertikal harakatlantiruvchi 12 – shturval.



1-rasm. Bosim ostidagi quvurga zadvjikani o'rnatilgan holatining ustidan ko'rinishi

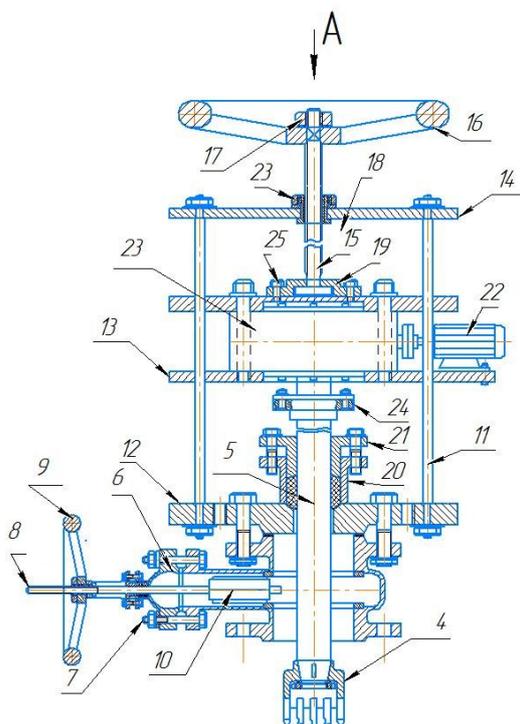


2-rasm. Bosim ostidagi quvurga zadvjikani o'rnatilgan holatining qirg'iq ko'rinishi

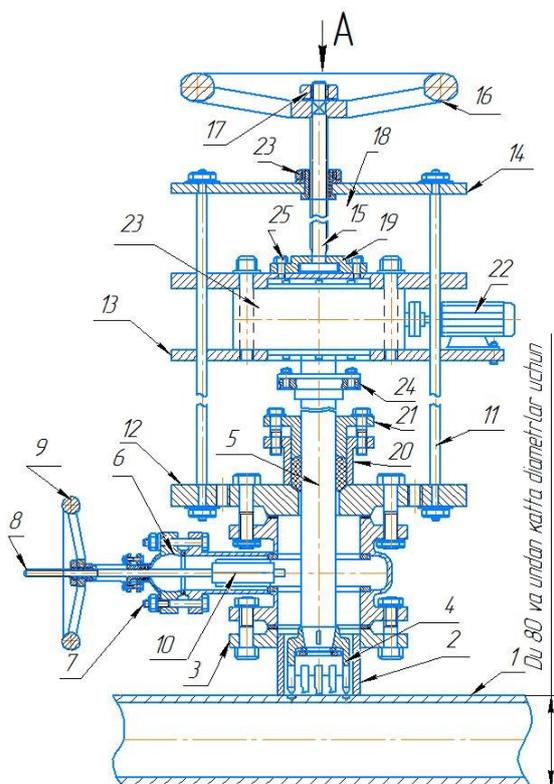


3-rasm. Teshik o'yish qurilmasini quvurga o'rnatilgan holatining ustidan ko'rinishi

Basim ostidagi suv quvuriga teshik o'yish qurilmasi



4-rasm. Tavsiya etilayotgan teshik o'yish qurilmasining qirg'ilgan holatdagi ko'rinishi



5-rasm. Tavsiya etilayotgan quvurlarga teshik kesish dastgohining umumiy ko'rinishi

Quvurlarga teshik kesish qurilmasi buyingi kunda eng samarali loyihalangan qurilma deb hisoblaymiz, ushbu loyiha asosida qurilmani tayorlash sodda texnologik jarayon bo'lib, kam vaqt talab etuvchi tannarxi qimmat bo'lmagan metallardan tayorlash samarali deb hisoblaymiz. Respublikamizda mavjud bo'lgan mashinasozlik korxonalarining barchasida tayyorlash imkoniyati mavjud, tayyorlash jarayoni murakkab texnologik jarayonlarni o'z ichiga olmaydi.

2-rasmida ko'rsatilgan kesuvchi kallakka o'rnatilgan keskichlar DUS_t 1133-71 asosida R6M5 tez kesar po'latlardan tayyorlanadi, termik ishlov berish orqali qattiqligi HRC 63-65 MPa. gacha olib borilsa quvur devorlarini kesishi va qirindi ajralib chiqish jarayonlari muvofiqiyatli amalga oshiriladi. Qurilmani harakatga keltirish uchun reduktor va elektroyuritgich tanlab olamiz [8, 9].

Reduktorga aylanma harakatni muntazam uzatib turuvchi elektroyuritma quvvatini tanlab olish uchun quyidagi formuladan foydalanamiz va bunga misol keltiramiz:

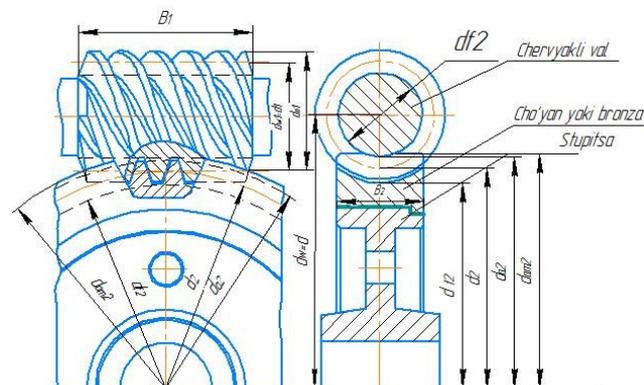
$$P_{\text{so}}^{\text{mp}} = \frac{P_{\text{III}}}{\eta_{\text{o'lov}}}} = \frac{4,5kVt}{0,903} = 4,98kVt; \quad (1)$$

P_{III} (kVt) – elektrodvigatelning kerakli tanlangan quvvati;
 $\eta_{\text{o'lov}}$ – FIK foydali ish koeffitsenti.

Kesish kuchini sifatli amalga oshirish va chervyakli reduktorga aylanma harakatni muntazam uzatib turish uchun elektroyuritgich parametrlarini tanlaymiz (1-jadval).

Qurilmamiz teshigini sifatli kesishi uchun, aylanma harakatni 90°ga muntazam uzatib kesish jarayonini uzluksiz olib boruvchi reduktorni tanlash talab etiladi, buning uchun chervyakli reduktordan foydalanishni tavsiya etamiz. Bunda chervyakli reduktorlarning chervyak materialini tanlash zarur, buning uchun o'rta uglerodli va past legerlangan po'latlardan foydalanishni tavsiya etamiz, DUS_t 1050-74 talablari asosida St40; St45; St50; St50G, DUS_t 4543-71 talablari asosida 40XH; 50XH; 40XHMA; 35XM metallardan tayyorlangan chervyaklarni tavsiya etamiz, yoki 15X; 15XA; 12XH2A; 12XH3A metallaridan çementatsiya qilish orqali chervya yuzasi uglerodga boyitish va TB4 orqali qattiqlikni HRC=45-55 MPa qattikkacha oshirish maqsadga muvofiqdir [1, 10].

Chervyakli reduktorning tishli g'ildiragini tanlashda chervyak va tishli koleso orasidagi ishqalanish tezligini inobatga olish maqsadga muvofiq, $v_{\text{sk}} < 2$ m/s bo'lganda cho'yan SCh 21-21 dan tayyorlangan tishli g'ildiraklarni tanlab olish tavsiya etiladi. Ishqalanish tezligi $v_{\text{sk}} < 8 \dots 10$ m/s bo'lganda BrAJ9-4L; BrAJN10-4-4L alyumenli bronzalardan, yuqori tezliklarda aylanganda BrOF10-1, BrONF, BrOSC6-6-3 qalayli bronzalardan tayyorlangan reduktorlarni tanlashni tavsiya etamiz. Sirpanish tezligini topish uchun quyidagi formuladan foydalanamiz va bunga misol keltiramiz (6-rasm):



6-rasm. Chervyakli reduktorning tishlashish holatining ko'rinishi

$$V_{ck} = \frac{\pi d_{\text{вн}} n_1}{60 \cdot 10^3 \cdot \cos \gamma_w} = \frac{\pi 80 \cdot 144}{60 \cdot 13^3 \cdot 0,8944} = 6,95 \text{ m/s} \quad (2)$$

Quvur devori qalinligini kesish tezligi va kesish vaqtini t ni topishimiz uchun quyidagi kesish tezligi formulasini keltirib o'tamiz.

$$g = \frac{\pi D n}{1000} \quad (3)$$

Quvur devori qattiqligi HB-220-230MPa qattiqlikkacha bo'lganda, devorning kesilish jarayoni muvofiqiyatli bo'lib, qirindining sinib chiqish bilan belgilanadi.

Reduktorni tanlaymiz, tanlashda reduktorning aylanishlar soni qurilma kesish kallagiga o'rnatilgan tezkesar po'latdan tayyorlangan kesish elementlarini qizib ketishiga va qizish natijasida kesish xususiyatini yo'qotishga yo'l qo'ymasligimiz kerak.

Ishchi quvurga teshik kesish qurilmasini ishlab chiqarishga tadbir etish natijasida quyidagi samaradorlikka erishiladi:

- quvur suvini to'xtatmasdan yangi quvur tarmog'ini ulash imkoniyati paydo bo'ladi;

1-jadval
Elektryuritgich parametrlarini tanlashda quyidagi jadvaldan foydalanamiz

Parametrlar	Tanlash variantlari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Sinxronli elektroyuritgich	$n_c = 1000 \text{ ayl/min}$											
Quvvat	P_{III}	kVt	5,3	5,0	4,6	8	10	14	7	2,0	3,6	4,5
Tezlik	ω_{III}	rad/daq	25	22	20	18	16	14	12	10	8	5
Xizmat muddati	t_z	soat	1000	7000	6000	8000	8000	8000	8000	8000	7500	

- yangi quvurni ulanishi, yangi texnologik tizimlarni ushga tushirish bilan baholanadi;
- yangi texnologik tizimlarni ishga tushirish, yangi mahsulot ishlab chiqarish demakdir;
- aholini ichimlik suvi bilan taminlash masalasi osonlashadi;
- ishchilar mehnatining unumdorligi oshiriladi;
- vaqt tejamlariga erishiladi;
- payvand choklarida sifat ta'minlanadi;
- suv resursi tejamlariga erishiladi.

Bibliografik ro'yxat:

1. Anurev V.I. Mashinasozlik konstruktorining qo'llanmasi. – Moskva: «Mashinostroeniye», 2001 y. 195-256 betlar.
2. Jukov K.P., Gurevich Yu.E. Mexanizmlar, qismlar va mashinalar qismlarini loyihalash atlas. 1, 2-qism. – M.: MDTU «Stankin», 2000 y. 183-191 betlar.
3. Sandvik Coromant . Yuqori samarali metall kesish. O'quv o'llanma. – M.: Poligrafiya, 2003 y. 58-63 betlar.
4. Gurtyakov A.M. Moyzes B.B. Metall kesish mashinalari. Mashina asboblarning tipik mexanizmlari va tizimlari. – Omsk: Tomsk politexnika universiteti nashriyot uyi, 2009 y.
5. Chesov, Yu.S. Metall kesish uskunalarini loyihalash. O'quv o'llanma. 2-chi nashriyot. – Novosibirsk: NGTU, 2005 y. 238-240 betlar.
6. Guzeev V.I., Batuev V.A., Surkov I.V. CNC torna va burg'ulash-frezalash-burg'ulash mashinalari uchun kesish ma'lumotlari rejimlari. – M.: «Mashinostroeniye», 2005 y. 117-119 betlar.
7. Ryabov S. A. Zamonaviy frezertlar va ularning jihozlari: O'quv qo'llanma. – Kemerovo: GU KuzGTU, 2006 y. 71-74 betlar.
8. Feldshteyn Ye.E., Korniyevich M.A. Metall kesish asboblari. Dizaynning ma'lumotnomasi. – Minsk: Novoye znaniye, 2009 y. Format: djvu. – 1039 bet.
9. Shaxaev J.A. Metall kesish dastgohlari va asboblari: «Mashinaning harakatlantiruvchi mexanizmlari» laboratoriya ishi uchun ko'rsatmalarni Omsk: SibADI, 2003 y. – 98 bet.
10. Churbanov A.P., Proskokov A.B. Universal metall kesish dastgohlarining asosiy harakatining aylanish drayvlari bo'yicha amaliy ishlar to'plami: o'quv qo'llanma. – Tomsk: Tomsk politexnika universiteti nashriyot uyi, 2010 y. 146-153 betlar.

НФ-630; НФ-1200М-03

**ВЕРТИКАЛЬНЫЙ
ФРЕЗЕРНО-РАСТОЧНОЙ СТАНОК**



NMZ
Навоийский машиностроительный завод

АО «НГМК»
Производственное объединение
«Навоийский машиностроительный завод»
www.ngmk.uz
Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879) 2276214; 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78
E-mail: infor_mz@ngmk.uz

NMZ IChB «NT-250I» DASTGOHI STANINASINING YO'NALTIRGICHLARIGA SUPPORTNI YIG'ISHDAGI ANIQLIGINI TADQIQ QILISH



Mardonov B.T.,
NDKTU rektori vazifasini bajaruvchi,
t.f.d., dotsent



Mamadiyev M.Yu.,
NDKTU «Mashinasozlik texnologiyasi»
kafedrasida magistranti

Ushbu maqolada, «NMZ» IChB «NT-250I» dastgohi staninasining yo'naltirgichlariga supportni yig'ishdagi aniqligini tadqiq qilish masalasi ko'rilgan. Dastgohning staninasini yo'naltirgichlariga supportni o'rnatishni aniqligini o'rganishning muhim bosqichi, dastgoh supporti birliklarining ishlashiga ta'sir qiluvchi eng muhim omillarni aniqlash amalga oshirilgan.

Tayanch iboralar: support, yo'naltirgich, stanina, egilish, ustki yo'riqnomalar, virtual laboratoriya, texnologiyalar, klinni mahkamlash.

В данной статье рассмотрен вопрос изучения точности сборки опор, направляющих станка «HT-250I» ПО «НМЗ». Важным этапом исследования точности установки опоры на направляющие станины станка является выявление наиболее важных факторов, влияющих на работоспособность узлов опоры станка.

Ключевые слова: суппорт, направляющий, станина, перекосяк, накладные направляющие, виртуальная лаборатория, технологии, затяжка клина.

Jahonda texnologik mashinalarni takomillashtirish, energiya va resurs tejamkor, yuqori tezlikda ishlaydigan texnika texnologiyalarni ishlab chiqarishga qo'llash, mahsulotlar sifatini va raqobatbardoshligini oshirish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shu bilan birga metall kesuvchi dastgohlarning ishonchligini oshirish muammolari, uskunalarining nosozliklari bilan bog'liq yo'qotishlarni kamaytirish, texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash xarajatlarini kamaytirish hamda dastgohlarning yuritish mexanizmlarini yuritmalarini kinematik va dinamik modellashtirish mashinasozlikning asosiy masalalaridan sanaladi. Bu borada rivojlangan mamlakatlar, jumladan Germaniya, Yaponiya, Xitoy, Rossiya va boshqa mamlakatlarning ilmiy-tadqiqot markazlarida raqobatbardosh hamda sifatli mahsulotlar olishda yuqori samaradorlikka ega va resurstejamkor texnologiyalarni yaratishda mashina va mexanizmlarning yangi konstruksiyalarini ishlab chiqarishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Ko'plab tadqiqotlarga qaramay, metall kesuvchi dastgohlarning samaradorligi va ishonchligini oshirish muammosi oxirigacha yechilmagan va uni hozirda yechish muhim ahamiyat kasb etadi.

Zamonaviy mashinasozlik rivojlanishining o'ziga xos xususiyati texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va intensivlashtirish bo'lib, bu mashina qismlarini qayta ishlash samaradorligini maksimal darajada oshirish istagi bilan bog'liq.

Ishlov berishning progressiv rejimlarini joriy etish, bo'sh vaqtni minimal darajaga tushirish va yordamchi harakatlar mashinalarning, xususan, dastgoh uskunasi shpindel birliklarining tezligini sezilarli darajada oshirishga olib keladi.

Natijada, metall kesish dastgohlarida ishlov berish jarayonida tebranish jarayonlari ishlov beriladigan yuzaning aniqligi va sifatini cheklaydi, kesuvchi asboblarning chidamliligiga va ishlov berish unumdorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Yangi loyihadagi dastgohni yaratish jarayonida va seriyali dastgohlar ishlab chiqarilgandan so'ng, shuningdek ta'mirlashdan keyin, dastgohni ishga tushirishdan oldin dastgoh va uning alohida qismlarini ishlatishda eksperimental tadqiqotlar, sinovlar va tekshirishlar amalga oshiriladi. Dastgohning geometrik aniqligi qismlarning, yig'ilishlarning

aniqligi va ularni yig'ish sifatiga bog'liq. Dastgohning aniqligi, asosan, unda ishlov beriladigan qismlarning aniqligini aniqlaydi.

Nazariy va eksperimental tadqiqotlar metodologiyasi o'zgaruvchan parametrlarning turli qiymatlari uchun o'rganilayotgan tizimni takroriy simulyatsiya qilish orqali amalga oshiriladigan ko'p o'lchovli tahlilni o'z ichiga oladi. Bu muhim omillarning hisoblangan natijaga ta'sirini aniqlash va optimal konstruksion variantini olish uchun amaliy tavsiyalar berishga imkon beradi.

NT-250I ruzumli dastgoh staninasining yo'naltirgichlariga supportni yig'ishda yo'naltirish tabiatini eksperimental o'rganish va yo'riqnomalar asosida ishqlanish momentini aniqlash supportning uzunligi bo'ylab stanina yo'naltiruvchisining 3 holatida tadqiqot o'tkaziladi: dastgoh shpindelida, staninaning o'rta holatida va orqa babkani yaqinidagi klinni turli xil sozlashlar bilan (1-rasm).

Dastgohning staninasini yo'naltirgichlariga supportni o'rnatishni aniqligini o'rganishning muhim bosqichi bo'lib, dastgoh supporti birliklarining ishlashiga ta'sir qiluvchi eng muhim omillarni aniqlash va raqamli baholash, shuningdek ularning konstruksiyalarini takomillashtirishga o'tish imkonini beradi.

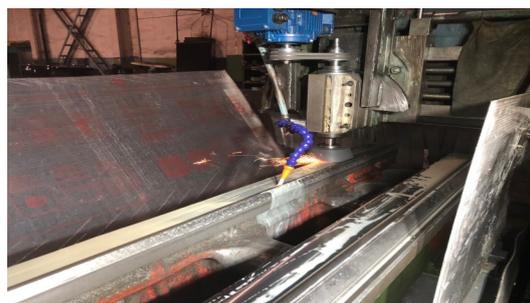
Support tugunlarini stanina yo'naltirgichlariga o'rnatgandagi aniqlikni tavsiflash va ularni o'rganishga katta miqdordagi tadqiqotlar bag'ishlangan, ammo kesish paytida yuzaga keladigan hodisalarning murakkabligi tufayli bir qator masalalar yetarlicha o'rganilmagan.

Bugungi kunda dunyoda, ishonchlikni oshirish, metall kesuvchi dastgohlariga texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash tizimini takomillashtirish borasida butun dunyoda sezilarli yutuqlarga erishildi. Biroq, bashoratli baholash, texnik holat va ta'mirlash, shuningdek, metall kesuvchi dastgoh uskunalarini tayanch tugunlariga texnik xizmat ko'rsatishni yaxshilashga doir qator asosiy masalalar hal etilmagan. Shunga ko'ra, metall kesuvchi dastgohlar ishonchligini oshirish uchun ularga texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlashning resurstejamkor usullarini ishlab chiqarish bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish zaruratini taqozo etmoqda.

Respublikamizda mashinasozlikni rivojlantirish, mashina va mexanizmlarning yangi avlodlarini yaratish bo'yicha chuqur nazariy



4-rasm. Staninani karetkaga nisbatan xatoligini tekshirish



5-rasm Staninani yo'naltirgichlarini jilvirlash

Birikma uchun o'tiradigan sirtlarning aniqligi va yuza g'adir-budurlik chegaralari

1-jadval

T/r №	Ishlab chiqarish sanoati	Aniqlik sifatiga qo'yiladigan talablar	Yuza g'adir-budurlikiga qo'yiladigan talablar, mkm
1.	Qishloq xo'jaligi mashinasozligi	8-9	Ra5; Ra2.5
2.	Avtomobilsozlik	7-8	Ra2.5; Ra1.25
3.	Dastgohsozlik	6-7	Ra1.25; Ra0.62

Erkin yuzalar uchun aniqlik va yuza g'adir-budurliklari uchun ulanish talablar

2-jadval

T/r №	Ishlab chiqarish sanoati	Aniqlik sifatiga qo'yiladigan talablar	Yuza g'adir-budurlikiga qo'yiladigan talablar, mkm
1.	Qishloq xo'jaligi mashinasozligi	11-12	Rz40; Rz20
2.	Avtomobilsozlik	10-11	Rz20; Ra10
3.	Dastgohsozlik	9-10	Ra10; Ra5

Birikma uchun o'tiradigan sirtlarning aniqligi va yuza g'adir-budurlik chegaralari quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

5-rasmda ko'rinib turibdiki stanoksozlik ishlab chiqarishda ya'ni staninani yo'naltirgichlarini aniqlik sinfi juda yuqori bo'lib bunday aniqlik sinfi va kвалitetni faqatgina jilvirlash yo'li orqali erishish mumkin.

Shunday qilib, NMZ IChB sharoitida tokarlik vint-qirg'ich dasgohining staninasining yo'naltirgichlariga supportni yig'ishdagi aniqligini o'rganish va shu asosda ularning ishlashi, yuqori ekspluatatsion ishonchligi va qismlarga ishlov berishning aniqligini ta'minlash uchun tadqiqot usullarini ishlab chiqish zarurdir.

Shuni ta'kidlash kerakki, bu masala o'zining murakkabligi tufayli nazariy jihatdan yetarlicha o'rganilmagan.

Mavjud alohida eksperimental materiallar, asosan, oldindan tig'izliklar ta'sirini o'rganishga bag'ishlangan bo'lib, uning qiymati ish vaqtida tartibga solinmaydi.

Bundan tashqari, tadqiqot, qoida tariqasida, bir-biriga bog'langan elementlar majmuasi bo'lgan va staninasining yo'naltirgichlariga supportni yig'ish majmuasi, surish harakati va asosiy harakat, boshqaruv tizimi, o'lchash vositalari bo'lgan yurituvchi tizimni o'z ichiga olgan butun texnologik tizimga emas, balki alohida tugunlarga tegishli, metall kesish dasgohlarining RDB tizimining texnologik kesish va dasturiy ta'minoti.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati metall kesish dasgohlarini staninasi hamda tugunlari elementlarining yig'ishdagi texnik holatini yaxshilash bo'yicha usul ishlab chiqishga va staninani yo'naltirgichlariga supportni yig'ishdagi aniqlik resurs qiymatini va sifatini aniqlashga hamda bashorat qilishga xizmat qiladi.

Keltirib o'tilgan sharh bo'yicha dasgohlarining ishlashini o'rganish bo'yicha yig'ish sifat ko'rsatkichlariga ko'ra, eng muhim ko'rsatkich staninani yo'naltirgichlariga supportni moslashuvchanligi hisoblanadi. Ko'plab ishlarning tahlili bo'yicha staninani yo'naltirgichlariga supportni harakatlanishida tebranishlar amplitudasi ish qismining sifatiga sezilarli darajada ta'sir qiladi.

Tadqiqot natijalarining ishonchligi staninani yo'naltirgichlariga supportni tebranishni o'lchash va tahlil qilishning zamonaviy usullaridan foydalangan holda nazariy va amaliy mexanikaning asosiy usullari, tebranish jarayonlari nazariyasi, shuningdek eksperimental ma'lumotlarning yetarli miqdoriga asoslangan laboratoriya va ishlab chiqarish tajribalarining katta miqdori bilan isbotlangan.

Shunday qilib, tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, vibrotebranishlari yo'qligi sababli, bikir supportiga ega bo'lgan tizimning vibratsiya faolligi deyarli uning tayanch xususiyatlari bilan aniqlanadi [3].

Bugungi kunda dunyoda, ishonchlikni oshirish, metall kesuvchi dasgohlariga texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash tizimini takomillashtirish borasida butun dunyoda sezilarli yutuqlarga erishildi. Biroq, bashoratli baholash, texnik holat va ta'mirlash, shuningdek, metall kesuvchi dasgoh uskunalarini tayanch tugunlariga texnik xizmat ko'rsatishni yaxshilashga doir qator asosiy masalalar hal etilmagan. Shunga ko'ra, metall kesuvchi dasgohlar ishonchligini oshirish uchun ularga texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlashning resurstejamkor usullarini ishlab chiqish bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlarini olib borish zaruratini taqozo etmoqda.

Bibliografik ro'yxat:

1. Aliqulov J.E. «Val-teshik» Ikki o'qli ulanish. – Toshkent: Moliya, 2007 y. 52-53 betlar.
2. Sinopalnikov V.A., Grigoryev S.N. Texnologik tizimlarning ishonchligi va diagnostikasi. – Moskva: MDTU «Stankin», Yanus-K. – 2003 y. 152-165 betlar.
3. Sherov K.T., Mardonov B.T., Zharkevich O.M., Mirgorodskiy S., Gabydyssalyk R., Tussupova S.O., Smakova N., Akhmedov Kh.I., Imanbaev Y.B. Studying the process of tooling cylindrical gears / Journal of Applied Engineering (JAES) Science, Vol. 18 No. 3 (2020) <https://doi.org/10.5937/jaes18-23794>, pp. 327-332.

НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ПРИМЕСЕЙ В ЛИТЕЙНЫХ МАГНАЛИЯХ



Обитов Н.М.,
ст. преподаватель кафедры
«Технология машиностроения» НГГТУ



Муминов Р.О.,
и.о. профессора кафедры
«Технология машиностроения» НГГТУ, д.т.н.

Turli xil o'lchamdagi va raqamli zichlikka ega bo'lgan aralashmalarning turli Mg tarkibidagi qotishmalarning mikrostrukturasi va mexanik xususiyatlari evolyutsiyasiga ta'siri tadqiq qilingdi. Faza tahlili shuni ko'rsatdiki, o'rganilayotgan qotishmalarda alyuminiy asosidagi murakkab qotishma qattiq eritmaning kristallaridan tashqari, dendritik hujayralar chegaralarida joylashgan evtektik yoki peritektik kelib chiqishning tarkibiy qismlari mavjud. Fazalar tahlili natijalariga ko'ra, eng muximi mexanik xossalarni va ayniqsa qotishmalarning fazaviy yoki tarkibiy qismlarining quyma holatidagi qovushqoqligini Mg_2Si , (Al, Fe, Mn, Ni, Cu), $S(Al_2CuMg)$, $\beta(Al_3Mg_2)$ kabi fazalar yoki tashkil etuvchilar kamaytiradi deb taxmin qilish mumkin.

Tayanch iboralar: ortiqcha fazalar, tarkiblar, metallografik xususiyatlar, tarkibiy komponentlar, kontrastlik darajasi, neytrallash, salbiy ta'sir.

Исследовано влияние примесей с различными размерами и числовой плотностью на эволюцию микроструктуры и механических свойств сплавов с различным содержанием Mg. Фазовый анализ показал, что в исследованных сплавах, помимо кристаллов сложного легированного твердого раствора на основе алюминия, имеются структурные составляющие эвтектического или перитектического происхождения, располагающиеся по границам дендритных ячеек. По результатам фазового анализа, морфологии фаз можно предположить, что наиболее существенно должны снижать механические свойства и особенно пластичность сплавов в литом состоянии фазы или структурные составляющие Mg_2Si , (Al, Fe, Mn, Ni, Cu), $S(Al_2CuMg)$, $\beta(Al_3Mg_2)$.

Ключевые слова: избыточные фазы, составы, металлографические признаки, структурные составляющие, степень контрастности, морфология, нейтрализация, вредное влияние.

Нерастворимые фазы, образованные наиболее вредными примесями железа и кремния, затрудняют использование низкосортной шихты при изготовлении промышленных первичных сплавов на основе системы Al – Mg, не говоря уже об использовании лома и отходов. Уменьшить отрицательное влияние этих примесей можно путем изменения морфологии, распределения и параметров структуры избыточных фаз кристаллизационного происхождения [1, 2].

В литейных сплавах это достигается, в основном, введением малых добавок, которые могли бы модифицировать структуру сплавов, либо применением различных способов термической обработки.

В литературных данных о практических способах улучшения формы Fe и Si – содержащих фазы в литейных алюминий-магниево-железных сплавах (а значит и способа нейтрализации примесей железа и кремния) не обнаружено.

Имеются сведения о модифицирующем влиянии малых добавок бериллия на морфологию включений железистых фаз в силуминах [1] и на кристаллизацию фазы $FeAl_3$ в высокопрочном медистом силумине ВАЛ 8 [2, 3].

Изменение структуры литых алюминиевых сплавов при гомогенизационном отжиге и нагреве под закалку подробно рассмотрено [4] в сплавах систем Al – Mg, Al – Cu, Al – Zn – Mg, Al – Cu – Mg, Al – Mg – Zn – Cu и др. На примере фазы $AlCuFeMnSi$ в сплаве Д16 показано [5, 7] существенное изменение её химического состава в процессе гомогенизационного отжига. Есть предположение о возможности при длительных нагревах некоторого увеличения компактности формы «нерастворимых» фаз, что является одним из способов нейтрализации вредного влияния фаз кристаллизационного превращения.

Оптимизация режимов термической обработки литейных магналиев с повышенным содержанием примесей.

Закалка магналиев по общепринятым режимам не даёт заметного эффекта. В связи с этим, было решено опробовать высокотемпературную гомогенизацию перед закалкой.

При высоких температурах наиболее вероятно изменение морфологии частиц фазы Mg_2Si , особенно вредной в изучаемых сплавах. Кроме того, для литейных магналиев по данным [6, 9] закалка с этих температур позволяет существенно сократить время изотермической выдержки.

Эксперименты проводили со сплавами, составы которых представлены в табл. 1.

Методом термического анализа определена температура равновесного и неравновесного солидуса этих сплавов. В зависимости от содержания магния температура равновесного солидуса колеблется в интервале $525 \pm 550 \pm 3^\circ C$.

Таблица 1
Химический состав исследованных сплавов

№ сплава	Концентрация, %								
	Mg	Si	Fe	Cu	Zn	Sn	Pb	Ni	Mn
1.	4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,1	0,1
2.	4	1,5	1,5	0,8	1,0	0,5	0,5	0,2	0,3
3.	8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,1	0,1
4.	8	1,5	1,5	0,8	1,0	0,5	0,5	0,2	0,3
5.	6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,1	0,1
6.	6	1,5	1,5	0,8	1,0	0,5	0,5	0,2	0,3

Температура же неравновесного солидуса у всех исследованных сплавов составляет $450 \pm 3^\circ\text{C}$.

С учётом технических возможностей печей для термической обработки была выбрана температура гомогенизации $520 \pm 5^\circ\text{C}$. Оптимизацию режима нагрева под закалку во времени проводили на сплаве Al + 6% Mg с концентрацией примесей Si, Fe, Cu – 0,6% (максимальное содержание наиболее вредных примесей), Zn, Mn – 0,3% Sn и Pb – 0,1%, Ni – 0,2%.

Полученные зависимости механических свойств (σ_b , $\sigma_{0,2}$, δ , HB) от времени выдержки представлены на рис. 1. Из анализа кривых следует, что высокотемпературный нагрев под закалку обеспечивает существенное повышение пластичности, а также временное сопротивление.

Оптимальное время выдержки при нагреве под закалку составляет 10 ч. Дальнейшее увеличение времени нагрева не даёт значительного прироста механических свойств [4, 5].

Зависимость механических свойств сплава Al + 6% Mg с примесями на среднем уровне от времени выдержки при нагреве под закалку при $520 \pm 5^\circ\text{C}$.

Из результатов механических испытаний, представленных в табл. 2, следует, что режим нагрева под закалку $520 \pm 5^\circ\text{C}$, 10 ч способствует повышению механических свойств сплавов алюминия с содержанием магния от 4 до 8%, и примесями на различных уровнях, отлитых в стальную изложницу. Причем, если в литом состоянии увеличение содержания магния и примесей ведет к резкому снижению пластичности сплавов, то в закаленном состоянии повышаются временное сопротивление σ_b и условный предел текучести $\sigma_{0,2}$ при высокой пластичности [10].

В процессе гомогенизации в структуре сплавов происходят изменения, связанные с частичным растворением избыточных фаз, содержащих Mg, Cu и фрагментацией, а затем коагуляцией частиц структурной составляющей (Mg, Si, S, Pb) (рис. 2). Эти изменения определяют наблюдаемое повышение механических свойств – увеличение δ сплавов в 3-5 раз, σ_b , $\sigma_{0,2}$ на 20-30%.

Микроструктура сплавов после высокотемпературной гомогенизации отличается высокой однородностью распределения и компактности включений (Mg, Si, Sn, Pb).

Известно, что повышение содержания магния и кремния в магналиях улучшает их литейные свойства. Поэтому необходимо было установить ту максимальную концентрацию этих элементов, при которой высокотемпературная закалка могла быть еще эффективней. С этой целью изучались механические свойства композиций Al – 6% Mg – 1% Fe – 0,6% Cu – Si (в которой изменяли концентрацию Si и Al – 6% Mg – 0,6% Si – 0,6% Cu – 1% Fe (в которой изменяли концентрацию Mg) в закаленном состоянии после высокотемпературного нагрева и нагрева по ускоренному режиму известному в промышленности [8, 9].

Результаты исследований представлены в табл. 3, 4. Исходя из анализа результатов механических испытаний следует, что при содержании кремния $\geq 2\%$ высокотемпературная закалка не повышает пластичность сплавов ($\sim 2,5\%$). Прочностные свойства оказались при этом также низкими ($\sigma_b = 211 \text{ МПа}$, $\sigma_{0,2} = 135 \text{ МПа}$).

Снижение значений δ , σ_b и $\sigma_{0,2}$ хорошо объясняется микроструктурами сплавов с 1 и 2% Si (рис. 3, 4).

Высокотемпературная закалка приводит к фрагментации, а затем к коагуляции включений (Mg, Si, Sn, Pb) и полному растворению $S(\text{Al}_2\text{CuMg})$ – фазы. Но в сплаве с концентрацией кремния $\sim 2\%$ объемная доля частиц структурной составляющей (Mg, Si, Sn, Pb) настолько велика, что высоких значений механических свойств, особенно пластичности, не получили. Отсюда (а также из данных табл. 3) следует, что содержание кремния в изученных сплавах необходимо ограничить 1-1,5%.

С целью оптимизации режимов высокотемпературной закалки (BT3) сплав Al + 6% Mg + 0,8% Si + 0,6% Fe + 0,6% Cu подвергли

нагреву в различных режимах (табл. 4) и определяли его механические свойства.

Сравнение σ_b , $\sigma_{0,2}$, δ исследованного сплава, термообработанного по известному в промышленности ускоренному двухступенчатому режиму (430°C , 6 ч + 460°C , 4 ч) и по режиму BT3 наглядно показывает преимущества высокотемпературного нагрева.

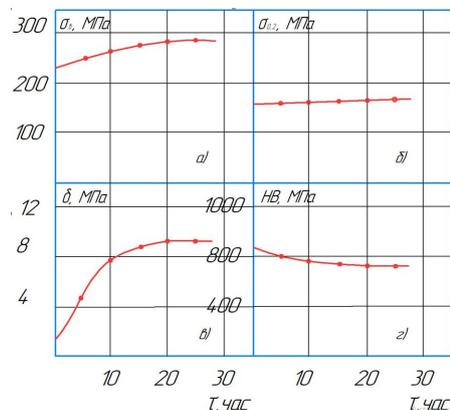


Рис. 1. Зависимость механических свойств сплава Al + 6% Mg с примесями на среднем уровне от времени выдержки при нагреве под закалку при $520 \pm 5^\circ\text{C}$

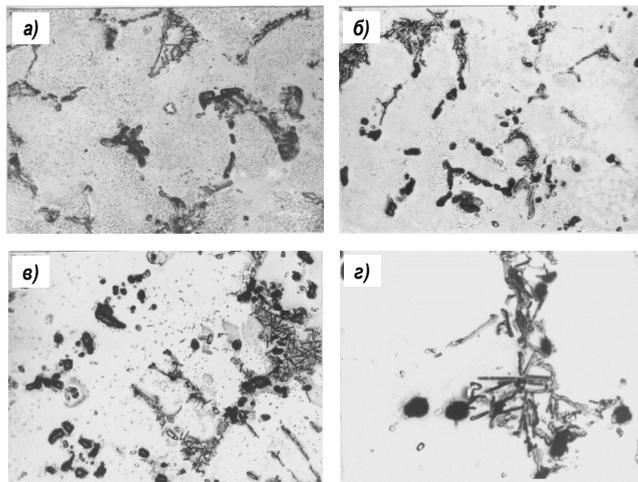


Рис. 2. Микроструктура сплава Al + 6% Mg с примесями на среднем уровне после высокотемпературной закалки: а – 5 ч; б – 10 ч; в – 15 ч; г – 20 ч

Таблица 2
Механические свойства сплавов системы Al-Mg с различным содержанием примесей после высокотемпературной закалки

№	Основа сплава	Уровень содержания примесей	Механические свойства			
			σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	НВ, МПа
1.	Al + 4%Mg	нижний	231 ± 14	110 ± 15	10 ± 1	-
2.	Al + 4%Mg	средний	244 ± 13	132 ± 10	7 ± 1	800 ± 30
3.	Al + 4%Mg	верхний	265 ± 10	173 ± 10	5 ± 1	-
4.	Al + 8%Mg	нижний	284 ± 10	171 ± 10	7 ± 1	-
5.	Al + 8%Mg	средний	323 ± 14	177 ± 14	8 ± 1	1030 ± 20
6.	Al + 8%Mg	верхний	249 ± 14	195 ± 10	$5 \pm 1,5$	-
7.	Al + 6%Mg	нижний	253 ± 10	144 ± 10	7 ± 1	850 ± 20
8.	Al + 6%Mg	средний	280 ± 15	165 ± 10	7 ± 1	880 ± 20
9.	Al + 6%Mg	верхний	285 ± 10	189 ± 10	5 ± 1	930 ± 10

Таблица 3
Механические свойства сплавов на базе композиции Al – 6% Mg – 1% Fe – 0,6% Cu – Si после закалки в зависимости от содержания кремния

Режим нагрева под закалку	Содержание Si, %	δ , %	σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа
Высокотемпературный режим 520±5°C, 10 ч	0,5	10±1	280±20	147±15
	1,0	7±1	280±20	165±15
	1,5	4±1	275±20	158±15
	2,0	2,5±1	212±20	145±15
	2,2	1,3±0,5	205±20	142±15
Известный режим, 435±5°C, 6 ч + 460±5°C, 4 ч	0,5	1,5±0,5	226±20	134±15

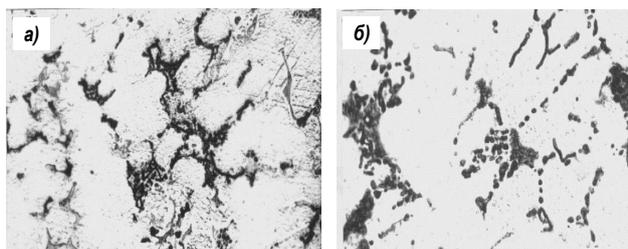


Рис. 3. Микроструктура сплава Al + 6% Mg + 1% Si + 1% Fe + 0,6% Cu в литом (а) и закаленном (б) состояниях x400

Таблица 4
Механические свойства сплавов на базе композиции Al – Mg – 0,6% Si – 1% Fe – 0,6% Cu после закалки в зависимости от содержания магния

Режим нагрева под закалку	Содержание Mg, %	δ , %	σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа
Высокотемпературный режим 520±5°C, 10 ч	2,0	12±2	200±20	105±15
	4,0	8,5±2	275±20	135±15
	6,0	8±2	280±20	148±15
	8,0	8±2	300±15	180±15
	10,0	оплавление большей части образцов		
Известный режим, 435±5°C, 6 ч + 460±5°C, 4 ч	2-10	1,5±1	200-280	105-134

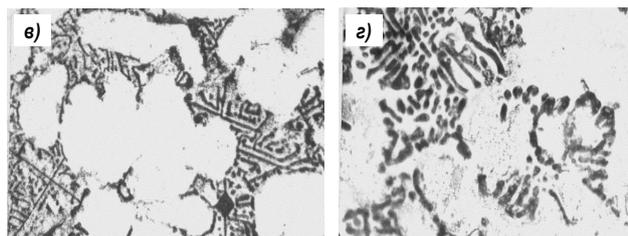


Рис. 4. Микроструктура сплава Al + 6% Mg + 0,6% Si + 1,5% Fe + 0,8% Cu в литом (а) и закаленном (б) состояниях x400

Таблица 5
Механические свойства сплава Al + 6% Mg + 0,8% Si + 0,6% Fe + 0,6% Cu после закалки по разным режимам (охлаждение в воде)

Режимы нагрева под закалку	Механические свойства		
	σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %
510°C, 20 ч	240 ± 20	134 ± 15	1,5 ± 0,5
520°C, 10 ч	280 ± 15	170 ± 15	7,5 ± 1
530°C, 10 ч	300 ± 20	165 ± 15	8,0 ± 1
540°C, 5 ч	280 ± 20	170 ± 15	7,0 ± 1,5
550°C, 10 ч	165 ± 20	160 ± 15	0,8 ± 0,5
430°C, 6ч+460°C, 4 ч	240 ± 20	140 ± 15	1,7 ± 0,8

На основании результатов механических испытаний, представленных в табл. 3-5 и структурных наблюдений был разработан новый режим термической обработки литейных магналиев, содержащих 4-10% Mg и до 1,5% Si, заключающийся в нагреве до температур на 5-10°C ниже равновесного солидуса (520-540°C) в течение 5-20 ч с последующей закалкой в масле или воде.

Высокотемпературная закалка частично нейтрализовала вредное влияние примесей кремния и меди. Однако, устранить термообработкой отрицательное влияние на механические свойства примеси железа не удалось.

В целях нейтрализации примеси железа была предпринята попытка модифицировать структуру исследованных сплавов малыми добавками.

Библиографический список:

1. Золоторевский В.С., Истомин-Кастровский В.В., Мансуров Ю.Н., Тынишбаева А.К. Влияние примесей на структуру и механические свойства литейных магналиев // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. – Москва, 1986 (1). – С. 94-100.
2. Золоторевский В.С., Белов Н.А., Мансуров Ю.Н. Морфология и состав железосодержащих фаз в литейных магналиях // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. – Москва, 1986 (4). – С. 85-90.
3. Рева В.П., Филатенков А.Е., Мансуров Ю.Н., Курявий В.Г. Термическая стабильность многослойных углеродных нанотрубок, полученных механической активацией аморфного углерода // Кокс и химия. – Москва, 2014. 57(11). – С. 444-447.
4. Андреева А.А., Мансуров С.Ю., Миклушевский Д.В., Мансуров Ю.Н. Модель формирования инновационного процесса для крупных промышленных предприятий // Цветные металлы. – Москва, 2015(3). – С. 74-77.
5. Миклушевский Д.В., Мансуров С.Ю., Питерская Т.Н., Мансуров Ю.Н. Международный обзор рынка цветных металлов // Цветные металлы. – Москва, 2015(9). – С. 4-6.
6. Миклушевский Д.В., Мансуров С.Ю., Питерская Т.Н., Мансуров Ю.Н. Экономика и инновационное управление университетов // Цветные металлы. – Москва, 2015(9). – С. 6-12.
7. Мансуров Ю.Н., Белов Н.А., Санников А.В., Буравлев И.Ю. Оптимизация состава и свойств отливок из жаропрочных сложнлегированных алюминиевых сплавов // Цветные металлы. – Москва, 2015, 39(2). – С. 48-55.
8. Мансуров Ю.Н., Курбаткина Е.И., Буравлев И.Ю., Рева В.П. Особенности формирования структуры и свойств слитков композиционных алюминиевых сплавов // Цветные металлы. – С. 2015, 39(2). – С. 40-47.
9. Мансуров Ю.Н., Рева В.П., Мансуров С.Ю., Белобородов М.В. Экономические и социальные основы развития материаловедения на Дальнем Востоке // Цветные металлы. – Москва, 2016(11). – С. 88-93.
10. Руднев В.С., Недозоров П.М., Яровая Т.П., Мансуров Ю.Н. Локальное плазменное и электрохимическое оксигенирование на примере сплава AlMg5 (AlMg5) // Цветные металлы. – Москва, 2017(1). – С. 59-64.

KARYERLARDAGI AVTOMOBIL YO'LLARIDAGI CHANGLARNI BOSTIRISH UCHUN PREPARATLAR YARATISH VA ULARNI SINOVDAN O'TKAZISH TADQIQOTLARI



Muhiddinov B.F.,
NDKTU «Kimyoviy texnologiya»
kafedrasi professori, k.f.d.



Olikulov F.J.,
NDKTU «Kimyoviy texnologiya»
kafedrasi assistenti

Maqolada karyerlarning avtomobil yo'llaridagi changlarni bostirish uchun preparatlar yaratish va ularni sinovdan o'tkazish to'g'risidagi natijalar keltirilgan. Yaratilgan chang bostiruvchi preparat texnik kraxmal va magniy xlorid asosidagi kompozitsiya eritmasini reologik xossalari o'rganilgan. Kompozitsiyada texnik kraxmal miqdorini ortishi bilan uning qovushqoqligini ortishi va temperaturaning ko'tarilishi bilan qovushqoqlikni kamayishi aniqlangan.

Texnik kraxmal va magniy xloridning suvli eritmasini tayyorlash uchun maxsus yarim sanoat qurilmasi yaratilganligi va unda kompozitsiya eritmasini tayyorlash jarayoni to'g'risidagi ma'lumotlar ham keltirilgan.

Yaratilgan chang bostiruvchi preparatlar Muruntau karyeridagi avtomobil yo'llaridagi changni bostirish uchun sinovdan o'tkazilgan. Olingan natijalar asosida yaratilgan preparat bilan sepilgandan so'ng avtomobil yo'llaridagi chang miqdori 5 sutka (120 soat) dan keyin $15,6 \text{ mg/m}^3$ dan $2,6 \text{ mg/m}^3$ gacha kamayishi va kompozitsiyaning maqbul tarkibi 6,0 mass.% texnik kraxmal va 7,0 mass.% magniy xlorididan iborat ekanligi aniqlangan.

Tayanch iboralar: texnik kraxmal, kalsiy xlorid, magniy xlorid, qovushqoqlik, mexanik mustahkamlik, namlik, temperatura, konsentratsiya, karyer.

В статье представлены результаты о разработках и испытаниях препаратов для подавления пыли на автомобильных дорогах карьеров. Исследованы реологические свойства разработанного композиционного раствора на основе технического крахмала и хлорида магния. Установлено, что при увеличении содержания технического крахмала в составе композиции повышается её вязкость, а при повышении температуры наблюдается уменьшение вязкости композиции.

Также приводится информация о создании специального полупромышленного устройства, при помощи которого осуществляется процесс приготовления раствора композиции, из водного раствора технического крахмала и хлорида магния.

Разработанные пылеподавляющие препараты были испытаны для подавления пыли на автомобильных дорогах в карьере Мурунтау. На основании полученных результатов установлено, что после опрыскивания препаратом, количество дорожной пыли снижается с $15,6 \text{ мг/м}^3$ до $2,6 \text{ мг/м}^3$ через 5 суток (120 ч), а оптимальное содержание состава-6,0 масс.% технического крахмала и 7,0 масс. хлорида магния.

Ключевые слова: технический крахмал, хлорид кальция, хлорид магния, вязкость, механическая прочность, влажность, температура, концентрация, карьер.

Mamlakatning iqtisodiy rivojlanishi yer osti va yer usti boyliklarini qazib olish, qayta ishlash jarayonlari bilan bevosita bog'liq. Xususan yer osti boyliklarini qazib olish jarayonida katta va og'ir texnikalardan foydalanishga to'g'ri keladi. Bugungi kunda Muruntau karyerida 650 m chuqurdan rudalar qazib olinmoqda. Karyerlarda asosan BELAZ va CATERPILLAR avtomashinalari rudalarni tashiydi. Rudalarni tashish jarayonida avtomobil yo'llarida chang ko'p miqdorda changishi natijasida ko'rish darajasi juda kamayib, avtomobillarni ko'rish imkoniyati ham yo'qoladi. Bu esa o'z navbatida yo'l transport hodisalarini keltirib chiqaradi hamda og'ir va qimmatbaho texnikalarni ishlash muddatlarini kamaytiradi.

Bundan tashqari yo'llarni changishi karyerlarda ishlayotgan xodimlarni xavfsizligiga va sog'lig'iga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Chunki o'ta mayda zarrachalar tarkibida zararli og'ir metallar ko'p miqdorda bo'lib inson salomatligiga salbiy ta'sir etib, turli xil kasb kasalliklarini keltirib chiqarishga sabab bo'ladi.

Bugungi kunda dunyodagi eng yirik konlardan biri bo'lgan Muruntau karyeri va karyer atrofidagi yo'llar 65 km dan ortiq masofani tashkil etadi. Shu sababli karyer va karyer atrofidagi yo'llardagi changlarni bostirish uchun preparatlar yaratish muhim ahamiyat kasb etadi. Yaratilgan preparatlar changlarni bostirishi natijasida yo'llarda ko'rish darajasi ortib,

yo'l transport hodisalari kamayadi, og'ir va qimmatbaho texnikalarni ekspluatatsiya qilish va ta'mirlash muddatlarini ortishiga olib keladi va natijada ular uchun sarflanadigan xarajatlar miqdori birmuncha kamayadi. Eng asosiysi chang bostirilishi natijasida ishchi xodimlarga toza havo va mehnat qilishlari uchun yaxshi sharoitlar yaratiladi.

Bugungi kunda karyer va karyer atrofi yo'llarini changini bostirish bir qancha ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan [1-4].

Tadqiqot ob'ekti sifatida sariq rangli kukun holidayi texnik kraxmal olinib, kukunning o'rtacha o'lchami 0,006 mm, namligi 10-15%, sochma zichligi 650 kg/m^3 , quruq modda bo'yicha umumiy kulning massasi 1,2%. Magniy xlorid esa DUST 55067—2012 bo'yicha olingani ishlatildi. Texnik kraxmalni magniy xlorid bilan kompozitsiyasining suvli eritmasini tayyorlash uchun kerakli miqdorda suv olib, aralashtirilgan holda kerakli miqdorda magniy xlorid eritiladi. Erish jarayoni ekzotermik bo'lganligi sababli temperatura 50-60°C gacha ko'tariladi va unga kerakli miqdordagi texnik kraxmal eritiladi. Tegishli konsentratsiyadagi magniy xlorid va texnik kraxmal kompozitsiyasining eritmasi hosil bo'ladi.

Kompozitsiya eritmasining qovushqoqligi DUST 33768-2015 asosida [5] va kompozitsiya eritmasining zichligi esa DUST 18995.1-73 asosida aniqlandi [6].

Qator yillar mobaynida Navoiy davlat konchilik instituti olimlari va Navoiy kon-metallurgiya kombinati injener texnik xodimlari hamkorligida bu borada karyer va karyer atrofidagi yo'llarni changlarini bostirish uchun mahalliy xom ashyolar asosida qator preparatlar yaratilib, sinab ko'ildi. Preparatlarni tarkibini o'zgartirib chang bostirish uchun qulay va arzon preparatlar ishlab chiqarish yo'lga qo'yiladi va karyerlardagi avtomobil yo'larida chang bostirish imkoniyati yaratiladi. Natijada karyerlarda va xalq xo'jaligining boshqa yo'llarida texnika va ishchi-xodimlarning ishlashlari uchun qulay shart-sharoitlar yaratiladi. Bundan tashqari og'ir va qimmatbaho texnikalarni ekspluatatsiya qilish va ta'mirlash muddatlari ortishi natijasida ta'mirlash uchun sarflanadigan valyuta mablag'lari tejiladi.

Chang bostirishda suv, qorishmalar, bitumlar, tuzlar, kolloidlar, o'simliklar qoplamasi va boshqalardan foydalanish mumkin. Hozirgi vaqtda karyerlarda suv yordamida chang bostirish usuli keng qo'llanilmoqda. Changga qarshi kurashish samaradorligi qator ko'rsatkichlarga bog'liq bo'lib, ulardan asosiysi changning suv bilan ho'llanish xususiyatidir. Shunga ko'ra jinslar gidrofil va gidrofob turlarga ajraladi. Quyidagi chetki burchaklar jinslarning suv bilan ho'llanishining ko'rsatkichi sifatida qabul qilingan:

Kvars uchun 0-10°, Xalkopirit uchun 46-47°, granit uchun 55-60°, oltingugurt uchun 78°. Yaxshi ho'llanadigan (gidrofil) jinslarga quyidagilar kiradi: kvars, sulfidlar, silikatlar, karbonatlar va boshqalar. Ba'zi ko'mirlar, grafitlar, sulfidlar va h.k. yomon ho'llanadigan (gidrofob) jinslar hisoblanadi. Gidrofob changlarni bostirish uchun turli chang ho'lovchi qo'shimchalardan foydalaniladi [7].

Karyerlarda kon jinslari va foydali qazilmalarni tashishda turli xil transport vositalaridan foydalaniladi. Temir yo'l, konveyer transporti va asosan avtomobil transporti karyerlarda keng qo'llanadigan transport vositasi hisoblanadi. Avtomobil transport vositalari karyer yo'llarida harakatlanganda karyer havosini boshqa transport vositalariga nisbatan ko'proq changlantiradi. Karyer havosining changlanishiga qarshi kurashishda avtomobil yo'llariga suv maxsus BELAZ avtomobillari orqali sepiladi.

Suv sepib yuvuvchi mashina nasosining suv etkazib berishini (unumdorligi) quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$Q_n = Q_{SSS} \cdot B_{SSK} \cdot V_{HT}, m^3/s,$$

bunda Q_{SSS} – yo'l yuzasi birligiga bir marta suv sepilgandagi suvning solishtirima sarfi, m^3/m^2 ; B_{SSK} – suv sepish kengligi, m ; V_{HT} – suv sepish mashinasining harakatlanish tezligi, m/s .

Mashina nasosining bosimi quyidagicha aniqlanadi:

$$H_n = H \pm H_r + \sum H_i, Pa,$$

bunda H – jo'mrakdan chiqayotgan suvning bosimi, Pa ; H_r – nasos o'qi bilan jo'mrak o'rnatilgan joy orasida vertikal balandlik tufayli hosil bo'ladigan bosim, Pa ; $\sum H_i$ – quvurlar tarmoqlarida yo'qotiladigan bosimlar yig'indisi, Pa .

Changni bostirishdagi suvning solishtirima sarfi uning bug'lanish jadalligiga bog'liq bo'lib, quyidagi ifoda [8] orqali aniqlanishi mumkin (bug'lanish jadalligi o'z navbatida meteorologik omillarga bog'liq bo'ladi):

$$Q_{p.g.} = 5,3 \cdot 10^5 \left(1 + 1,55 \frac{T_n - T_{yu}}{V_{10}^2} \right) (L_n - L_2) \cdot V_{10} \cdot K_{ch}, kg / m^2 \cdot h$$

bunda T_{yu} – yo'l yuzining harorati, °C; T_n – yo'l yuzidan 2 m balandlikdagi havo harorati, °C; V_{10} – yo'l yuzidan 10 m balandlikdagi havo oqimi tezligi, m/s ; L_n – yo'l yuzi haroratida to'yingan bug'ning elastikligi, Pa ; L_2 – yo'l yuzidan 2 m balandlikdagi bug'ning elastikligi, Pa ; K_{ch} – yo'l chetlariga tushadigan va o'tib ketayotgan mashinalar olib ketadigan suvlar hisobiga qo'shimcha suv yo'qotilishini hisobga olish koeffitsienti.

Ilmiy adabiyotlar [9] va statistik ma'lumotlarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, karyerlardagi avtomobil yo'llarida suv sepish, ayniqsa havo harorati 40-50°C bo'lganda bir kunda kamida 6-7 marta suv sepishga to'g'ri keladi. Yoki suv sepib ulgurmasdan yana qurib, chang ko'tarila boshlaydi.

Bu chang bostiruvchi preparatlarni yaratishni va sinovdan o'tkazishni taqozo qiladi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 6 apreldagi PF-4891-son «Tovarlar (ishlar, xizmatlar) hajmi va tarkibini tanqidiy tahlil qilish, import o'rini bosadigan ishlab chiqarishni mahalliyashtirishni chuqurlashtirish to'g'risida»gi Farmoniga asosan ishlab chiqariladigan mahsulotlar asosan mahalliy xomashyolar asosida bo'lishini talab etadi [10]. Shu sababli chang bostiruvchi preparatlar yaratishga shunga alohida e'tibor qaratildi. Ushbu ishda mahalliy xomashyolardan hisoblangan modifikatsiyalangan texnik kraxmal va magniy xlorid asosida preparat yaratildi va Muruntau karyerida sinovdan o'tkazildi. Texnik kraxmal va uning kompozitsiyalarining magniy xlorid bilan turli temperatura va konsentratsiyalarda qovushqoqligi va zichliklari o'rganildi. Stoks usuli yordamida texnik kraxmal eritmasining magniy xlorid bilan qovushqoqligi turli konsentratsiya va temperaturalarda tadqiq qilindi. Olingan natijalari quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

Analiz natijalarining tahlili (1-jadval) shuni ko'rsatadiki, kraxmalning konsentratsiyasi ortib borishi bilan kompozitsiyaning qovushqoqligi ham ortib boradi. Shuningdek kraxmal aralashmasining qovushqoqligiga temperaturaning ta'siri ham o'rganildi (1-jadval, 1-rasm). Tadqiqot natijalariga ko'ra, haroratning 20°C dan 50°C ga qadar ko'tarilishi natijasida aralashmaning qovushqoqligi 0,211 dan va 0,196 sPz gacha kamayadi. Bu eritmadagi erigan modda molekulari orasida molekulararo ta'sir kuchlarining kamayishi bilan izohlanadi. Shuningdek chang bostiruvchi preparat tarkibidagi magniy xlorid konsentratsiyasining ta'siri ham tadqiq qilindi. Analiz natijalarining tahlili (1-jadval) shuni ko'rsatadiki, magniy xlorid konsentratsiyasi ortib borishi bilan kompozitsiyaning qovushqoqligi ham ortib boradi. Demak, chang bostiruvchi preparatning qovushqoqligi texnik kraxmal, magniy xloridning konsentratsiyalariga va eritmaning temperaturasiga bog'liq ekan. Bundan tashqari chang bostiruvchi preparatning zichligi ham o'rganildi. Olingan natijalar 2-rasmga keltirilgan.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki magniy xlorid kraxmalning eruvchanligini oshiradi. Bunga sabab magniy xloridning suvda erishi ekzotermik jarayon bo'lganligi sababli suvning harorati 40-50°C atrofida ko'tariladi. Natijada kraxmalning eruvchanligini ortishi kuzatiladi. Bu magniy xloridni kraxmal makromolekulalari bilan xelat birikmalar hosil qilish bilan ham izohlanadi.

Amerikaliklarning tadqiqotlariga ko'ra [11-12] shaharlardagi o'limga qadar olib boruvchi kasalliklarning 10% ga yaqini atmosferaning ifoslanishi natijasida kelib chiqmoqda. Havoning ulkan ifoslanishiga konchilik-boyitish kombinatlarining ham changi sabab bo'lmoqda. Changning ko'p miqdorda hosil bo'lishiga atrofni o'rab turgan releflarda katta miqdorda "yalanglik" maydonlarning hosil bo'lishi sabab bo'lmoqda.

Buning oqibatida mayda dispersli zarralar atmosferaning quyi oqimiga tushishi kuzatiladi. Temir rudali chang zarralarning havo tarkibiga qo'shilishi maksimal konsentratsiyasining sezilarli ortishi inson salomatligi uchun tahdid soladi va bu o'z navbatida chang hosil bo'lishini to'xtatish uchun texnologik jarayonlarni ishlab chiqishga undaydi.

Eng ko'p qo'llaniladigan jarayon bu gigroskopik tuzlarni ishlatish bilan amalga oshirish mumkin, bu eng arzon, texnologik va atrof muhitga minimal salbiy tasir ko'rsatuvchi usul hisoblanadi.

Texnik kraxmal va magniy xloridning suvli eritmasini tayyorlash uchun maxsus yarim sanoat qurilma yaratishni talab etadi. Shu sababli reaktorning hajmi 3 m³ li qurilma yaratildi.

Qurilmani yaratish uchun zarur bo'lgan detallarning konstruksion chizmalari Navoiy kon-metallurgiya kombinati Markaziy kon boshqarmasi konstruktorlari bilan hamkorlikda amalga oshirildi.

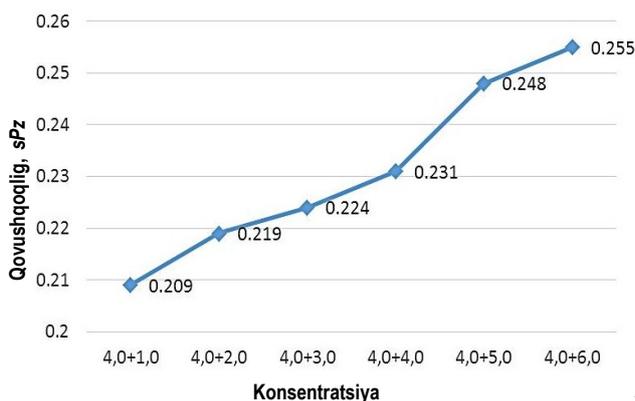
Texnik kraxmal kompozitsiyasining eritmasini tayyorlash: Eritma tayyorlash uchun 3 m³ (3 t) sig'imli reaktorga 2 t atrofida suv to'ldiriladi (3-rasm). Suvga dastlab bunker orqali oz-ozdan intensiv aralashirilgan holatda (700-800 ay/daq.) kristall holiday magniy xlorid (MgCl₂) dan solib eritiladi. Erish jarayoni ekzotermik bo'lganligi sababli reaktordagi suvning harorati ko'tariladi. Harorat 50-60°C gacha ko'tarilgunga qadar kristall holiday magniy xlorid (MgCl₂) dan solish davom ettiriladi. So'ngra bunkerdan dozator orqali intensiv aralashtirish davom ettirilgan holatda (700-800 ob/min.) oz-ozdan qo'shib 900 kg atrofida texnik kraxmal kukuni eritiladi va eritmaning hajmi 3 tonnaga etguncha suv

quyilib, aralashtirish davom ettiriladi. Hosil bo'lgan eritma bir oz vaqt taxminan 10 min atrofida aralashtirilgan holatda ushlanadi. So'ngra tayyor eritma ventil orqali BELAZ maxsus suv sepadigan mashinaga jo'natiladi. Ventil yopiladi va yana reaktorga taxminan 2 t atrofida suv

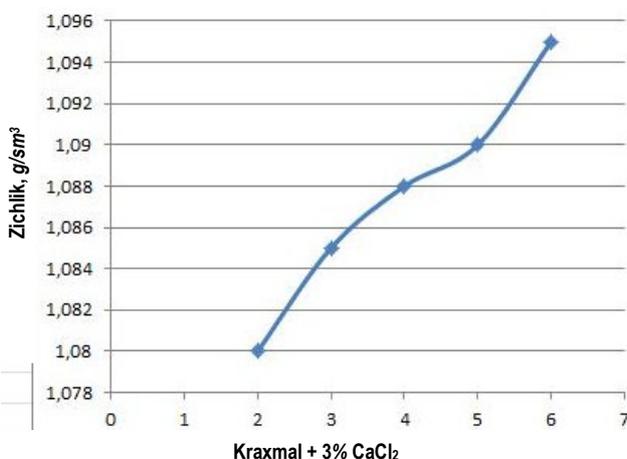
yuboriladi. Yuqorida eritma tayyorlash metodikasiga qat'iy rioya qilgan holatda eritma tayyorlanib, hosil bo'lgan eritma yana ventil orqali BELAZ suv sepadigan mashinaga jo'natiladi. Shundan so'ng reaktor va eritma boradigan metall quvurlari kraxmal eritmasi qoldiqlaridan tozalash talab etildi. Aks holda bir necha holatdan so'ng reaktorning ichki devorlari kraxmal eritmasi bilan qoplanadi. Bu esa reaktorning ish samaradorligini kamaytiradi. Eritma boradigan metall quvurlar esa sekin-asta kraxmal eritmasi yopishqoq bo'lganligi sababli to'lishib boradi. Ma'lum muddatdan keyin kraxmal eritmasi oqishi qiyinlashadi. Bu ham uning ish samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Reaktor va metall quvurlari kraxmal eritmasi qoldiqlaridan tozalash uchun reaktorga taxminan 2 tonna atrofida suv to'ldiriladi va suvga oz-ozdan intensiv aralashtirilgan holatda (700-800 ay/daq) kristall holdagi magniy xlorid ($MgCl_2$) dan solib eritiladi. Eritma harorati 50-60°C gacha ko'tarilgunga qadar kristall holdagi magniy xlorid ($MgCl_2$) dan me'yorda mo'ljallangan magniy xlorid ($MgCl_2$) dan qolgan qismi solinadi. Aralashtirish 5-10 min davom ettiriladi. So'ngra ventil orqali kraxmal eritmasi qoldiqlari yana BELAZ suv sepadigan mashinaga jo'natiladi. Bundan keyin 32 tonnali BELAZ mashinasi to'lguncha suv to'ldiriladi. Karyerdagi avtomobil yo'llariga maxsus suv sepadigan BELAZ mashinasi yordamida tayyorlangan eritma sepiladi va yo'dagi changni ko'tarilish-pasayish miqdori maxsus qurilmalar orqali aniqlanadi.

1-jadval
Turli temperatura va konsratsiyalarda texnik kraxmal va uning magniy xlorid bilan kompozitsiyalari qovushqoqligi

№	Kompozitsiya-ni nomi	Kompozitsiya-konsratsiyalari, mass. %	Temperatura, °C			
			Qovushqoqligi, sPz			
			20°C	30°C	40°C	50°C
1.	Starch + $MgCl_2$	4,0+1,0	0,211	0,209	0,198	0,196
2.	Starch + $MgCl_2$	4,0+2,0	0,223	0,219	0,209	0,199
3.	Starch + $MgCl_2$	4,0+3,0	0,229	0,224	0,217	0,203
4.	Starch + $MgCl_2$	4,0+4,0	0,234	0,231	0,227	0,221
5.	Starch + $MgCl_2$	4,0+5,0	0,251	0,248	0,244	0,239
6.	Starch + $MgCl_2$	4,0+6,0	0,259	0,255	0,249	0,241
7.	Starch + $MgCl_2$	5,0+1,0	0,246	0,242	0,237	0,233
8.	Starch + $MgCl_2$	5,0+2,0	0,249	0,245	0,239	0,232
9.	Starch + $MgCl_2$	5,0+3,0	0,253	0,251	0,246	0,239
10.	Starch + $MgCl_2$	5,0+4,0	0,259	0,257	0,253	0,248
11.	Starch + $MgCl_2$	5,0+5,0	0,267	0,265	0,260	0,258
12.	Starch + $MgCl_2$	5,0+6,0	0,273	0,269	0,264	0,259



1-rasm. Chang bostiruvchi preparatning qovushqoqligini kraxmal va magniy xlorid konsratsiyalariga bog'liqligi

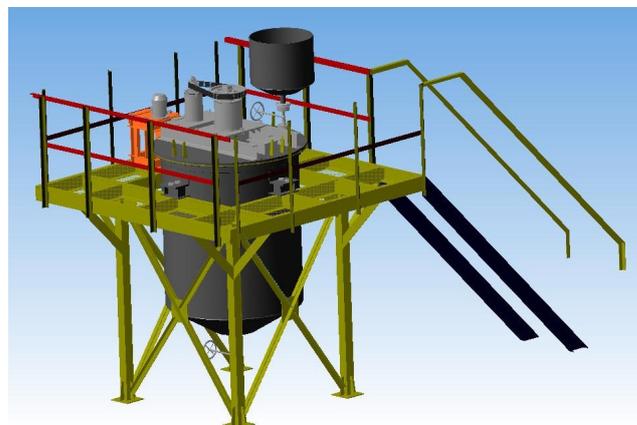


2-rasm. Chang bostiruvchi preparatning zichligini kraxmal va kalsiy xlorid konsratsiyalariga bog'liqligi

Tadqiqot natijalariga NKMK ning Markaziy kon boshqarmasining SL KUT va OOC laboratoriyasi xodimlari bilan birgalikda, "kraxmal preparati" ni karyerning № 15 sektor yo'nalishidagi avtomobil yo'lida sinovdan o'tkazildi. Yo'lining holati: yo'l yorilgan va mayda dispers zarrali qalinligi 3-10 sm bo'lgan changli qatlam mavjud. Tadqiqotning birinchi galida ikki yuk mashinalari yuk yuklangan holatda ko'tarildilar. Bir yuk avtomobili yuksiz tushdi. Bunda changning konsratsiyasi 14,8 mg/m^3 ni tashkil qildi. Tadqiqotning ikkinchi galida 5 daqiqadan so'ng olib borildi. Bunda ham ikki yuk yuklangan yuk mashinalaridan foydalanildi. Bunda chang konsratsiyasi 15,6 mg/m^3 ni tashkil qildi. Yuk yuklangan avtomobillarni ko'tarilish va tushish jarayonida ular ketidan "quyuq" bulutli chang hosil bo'lib, ko'rish darajasi taxminan 3 metrni tashkil etdi.

Tuzlarning changsizlantirish samarasi, chang qatlamining tez-tez suv bilan yuvib turish bilan bog'liq. Tuzlarning yuvilishini oldini olish maqsadida ularga yopishqoq materiallar qo'shish mumkin. Qoplarni changsizlantirish tuz molekulasidagi fizika-kimyoviy loyqalarning va ma'lum miqdordagi suv molekulasining ushlab qolinishi, mustahkam adsorbsiyalangan dispers materialli suv bilan yetarli miqdordagi chang qatlamning ushlab qolinishi, ustki qatlamdagi changning etari ushlab qolinishi bilan izohlanadi.

Uchastkadagi avtomashinalar yo'lga maxsus "BELAZ" mashinasi yordamida 2 qavat «kraxmalli preparat» eritmasi sepib chiqildi. Sepish



3-rasm. Texnik kraxmal va magniy xlorid kompozitsiyasining suvli eritmasini tayyorlash uchun yarim sanoat qurilmasining umumiy ko'rinishi

2-jadval

Muruntuau karyeri avtomobil yo'llarida yaratilgan kompozitsiyalarning changni bostirish natijalari

№	Preparatning tarkibi, mass. %		Sug'orishdan keyingi vaqt, soat	Sug'orishdan keyingi vaqt, soat			Havodagi chang miqdori, mg/m ³
	Kraxmal	MgCl ₂		Havoning namligi, %	Havo harorati, °C	Shamol tezligi, m/s	
Muruntuau							
1.	-	-	Suv bilan	36,0	16,0	5,0	15,8
2.	-	-	Suv bilan (5)	36,0	16,0	5,0	15,7
3.	2,0	3,0	1,0	32,0	32,0	5,5	5,4
4.	3,0	3,0	2,0	32,0	32,0	4,6	4,6
6.	4,0	3,0	4,0	35,0	29,1	5,0	7,7
7.	5,0	4,0	1,0	34,4	32,0	5,0	4,3
8.	5,0	5,0	2,0	34,4	32,0	5,5	3,6
9.	5,0	6,0	4,0	34,3	31,0	5,3	3,8
10.	6,0	6,0	6,0	34,3	32,0	5,2	4,2
11.	6,0	7,0	12,0	34,4	32,0	5,6	-
12.	6,0	7,0	24,0	34,3	30,0	5,6	-
13.	6,0	7,0	48,0	34,2	33,1	5,5	-
14.	6,0	7,0	96,0	34,2	33,2	5,6	-
15.	6,0	7,0	120	34,5	33,2	5,5	2,6

ishlari tugatilgandan so'ng yo'ldan 6 ta yuk tashuvchi mashinalar ketma-ket o'tishdi va bunda chang ko'tarilishi bir, ikki, uch, to'rt kun davomida kuzatilmadi. O'lgash ishlari besh kundan so'ng o'lgashanda va changing konsentratsiyasi 2,6 mg/m³ ni tashkil qildi. Yo'lni ko'zdan kechirib chiqish jarayonida malum bo'ldiki, yo'lning g'ovak qismi butunlay qotgan va avtomobil yo'lining faqat ustki qismi (1-2 mm) qisman buzilgan va kam miqdorda chang hosil qildi. Kuzatishlarimiz natijasida 3 soat mobaynida avtomobil yo'lidagi 39 yuk avtomobillari o'tdi va chang miqdori oldingi 3 marta suv sepgilgan yo'ldagi chang hosil bo'lishiga nisbatan ancha pasaygan edi.

Tadqiqot natijalari quyidagi 2-jadvalda keltirilgan.

Shunday qilib, chang bostiruvchi preparat sifatida texnik kraxmalning 6,0 mass.% li va va magniy xloridning 7,0 mass.% li suvli eritmasidan foydalanish samarali natija berishi anqlandi.

Bundan tashqari, avtomobil yo'llariga preparat eritmasi sepgilgandan so'ng yo'llarining mustahkamligiga ta'sirini o'rganish, muhim amaliy ahamiyatga ega. Avtomobil yo'llaridan olingan namunalarning mustahkamligining

3-jadval

Avtomobil yo'llaridan olingan namunalarning mustahkamligining preparat tarkibiga va preparatning avtomobil yo'llariga sepgilishlar soniga bog'liqligi

№	Preparat tarkibi, mass.%	Preparatni avtomobil yo'llariga sepgilishlar soni, marta	Avtomobil yo'llaridan olingan namunalarning mustahkamligi, N/sm ²
1.	Texnik suv	sepgilishdan oldin	42,3
2.		1 marta sepgilgandan so'ng	54,2
3.	Kraxmal : CaCl ₂ : suv = 1,5 : 3,0 : 95,5	2 marta sepgilgandan so'ng	73,7
4.		3 marta sepgilgandan so'ng	95,5
5.		4 marta sepgilgandan so'ng	130,2
6.	Kraxmal : CaCl ₂ : suv = 2,0 : 3,0 : 95,0	4 marta sepgilgandan so'ng	56,5
7.		4 marta sepgilgandan so'ng	78,6
8.		4 marta sepgilgandan so'ng	98,7
9.		4 marta sepgilgandan so'ng	134,5

preparat tarkibiga va preparatning avtomobil yo'llariga sepgilishlar soniga bog'liqligi o'rganildi va uning natijalari 3-jadvalga keltirilgan.

Olingan natijalar tahlili (3-jadval) shuni ko'rsatdiki, avtomobil yo'llaridan olingan namunalarning mustahkamligi preparatning tarkibiga va preparatni avtomobil yo'llariga sepgilishlar soniga bog'liq ekanligi, ya'ni avtomobil yo'llaridan olingan namunalarning mustahkamligi 54,2 N/sm² dan 134,5 N/sm² gacha o'zgarishi aniqlandi. Bu kraxmal va kalsiy xlorid molekullari tuproq bilan mustahkam qavat hosil qilishi bilan izohlanadi.

Demak, avtomobil yo'llarining mustahkamligi preparatning tarkibiga va preparatni avtomobil yo'llariga sepgilishlar soniga bog'liq ekan. Chang bostirish darajasi preparat tarkibi va miqdoriga, yo'lning holati, sepgilish vaqti, havo haroratiga, shamol tezligi va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi.

Demak, texnik kraxmal va magniy xlorid asosida yaratilgan kompozitsiya eritmasini karyer va boshqa avtomobil yo'llarida changlarni bostirish uchun ham muvaffaqiyatli ishlatish mumkin ekan.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida aniqlangan optimal variantdagi chang bostiruvchi preparatlar Muruntuau karyerida avtomobil yo'llaridagi changlarni bostirish uchun sinovdan o'tkazildi. Chang bostiruvchi preparatni maqbul tarkibi aniqlanib va u 6,0 mass.% texnik kraxmal va 7,0 mass.% magniy xlorid iborat ekanligi ko'rsatildi. Maqbul tarkibdagi preparatni suvli eritmasi sepgilgandan so'ng avtomobil yo'llaridagi chang miqdori 5 kun (120 soat) dan keyin 15,6 mg/m³ dan 2,6 mg/m³ gacha kamayishi aniqlandi.

Bibliographic ro'yxat:

- Muxiddinov B.F., Mustakimov O.M., Vapoev X.M. Karyerlarning avtomobil yo'llaridagi changlarni bostirish uchun preparatlar yaratish va ularning xossalari tadqiqoti. O'zbekiston konchilik xabarnomasi. Navoiy, 2020. – № 1. 96-99 betlar.
- Muxiddinov B.F., Olikulov F.J., Vapoev X.M., Axtamov D.T. Karyerlarning avtomobil yo'llaridagi changlarni bostirish uchun tabiiy polimer asosida preparatlar yaratish va sinovdan o'tkazish. «Analitik kimyo fanining dolzarb muammolari» mavzuidagi VI - Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari. – Termez, 2020, 24-26 aprel. 183-185 betlar.
- Muxiddinov B.F., Olikulov F.J., Vapoev X.M., Juraev I.I., Tilavova L.I. Tabiiy polimer asosida chang bostiruvchi preparatlar yaratish va ularning fizik-kimyoviy hamda ekspluatatsion xossalari. «Tabiiy va sintetik polimerlar kimyosi va texnologiyasining rivojlanish istiqbollari» mavzuidagi respublika ilmiy-texnikaviy konferensiyasi makolalar to'plami. – Toshkent-2019, 25 sentyabr. 46-47 betlar.
- Sanaqulov Q.S., Muxiddinov B.F., Vapoev H.M., Olikulov F.J. Karyerlarning avtomobil yo'llaridagi changlarni bostirish uchun maxalliy xom ashyolar asosida preparatlar yaratish. «Sanoat va qishloq xo'jaligining dolzarb muammolarini echishda innovatsion texnologiyalarning ahamiyati» mavzuidagi Respublika ilmiy-amaliy anjumani. – Qarshi-2019, 26-27 aprel. – 131 bet.
- GOST 33768-2015. Kinematik suyuqlikni aniqlash va shaffof va shaffof bo'lmagan suyuqliklarning dinamik yopishqoqligini hisoblash usuli. – Moskva, 2019 yil.
- GOST 24104-2001. Zichlikni aniqlash usullari. – Moskva, 2001 y.
- Mashkovesov I.L., Balixin B.A. Konlarda va qarovchilarda aerologiya va mehnatni muhofaza qilish. – Moskva, 1986 y. 173-174 betlar.
- Konstantinov A.R. Tabiatdagi bug'lanish. «Gidrometeorologiya» nashriyoti. – Leningrad, 1968. 173-174 betlar.
- Sagatov N. H. «Kon ishlari asoslari». – Toshkent «Cho'lpon», 2007. – 165 bet.
- O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 6 apreldagi PF-4891-son «Tovarlarning (ishlar, xizmatlar) hajmi va tarkibini tanqidiy tahlil qilish, import o'rnini bosadigan ishlab chiqarishni mahalliy-lashtirishni chuqurlashtirish to'g'risida» gi Farmoni.
- Ushakov K.Z., Mixaylov V.A. G'amxo'rlik qiluvchilar aerologiyasi. – Moskva: Nedra, 1985 y. – 421 bet
- Sharov N.A., Dudayev R.R., Krishchuk D.I., Liskova M.Yu. Uzoq Shimoldagi ko'mir konlarida changni bostirish usullari // Yer qat'idan foydalanish, 2019. – № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/methody-pylepodavleniya-na-ugolnyh-razrezah-kraynego-severa> (kirish sanasi: 23/08/2022).

ОПЫТ ЭКОНОМИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД В УСЛОВИЯХ КЫЗЫЛКУМСКОГО РЕГИОНА



Санакулов К.С.,
генеральный директор – председатель правления
АО «НГМК», д.т.н., профессор



Холбоев Г.О.,
главный энергетик
АО «НГМК», PhD

Hozirgi asrda Qizilqumlarda suv tanqisligini oshirish muammosini hal qilishning asosiy yo'nalishi suvni muhofaza qilishdir. Shu munosabat bilan kon-metallurgiya sanoatida suvni keng miqyosda tejashni amalga oshirish muhim rol o'ynaydi. Ishlab chiqarishda ikkilamchi xom ashyo va materiallardan foydalanishning ko'payishi ham suvni tejashga yordam beradi. Agar ishlab chiqarishda suvni tejashning etarli tashkiliy, iqtisodiy va moliyaviy mexanizmi mavjud bo'lsa, sanoatda suvni tejashning muhim potentsial texnologik imkoniyatlari amalda oshirilishi mumkin. Tarkibi va shakli bo'yicha "NKMK" AJ misolida bunday mexanizm suvdan foydalanishni to'g'ri-dan-to'g'ri va bozorni tartibga solishning organik birikmasiga asoslanishi kerak.

Tayanch iboralar: suv, etishmovchilik, suvni tejash, omborlar, suv resurslari, qazib olish, boyitish, qayta ishlash, oltin, suvdan foydalanish.

Основным направлением решения проблемы роста водного дефицита в Кызылкумах в текущем столетии является водосбережение. В связи с этим ключевая роль принадлежит реализации крупномасштабного водосбережения в горно-металлургической промышленности. Экономии воды также способствует расширенное использование в производстве вторичного сырья и материалов. Значительные потенциальные технологические возможности водосбережения в промышленности могут быть практически реализованы при наличии адекватного организационно-экономического и финансового механизма водосбережения в производстве. По своему содержанию и форме на примере АО «НГМК» такой механизм должен базироваться на органичном сочетании прямого и рыночного регулирования водопользования.

Ключевые слова: вода, дефицит, водосбережение, хвостохранилища, водные ресурсы, добыча, обогащение, переработка, золото, водопользование.

Как правило при добыче, обогащении полезных ископаемых и их переработке на гидрометаллургических заводах (ГМЗ) наиболее распространены, так называемые, мокрые процессы, при которых раскрытие и разделение минеральных компонентов происходит при помощи воды. К ним относятся орошение забоев, обеспыливание проезжей части карьерных дорог, мокрое дробление, измельчение с последующей классификацией и большинство гравитационных, магнитных, флотационных процессов, а так же гидрометаллургическая переработка руд и концентратов.

Кроме того, при переработке руд и концентратов вода необходима не только для технологического процесса, но и в качестве транспортирующей и разделительной среды. Роль воды при гравитационном обогащении заключается в разделении смеси минеральных зерен по удельному весу в регулируемых потоках и в создании сред заданной плотности. Для обогащения слабомагнитных железных руд (гематитовых, мартитовых) основными являются мокрые гравитационные процессы – обогащение на отсадочных машинах, концентрационных столах, винтовых сепараторах и т.д.

В основном много воды требует промывка глиноземистых руд и железных и марганцевых руд. Для магнетитовых руд преобладающим способом обогащения является мокрая магнитная сепарация. На углеобогадательных фабриках вода расходуется на промывку углей, для отсадки и флотации, а также для транспортирования шламов.

При пенной флотации, получившей наиболее широкое распространение для обогащения различного минерального сырья, процесс также осуществляется в водной среде.

В технологическом процессе вода в определенном соотношении к массе твердого материала проходит через весь технологический цикл. Для получения наиболее высоких показателей разделения каждую технологическую операцию проводят при определенном отношении жидкого к твердому (Ж : Т). Расход воды при обогащении полезных ископаемых зависит от геолого-минералогической характеристики исходного сырья и его обогатимости, от принятого процесса, сложности технологической схемы, конечной крупности получаемых продуктов. В среднем расход воды только на технологические нужды изменяется в пределах 9-10 м³ на 1 т перерабатываемой руды. Для эффективного проведения некоторых технологических операций, необходимо не только обеспечивать оптимальное соотношение Ж : Т, но и подавать определенное количество дополнительной воды. Например, при применении гравитационных методов обогащения, расход воды может увеличиваться до 13-15 м³/т.

В ряде случаев, условия ведения технологических процессов требуют уменьшения разжижения, для этого в технологические схемы включаются вспомогательные операции обезвоживания (сгущение, фильтрование). Применение сложных в конструктивном оформлении операций обезвоживания, как правило, оправдано не только повышением технологических показателей, но и за счет возврата воды в оборот и снижения потребления свежей воды.

Как указывалось выше, в процессе переработки руды вода используется не только для технологического процесса, но и служит средством для транспортирования продуктов обогащения по трубопроводам и желобам, например, из операции в операцию, из аппарата в аппарат.

Значительные объемы воды расходуются на транспортирование отвальных хвостов в хвостохранилища. Кроме того, на ГМЗ вода расходуется для охлаждения (компрессоров сжатого воздуха, подшипниковых узлов мельниц и других тяжелых оборудования), в мокрых пылеуловителях и при очистке дымовых газов сушильных оборудований, а также для смыва просыпей конвейеров, промывки оборудования, уборки помещений и т.п.

Выделяют также хозяйственно-питьевую или хозяйственно-бытовую воду, применяемую для питья, гигиенических целей, в душевых, коммунально-бытовых сооружениях, в системах отопления, пожаротушения и пр.

Вышеназванные процессы практически полностью применяются при производстве драгоценных и радиоактивных металлов на производствах Навоийского горно-металлургического комбината (НГМК).

Объем воды, снабжаемых от внешних источников перерабатывающего предприятия как правило определяется отношением Ж:Т хвостовой пульпы т.е. количеством воды, теряемой с хвостами и требующей восполнения за счет подпитки. В этой связи, снижение Ж:Т хвостовой пульпы и соответственно снижение расхода свежей воды может обеспечиваться за счет:

- обезвоживания до оптимальных кондиций продуктов переработки (сгущенной пульпы гидрометаллургического передела, хвостов флотации, концентратов);
- усовершенствования схем оборотного водоснабжения в направлении максимального использования оборотной воды в технологических процессах;
- повторного использования вод вспомогательных операций (охлаждение коренных подшипников мельниц, компрессоров, гидроборка, пылеподавление) и стоков хозяйственно-бытового назначения в системе внутреннего водоснабжения (водооборота) перерабатывающего предприятия;
- использование очищенных хозяйственно-бытовых стоков (в нашем примере из городов Зарафшана и Учкудука).

Основные производственные объекты НГМК расположены в регионах с высоким и экстремально высоким дефицитом воды, где отдаленность от источников свежих водных ресурсов составляет: Северное рудоуправление 300 км, Центральное рудоуправление 220 км, Южное рудоуправление пл. «Зармитан» 25 км и пл. «Марджанбулак» 24 км. В этой связи вопросы рационального водопользования и сокращения потребления чистой воды являются весьма приоритетными. Для хозяйственно-питьевой и бытовой нужд городов Зарафшана, Учкудука и производственной деятельности этих регионов, вода в основном добывается из реки Амударья и транспортируется на расстояние более 300 км (рис. 1).

Ежегодно вышеуказанные города и производства потребляют более 120 млн. м³ воды (более 100 млн. м³ из Амударьи, остальное из других источников), себестоимость которой составляет около 4500 сум за один кубометр (в себестоимости доля электроэнергии составляет около 60%).

Из рис. 1 видно, что потребление промышленных объектов НГМК составляет 109 млн. м³, потребление населения городов Зарафшан и Учкудук 11 млн. м³ в год.

С увеличением производства НГМК в 2026 г. общая потребность в регионе, с учетом уранового производства и роста населения, достигнет до 147 млн. м³ в год.

При этом дефицит воды в производстве, можно будет компенсировать за счет вторичных источников и увеличения применения оборотной воды из хвостохранилищ. Также целесообразно вовлекать вторичные воды из канализационно-очистных сооружений г. Зарафшана и г. Учкудука – ежегодно до 6 млн. м³, полностью использовать шахтные воды -0,7 млн. м³, увеличить долю подземных вод до 9,5 млн. м³ и довести дополнительные объемы вод до 31,2 млн. м³ в год.

Повторное вовлечение в оборот вод хвостохранилищ перерабатывающего предприятия и других источников является весьма эффективным решением снижения расхода свежей воды.

Следует отметить, что наряду со снижением расхода свежей воды, использование хвостовой и других вод создает положительные эффекты, заключающиеся в:

- увеличении полезной емкости хвостохранилищ и создании дополнительных объемов для складирования твердой фазы;
- уменьшении фильтрации жидкой фазы в подземные воды, тем самым снижая негативное воздействие на окружающую среду;
- возможности попутного извлечения ценных компонентов и получении дополнительных объемов готовой продукции;
- снижение себестоимости воды в целом, за счёт снижения расхода электроэнергии.

К примеру, внедрение оборотного водоснабжения с хвостохранилища ГМЗ-2 при реализации проекта «Строительство комплекса по переработке техногенных отходов ЦКВЗ» (ГМЗ-7) обеспечивает использование до 9,9 млн. м³ в год прудковой воды, что позволяет уменьшить потребление свежей воды ГМЗ-7 на 40%. Кроме того, данные воды перед подачей в технологический процесс подвергаются сорбционному извлечению золота, с использованием активированного угля, в условиях локальной сорбционной установки на базе четырёх колонн СНК-3000, что позволяет попутно получать дополнительный объем золота на сумму 11,5 млн. долл. в год (технологический процесс разработан специалистами комбината).

В ближайшие годы планируется увеличить объем потребления прудковой воды на ГМЗ-7 до 15 млн. м³ в год, с попутным получением дополнительной продукции на сумму 17,4 млн. долл. в год.

В ряде случаев специфика режимов ведения технологических процессов (флотация, биовыщелачивание, ионообменные процессы и др.) предъявляет жесткие требования к качеству воды по содержанию ионов металлических примесей и солей.

Для использования в настоящее время в технологических процессах, в некоторых ГМЗ сбрасываемые воды на хвостохранилище не пригодны и требуют специальных методов очистки и кондиционирования. В этих целях, в настоящее время на лабораториях комбината проводятся опытные работы по очистке вод хвостохранилища ГМЗ-3 и определение возможности их использования в технологическом процессе.

При этом необходимо отметить, что химический состав прудковых вод хвостохранилищ ГМЗ-2, 4, МЗИФ позволяет их успешно использовать в технологическом процессе переработки окисленных руд без применения каких-либо методов очистки.

Следует отметить, что при проектировании хвостохранилищ строящихся перерабатывающих предприятий НГМК (ГМЗ-6, ЗИФ «Сармыш») обязательно будет предусматриваться организация систем оборотного водоснабжения.

Одним из основных направлений стратегии водосбережения НГМК является рациональное его использование с применением новых технологий, научных достижений и опыта персонала комбината.

Большое внимание в комбинате уделяется проведению научно-исследовательских работ. В настоящее время определены направления на 2022-2023 годы по научной разработке технологий водосбережения основанных на мировом опыте.

Такие работы как:

- Очистка оборотной воды БИОКС ГМЗ-3 для повторного использования очищенных вод с использованием материалов на основе местного и вторичного сырья;
- Очистка воды хвостохранилища ГМЗ-3 с использованием технологии применения местного и вторичного сырья. Возврат очищенных вод в технологический оборотный цикл;
- Очистка сточных и производственных вод ГМЗ-3 с применением различных способов механической и химической очистки, с возвратом очищенных вод в технологический процесс;

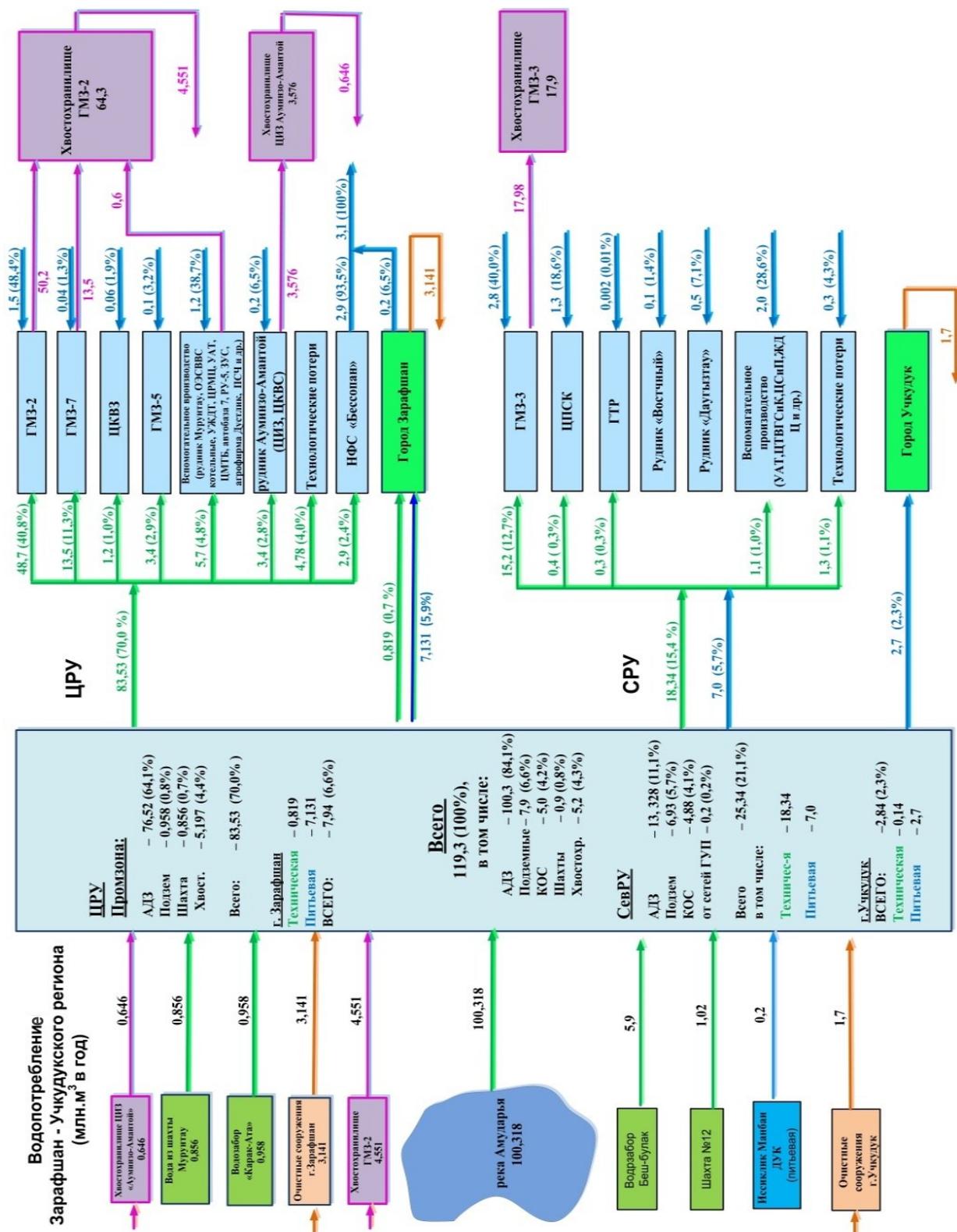


Рис. 1 Водопотребление Зарафшан-Учқудуқского региона

- Очистка воды и снижения испарения воды из хвостохранилища ГМЗ-2 и ГМЗ-3 с применением биологических способов, а также методом применения высшей водной растительности;
- Очистка сточных вод от ПТД ГМЗ-3 с возвращением в технологический процесс очищенных вод.

Для научного изучения проблем водоснабжения и водосбережения в комбинате, на базе Центральной научно-исследовательской лаборатории (ЦНИЛ) организована «Лаборатория по изучению водных проблем». В лаборатории оснащённой современным оборудованием работают высококвалифицированные специалисты.

SANOAT KORXANASI ELEKTR TA'MINOTI TIZIMINING KOMPLEKS TEXNIK – IQTISODIY MODELINI QURISH



Taslimov A.D.,
TDTU «Elektr ta'minoti»
kafedrası professorı, t.f.d.



Raximov F.M.,
NDKTU «Elektr energetikasi»
kafedrası dotsenti, PhD



Meliqoziev M.V.,
TDTU «Elektr ta'minoti» kafedrası
dotsenti, PhD



Yuldashev A.A.,
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat
universiteti «Fizika» fakulteti dekan
o'rinbosari

Maqolada sanoat korxonasi elektr ta'minoti tizimi elementlarining, jumladan tashqi elektr ta'minoti liniyalari, transformator podstansiyalari, ta'minlovchi va taqsimlovchi liniyalarining, matematik modellari asosida uning umumiy xarajatlarining kompleks texnik-iqtisodiy modeli ishlab chiqiladi. Ushbu model sanoat korxonalarini elektr ta'minoti tizimi parametrlarini kompleks optimallashtirish va ularning maqsadga muvofiq qiymatlarini aniqlash imkonini beradi.

Tayanch iboralar: elektr ta'minoti tizimi, kuchlanish, havo liniyasi, bosh pasaytiruvchi podstansiya, hisobiy yuklama, trassa koeffitsienti, elektr yuklama, nominal quvvat, ko'ndalang kesim yuza, matematik model, optimallashtirish, parametr, tannarx ko'rsatkichi, umumiy xarajatlar, nominal parametr.

В статье показана разрабатываемая комплексная технико-экономическая модель суммарных затрат систем электро-снабжения промышленного предприятия, на основе математических моделей его элементов, а именно, линий внешнего электроснабжения, трансформаторных подстанций, питающих и распределительных линий. Данная модель позволяет оптимизировать комплекс параметров систем электроснабжения промышленного предприятия и определить экономически целесообразные его параметров.

Ключевые слова: система электроснабжения, напряжение, воздушная линия, главная понизительная подстанция, расчетная нагрузка, коэффициент трассы, электрическая нагрузка, номинальная мощность, сечения, математическая модель, оптимизация, параметр, показатель стоимости, суммарные затраты, номинальный параметр.

Elektr ta'minoti tizimini loyihalash, modernizatsiyalash va ekspluatatsiya qilishda abul qilinayotgan echimlarni iqtisodiy asoslash va shu asosida texnik-iqtisodiy tadqiqotlarni olib borish uchun o'rganilayotgan ob'ektni uning asosiy xususiyatlarini aks ettiruvchi kompleks matematik modeli zarur bo'ladi [1-5].

1-rasmدا sanoat korxonasining elektr ta'minoti tizimi (ETT) sxemasi tasvirlangan.

Korxonani elektr ta'minoti uchun texnik – iqtisodiy modelni tuzishda quyidagi shart va farazlar qabul qilinadi (1-rasm): elektr ta'minoti N_1 energiya tizimidan U_1 kuchlanish va F_1 ko'ndalang kesim yuzalar bilan ikkita parallel havo elektr uzatish liniyalari (HEUL) orqali amalga oshiriladi; M_1 – bosh pasaytiruvchi podstansiyalar (BPP) soni, bunda bir liniyaga ulangan BPPlar geometrik jihatdan teng deb olinadi; BPPlar elektr yuklamalari bo'yicha teng xizmat ko'rsatish joylariga va transformatorlar bir xil S_{nT1} nominal quvvatga ega; N_2 – bir BPPdan chiqayotgan havo elektr uzatish liniyalari (HEUL) soni, U_2 – kuchlanishi, F_2 – ko'ndalang kesim yuzasi, M_2 – bir liniyaga ulangan transformator podstansiyalari (TP) soni, bunda TP xizmat ko'rsatish joylari bo'ylab teng ravishda taqsimlanadi va transformatorlarning nominal quvvati S_{nT2} bir xil bo'ladi; elektr energiyasi iste'molchilari transformator podstansiyadan (TP) alohida U_3 kuchlanish va F_3 ko'ndalang kesim yuzali kabel liniyalari orqali ta'minlanadi.

Korxonani elektr ta'minotining umumiy holatini aks ettiruvchi ushbu sxema uchun uning elementlari parametrlari orqali umumiy xarajatlarning ifodasi aniqlanadi.

Yuqoridagi shartlar va taxminlarni hisobga olgan holda va korxonani ETT ning alohida elementlarining tannarx ko'rsatkichlari va umumiy xarajatlar tarkibiy qismlari uchun [6] da olingan ifodalardan asosida ETTning umumiy xarajatlarni sanoat korxonasining alohida elementlarining analitik ifodalari aniqlanadi.

Bunday holda, S_h – korxonaning umumiy hisobiy yuklamasi, mVA, l_1, l_2, l_3 – tashqi va ichki elektr ta'minoti uchun elektr uzatish liniyalarining uzunligi (km) deb olinadi.

1. Tashqi elektr ta'minoti liniyalari:

$$3_{L1} = N_1 l_1 \left[\frac{p_H \Sigma a_0 + p_H \Sigma a_U \cdot U_1^{a_{U1}} + p_H \Sigma a_F \cdot F_1 + \left(\frac{S_h \cdot 10^3}{N_1} \right) \cdot \rho \cdot \tau \cdot c_0 \cdot 10^3}{U_1^2 \cdot F_1} \right] \quad (1)$$

Tadqiqot davomida o'zgaraydigan barcha parametrlarni doimiy A_i koeffitsientlarga birlashtirib, quyidagilarni olaish mumkin:

$$3_{L1} = A_0 \cdot N_1 + A_1 \cdot U_1^{a_{U1}} \cdot N_1 + A_2 \cdot F_1 \cdot N_1 + A_3 \cdot U_1^{-2} \cdot N^{-1} \quad (2)$$

Bosh pasaytiruvchi podstansiyalar.

Transformatorlardagi elektr energiyasi yo'qotishlarining narxini aniqlash uchun, ΔP_{SI} va ΔP_{QT} nominal yo'qotishlar, [6] ga asosan to'g'ri chiziq qonuniga muvofiq ifodalangan deb qabul qilinadi (2-rasm).

Agar hisob-kitoblarga arzimmas xatolik kiritilgan $b_{0SI} = 0$ va $b_{0QT} = 0$ deb faraz qilsak, BPP xarajatlari quyidagilarni tashkil qiladi:

$$\Delta P_{SI} = b_{0SI} + b_{0SI} \cdot S_{nT} \quad (3)$$

$$\Delta P_{QT} = b_{0QT} + b_{0QT} \cdot S_{nT}$$

$$3_{L1} = N_1 M_1 \left[\frac{p_H \Sigma (b_{01} + b_{U1} U_1) S_{nT1}^{\alpha_{S1}} + 2b_{SI} S_{nT1} TC_0 + \left(\frac{S_x (1 - \nu) \cdot 10^3}{2N_1 M_1} \right) \cdot \tau \cdot c_0}{S_{nT1}^2} \right] \quad (4)$$

yoki A_i doimiy koeffitsientlarni kiritib:

$$3_{BPP} = A_4 U_1 S_{nT1}^{\alpha S1} N_1 M_1 + A_5 S_{nT1}^{\alpha S1} N_1 M_1 + A_6 S_{nT1}^{\alpha S1} N_1 M_1 + A_7 S_{nT1}^{-1} N_1^{-1} M_1^{-1} \quad (5)$$

6-10 kVli ichki elektr ta'minoti kabel liniyalari.

$$3_{L2} = N_1 M_1 N_2 l_2 \left[\begin{aligned} & p_H \Sigma a_{02} + p_H \Sigma a_{U2} \cdot U_2^{\alpha U2} + \\ & + p_H \Sigma a_{F2} \cdot F_2 + \frac{\left(\frac{S_x(1-\nu) \cdot 10^3}{2N_1 M_1} \right)^2 \cdot \tau \cdot c_0 \cdot 10^6}{N_1^2 M_1^2 N_2^2 U_2^2 F_2} \end{aligned} \right]$$

yoki

$$3_{L2} = A_0' N_1 M_1 N_2 + A_8 U_2^{\alpha U2} N_1 M_1 \cdot \left[\begin{aligned} & p_H \Sigma a_{02} + p_H \Sigma a_{U2} \cdot U_2^{\alpha U2} + \\ & + p_H \Sigma a_{F2} \cdot F_2 + N_1^2 M_1^2 N_2^2 U_2^2 F_2 \end{aligned} \right] \quad (6)$$

TP uchun umumiy xarajatlar BPP xarajatlariga o'xshash tarzda aniqlanadi va quyidagini tashkil qiladi:

$$3_{BIII} = A_{11} U_2 S_{HT2}^{\alpha S2} N_1 M_1 N_2 M_2 + A_{12} U_2 S_{HT2}^{\alpha S2} N_1 M_1 N_2 M_2 + A_{13} U_2 S_{HT2} N_1 M_1 N_2 M_2 + A_{14} S_{HT2}^{-1} N_1^{-1} M_1^{-1} N_2^{-1} M_2^{-1} \quad (7)$$

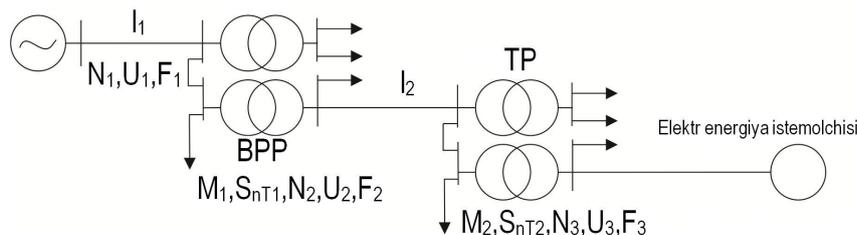
0,38 kV kabel liniyalari uchun:

$$3_{L3} = A_0' N_1 M_1 N_2 M_2 N_3 + A_{15} U_3^{\alpha U3} N_1 M_1 N_2 M_2 N_3 + A_{16} F_3 N_1 M_1 N_2 M_2 N_3 + A_{17} U_3^{-2} F_3 N_1^{-1} M_1^{-1} N_2^{-1} M_2^{-1} N_3^{-1} \quad (8)$$

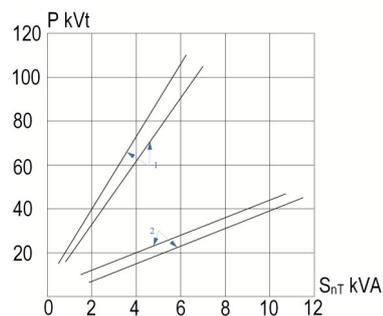
Sanoat korxonalarini ETTning alohida elementlar uchun olingan umumiy xarajatlarning (4), (5), (6), (7), (8) ifodalarni [6] bo'yicha umumlashtirib, uning kompleks (to'liq) texnik - iqtisodiy modelini olamiz:

$$3 = A_0' N_1 + A_1 U_1^{\alpha U1} N_1 + A_2 F_1 N_1 + A_3 U_1^{-2} F_1^{-1} N_1^{-1} + A_4 U_1 S_{nT1}^{\alpha U1} N_1 M_1 + A_5 S_{nT1}^{\alpha U1} N_1 M_1 + A_6 S_{nT1} N_1 M_1 + A_7 S_{nT1}^{-1} N_1^{-1} M_1^{-1} + A_0' N_1 M_1 N_2 + A_8 U_2^{\alpha U2} N_1 M_1 + A_9 F_2 N_1 M_1 N_2 + A_{10} U_2^{-2} F_2^{-1} N_1^{-1} M_1^{-1} N_2^{-1} + A_{11} U_2 S_{nT1}^{\alpha S2} N_1 M_1 N_2 M_2 + A_{12} U_2 S_{nT1}^{\alpha S2} N_1 M_1 N_2 M_2 + A_{13} S_{nT2} N_1 M_1 N_2 M_2 + A_{14} S_{nT2}^{-1} N_1^{-1} M_1^{-1} N_2^{-1} M_2^{-1} + A_0' N_1 M_1 N_2 M_2 N_3 + A_{15} U_3^{\alpha U3} N_1 M_1 N_2 M_2 N_3 + A_{16} F_3 N_1 M_1 N_2 M_2 N_3 + A_{17} U_3^{-2} F_3^{-1} N_1^{-1} M_1^{-1} N_2^{-1} M_2^{-1} N_3^{-1} \quad (9)$$

Olingan kompleks texnik-iqtisodiy model (9) dan ko'rinib turibdiki, undagi bir qator parametrlar iqtisodiy asoslashni talab qilmaydi va ularni dastlabki ma'lumotlar sifatida qabul qilish mumkin. Masalan, korxonalar



1-rasm. Sanoat korxonasi ETT sxemasi



2-rasm. Transformatorlardagi aktiv quvvat isroflarining ularning nominal quvvatlariga bog'lanish grafiqi: 1 - qisqa tutashuv isrofi; 2 - salt ishlash rejimidagi isrof

elektr ta'minoti tizimlarini ishlatish va loyihalash tajribasi shuni ko'rsatadiki, ularning tashqi elektr ta'minoti tizimi, odatda bir tayanchda ikki zanjirli liniya bilan bajariladi. Bundan kelib chiqadiki, N_i parametrini doimiy toifasiga kiritish mumkin. Bu erda U_3 parametri ham kiritiladi, chunki ushbu kuchlanish pog'onasi (6-10 kV) korxonadagi motorlarning nominal parametrlari bilan aniqlanadi. Korxonalarining elektr ta'minoti ishonchligi, quvvat iste'molining yuqoriligi va TP transformatorlarining quvvatini cheklanganligini hisobga olgan holda, N_3 parametrlarning qiymati 1-3 ni oladi [6] va doimiy toifasiga o'tkazilishi mumkin.

O'rganilayotgan modelda ichki elektr ta'minoti liniyalari uzunligi l_2 va l_3 deb qabul qilingan. Tashqi elektr ta'minoti liniyasining uzunligi doim aniq bo'ladi va dastlabki ma'lumot sifatida A_0, A_1, A_2 va A_3 konstantalariga kiritiladi. l_2 va l_3 liniyalarning uzunliklari (9) da mos ravishda kiritilgan $A_0, A_8, A_9, A_{15}, A_{16}, A_{17}$ doimiydarida aniq berilmagan.

Model ishlab chiqilayotganda korxonalar $N_i M_i$ zonalarga bo'lingan va ularning har biriga alohida BPP xizmat ko'rsatadi deb qabul qilingan. SHuning uchun l_2 liniyaning uzunligi ushbu zona bilan cheklangan. Liniyaning trassa koeffitsienti k_{L1} ni kiritib, umumiy trassa uzunligi L_{um} ni bilib, l_2 uzunlik quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$l_2 = \frac{L_{um} k_{L1}}{N_1 M_1 4} \quad (10)$$

Xuddi shunga o'xshab, TP ning xizmat ko'rsatish doirasi yoki korxonalar hududining uzunligi bilan chegaralangan l_3 liniyaning uzunligi quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$l_3 = \frac{L_{um} k_{L1} k_{L2}}{N_1 M_1 N_2 M_2 4} \quad (11)$$

bu erda $k_{L1} - l_3$ liniyaning trassa koeffitsienti.

k_{L1} va k_{L2} koeffitsientlari trassaning to'g'ri liniyadan og'ishi tufayli liniyalarning uzunligini oshirishini hisobga oladi. Statistik ma'lumotlarni qayta ishlash asosida ichki liniyalarning uchun $k_{L1} = 1,4$ va $k_{L2} = 1,15$ teng deb qabul qilingan.

TP yuklamasining qiymati ETT modelining iqtisodiy barqarorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi, ya'ni transformatorlarning optimal yuklanishidan biroz og'ishi xarajatlar miqdoriga sezilarli darajada ta'sir qiladi.

ETTning o'rganilayotgan modeliga BPP transformatorining yuklama quvvati - S_{BPP} , TP transformatorlarining yuklama quvvati - S_{TP} ko'rsatkichlarni (9) modelga kiritilishi o'zining fizik ma'nosini yo'qotishi aniq ko'rinib turibdi, chunki umumlashtirilgan koeffitsientlarda korxonaning elektr yuklamasi haqida hech qanday ma'lumot bo'lmaydi. O'rganilayotgan elektr ta'minoti modelida transformatorlarning yuklanish parametrlari qabul qilinadi va uning elektr yuklamasi haqidagi ma'lumotlar

yuklamaning yuza zichligi orqali umumlashtirilgan koeffitsientlarga kiritiladi va ular orqali taqsimlovchi tarmog'i liniyalarning uzunliklari ifodalanadi. Ushbu yondashuv elektr yuklamasi bir xil taqsimlangan ob'ektlar uchun elektr ta'minotining texnik va iqtisodiy modellarini qurishda juda qulay hisoblanadi. Elektr yuklamalari markazlashtirilgan sanoat korxonalarini sharoitida modelni qurishda bunday qaror noto'g'ri natijalarga olib kelishi mumkin.

SHuning uchun S_{nT1} , M_1 , S_{nT2} , M_2 parametrlarini belgilab va (9) modelning mos tegishli umumlashtirilgan koeffitsientlariga korxonaning umumiy hisobiy yuklamasini kiritish orqali transformatorlarning optimal yuklamasini aniqlash mumkin.

Yuqoridagilarni hisobga olgan holda va (9) ga (10) va (11) ifodalarni almashtirib biz sanoat korxonalarini ETTning umumiy xarajatlari uchun yangi ifodani olamiz:

$$\begin{aligned}
 3 = & A_1 U_1^{\alpha_{U1}} + A_2 F_1 + A_3 U_1^{-2} F_1^{-1} + A_4 U_1 S_{nT1}^{\alpha_{U1}} M_1 + \\
 & A_5 S_{nT1}^{\alpha_{U1}} M_1 + A_6 S_{nT1} M_1 + A_7 S_{nT1}^{-1} M_1^{-1} + A_8 U_2^{\alpha_{U2}} N_2 + \\
 & A_9 F_2 N_2 + A_{10} U_2^{-2} F_2^{-1} M_2^{-1} N_2^{-1} + A_{11} U_2 S_{nT1}^{\alpha_{S2}} M_1 N_2 M_2 + \\
 & A_{12} S_{nT2}^{\alpha_{S2}} M_1 N_2 M_2 + A_{13} S_{nT2} M_1 N_2 M_2 + \\
 & A_{14} S_{nT2}^{-1} M_1^{-1} N_2^{-1} M_2^{-1} + A_{15} F_3 \\
 & + A_{16} F_3^{-1} M_1^{-2} N_2^{-2} M_2^{-2} N_3^{-1} + A_0 N_2
 \end{aligned} \tag{12}$$

Bu erda yuqoridagi o'zgarishlar (9) dan so'ng olingan doimiy tashkil etuvchilar (12) dan chiqarib tashlanadi. Model (12) ning dastlabki tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki, uning o'lchov matritsasi darajasi to'qqizta. Bundan kelib chiqadiki [6] da tasvirlangan algoritmi o'nta parametrini optimallashtirish uchun qo'llash mumkin emas.

Shu munosabat bilan biz N_2 parametrini konstantalar toifasiga o'tkazamiz, bu sanoat korxonalarini ETTning to'qqizta parametrini optimallashtirish uchun mezonli tahlil usulini qo'llash shartlariga muvofiqligini ta'minlaydi.

Keyinchalik o'rganilishi kerak bo'lgan korxonalar ETTning texnik – iqtisodiy modeli quyidagi shaklda bo'ladi:

$$\begin{aligned}
 3 = & A_1 U_1^{\alpha_{U1}} + A_2 F_1 + A_3 U_1^{-2} F_1^{-1} + A_4 U_1 S_{nT1}^{\alpha_{U1}} M_1 + \\
 & + A_5 S_{nT1}^{\alpha_{U1}} M_1 + A_6 S_{nT1} M_1 + A_7 S_{nT1}^{-1} M_1^{-1} + \\
 & + A_8 U_2^{\alpha_{U2}} + A_9 F_2 + A_{10} U_2^{-2} F_2^{-1} M_2^{-1} + \\
 & + A_{11} U_2 S_{nT1}^{\alpha_{S2}} M_1 M_2 + A_{12} S_{nT2}^{\alpha_{S2}} M_1 M_2 + \\
 & + A_{13} S_{nT2} M_1 M_2 + A_{14} S_{nT2}^{-1} M_1^{-1} M_2^{-1} + \\
 & + A_{15} F_3 + A_{16} F_3^{-1} M_1^{-2} M_2^{-2}
 \end{aligned} \tag{13}$$

Model (13) o'lchamlar matritsasiga mos keladi.

$$\alpha = \begin{pmatrix} \alpha_{U1} & 0 & -2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \alpha_{S1} & \alpha_{S1} & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & -1 & 0 & 0 & -2 & 1 & 1 & 1 & -1 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{U2} & 0 & -2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{S2} & \alpha_{S2} & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & -1 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & -2 \end{pmatrix} \tag{14}$$

Iqtisodiy jihatdan foydali parametrlarni raqamli aniqlash uchun tegishli α_{ij} qiymatlar matritsa (14)ga almashtiriladi. A_i konstantalar bilan ifodalangan dastlabki ma'lumotlarni hisobga olib, [7] da keltirilgan algoritmi funktsiya (13)ni minimallashtirishni amalga oshiradi.

Shunday qilib korxonaning tashqi va ichki elektr ta'minoti tizimlarini va oxirgi olingan matematik modelni o'z ichiga olgan murakkab texnik-iqtisodiy model qurilgan bo'lib, sanoat korxonalarini ETT parametrlarini optimallashtirishning texnik-iqtisodiy asoslanishi uchun mezonli tahlil usulini qo'llash imkonini beradi.

Bibliografik ro'yxat:

1. Kudrin B.I. Sanoat korxonalarining elektr ta'minoti. Oliy uquv yurti talabalari uchun darslik. – Moskva: «Internet Injining», 2005 y. 450-500 betlar.
2. Leshinskaya T.B. Elektr ta'minoti tizimini optimallashtirish (misollar va sxemalar asosida). – Moskva. «Moskva energetika instituti», 2002 y. 17-50 betlar.
3. Taslimov A.D., Meliqo'ziyev M.V., Murodov B.K. Taqsimlovchi tarmoqning parametrlarini optimallashtirishning texnik-iqtisodiy modelini ishlab chiqish. – Toshkent: «ToshDTU xabaromasi» jurnali. – № 3. 53-57 betlar.
4. Taslimov A.D. Shahar elektr ta'minoti tizimlarining parametrlari va tuzilishini optimallashtirish muammolarida matematik modellar. – Toshkent: «Energiya va resurs tejash muommolari» ilmiy texnik jurnali. – № 3. 2017 y. 62-65 betlar.
5. Taslimov A.D., Tovbaev A.N., Xujjanov B.K. Elektr tarmoqlari kabel ko'ndalang kesim yuzalarini unifikatsiyalashning kompleks texnik-iqtisodiy modeli. – Navoiy: «O'zbekiston konchilik xabaromasi». – № 2, 2013 y. 122-124 betlar.
6. Taslimov A.D., Yuldashev A.A. Sanoat korxonalarini elektr ta'minoti tizimlari elementlarining texnik-iqtisodiy modellarini ishlab chiqish. – Toshkent: «Energiya va resurs tejash muommolari» ilmiy texnik jurnali. – № 1, 2022 y. 56-65 betlar.
7. Taslimov A.D., Raximov F.M. Unifikatsiyalashni hisobga olgan holda 1000 V gacha taqsimlovchi elektr tarmoqlari parametrlarini optimallashtirish dasturi. O'zbekiston Respublikasi Intellektual Mulk Agentligi DGU № 05740 25.09.2018.

RUDANI YANCHUVCHI TEGIRMONLARNI ELEKTR ENERGIYA SAMADORLIGINI OSHIRISH USULLARI



Mavlonov J.A.,
NDKTU «Energo-mexanika»
fakulteti dekan o'rinbosari,
PhD, dotsent



Mardonov D.Sh.,
NDKTU «Elektr energetikasi»
kafedrası doktoranti

Ushbu ishda sharli tegirmonlarning ko'p yillar davomida xom-ashyoni yanchishda kon-korxonalari va boyitish fabrikalarida tog' jinsi o'chamlari uchun optimal bo'laklar olishda ishlatilib kelinmoqda. Rudani tegirmon bilan yanchish jarayonida ko'plab kamchiliklar uchraydi. Masalan yanchishda har xil zichlikdagi rudalarni kelishi, yanchish vaqtining ko'payishi va shunga o'xshash bir qancha kamchiliklar mavjud. Ularni bartaraf etish uchun yangi modernizatsiyalangan modellar va nazorat qilish tizimlari bilan jarayonni optimallashtirish, energiya iste'molini kamaytirish uchun eng ma'qul yechim hisoblanadi. Tog' jinlariga ishlov berishda klassik texnologik usullar sanoat tomonidan yaxshi qabul qilingan bo'lsada, bugungi kundagi tadqiqotlar tegirmonlarning ichki dinamikasini tahlil qilish va nazorat qilishning yangi usullariga qaratilgan.

Tayanch iboralar: Sharli tegirmonlar, texnologik jarayon, aylanish tezligi, aylanish chastotasi, yuklanishi, yanchish, solishtirma unumdorlik, elektr energiya sarfi.

В данной работе рассмотрено использование шаровых мельниц для измельчения сырья, которые используются в течение многих лет для получения оптимальных кусков для размеров горных пород на горнодобывающих предприятиях и обогащательных фабриках. Встречается много недостатков при процессе измельчения руды шаровыми мельницами. Например, дробилка имеет несколько недостатков, таких как использование руды различной плотности, увеличение времени дробления и т. п. Оптимизация процесса с новыми модернизированными моделями и системами управления для их устранения является наиболее предпочтительным решением для снижения энергопотребления. В то время как классические технологические методы обработки горных пород хорошо приняты промышленностью, современные исследования сосредоточены на новых методах анализа и контроля внутренней динамики мельниц.

Ключевые слова: шаровые мельницы, технологический процесс, скорость вращения, частота вращения, загрузка, измельчение, удельная производительность, расход электроэнергии.

Barcha turdagi tegirmonlar o'tgan yarim asr mobaynida deyarli har o'n yilda o'z rivojlanish tendensiyasiga ega bo'lgan. Mexanik va elektr texnologiyalarning rivojlanish tendensiyalari zamon talabi asosida, ishlatiladigan texnologiyalarning narxi bilan aniqlandi. So'ngi yillarda halqali, tishli tegirmonlar hajmining oshishi ulardagi mavjud muammolarni hal qilishni talab qilmoqda. Elektr tarmoqlari tizimi va talablariga alohida e'tibor qaratish lozim. Bunday yanchish tizimini nazorat qilish, shuningdek uskunalarini himoya qilish kabi operatsion vazifalar tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Halqali tishli, bir yoki ikki tishli tegirmonlar uchun mo'ljallangan chastotali konvertori disklar uchun yechimlar, ularning dastur xususiyatlari va nazorati tufayli an'anaviy drayverlarga nisbatan sezilarli afzalliklarga ega [1].

Minerallarni yanchish-bu qayta ishlash sanoatining eng muhim jarayonlaridan biridir. Tog'-kon sanoati korxonalariga butun dunyo elektr energiyasining 5-20% sarflanadi. Standart rudani tayyorlashda yanchish asosan uch bosqichda amalga oshiriladi. MDH mamlakatlari rudalarining 14% o'z-o'zini yo'q qilish texnologiyasi bo'yicha qayta ishlanadi, ammo ulardan to'liq foydalanilsa kutilgan iqtisodiy samaradorlikka erishish mumkin. Konsentratdagi temirning massa ulushini 0,3% ga oshiradigan yanchish va yarim o'z-o'zini yanchish yanada samarali usul hisoblanadi. So'nggi vaqtlarda bu ko'rsatkich 14% ga ortib, yanchuvchi tegirmonning unumdorligi ortdi. Umuman olganda, yanchish jarayonlari umumiy kapital va operatsion xarajatlarning 50-70% va eng katta metall xarajatlarni tashkil etadi. Bu holatning asosiy sababi an'anaviy barabanli tegirmonlarning dominantligi, yetarli darajada bo'lmagan metall sarfi,

samaradorligi, solishtirma unumdorligi, maydoni va hajmi, shuningdek, futirovka qilish va yanchishning yuqori sarfidadir. Tegirmonlar hajmini oshirish orqali vaziyatni yaxshilashga urinishlar, xususan, diskning murakkabligi tufayli yuqori samaradorlikka erishib bo'lmaydi. Resurslarni tejashning yangi yo'llarini topish, yanchish jarayonlarini intensivlashtirish va samaradorligini oshirish yo'llari, xarajatlarni kamaytirgan holda yangi uskunalarini ishlab chiqish masalalari muhim ahamiyat kasb etadi. Asosiy yo'nalishlaridan biri yanchish uskunasini texnologik sxemasini ya'ni dizayn ko'rinishini optimallashtirish va yanchish jarayonini avtomatik nazorat qilish orqali, shu jumladan, uning faoliyatini yanada takomillashtirish imkoniyatlarini aniqlash maqsadida afzalliklari va mavjud yanchish uskunalarini kamchiliklari tanqidiy tahlil qilinadi. Barabanli tegirmonlardagi kamchiliklarni aniqlab, uning energiya tejash resurslarini ilmiy asoslash hozirgi kunning muhim vazifalaridan biri hisoblanadi.

Bu yo'nalishdagi ilmiy-tadqiqot ishlari yetakchi loyihalash, ilmiy-sanoat birlashmalari va tashkilotlari, shuningdek, sanoat korxonalari tomonidan amalga oshirildi. Turli ruda va noruda materiallarida yanchish ishlari olib borildi. Olingan natijalar bu turdagi tegirmonlardan, ayniqsa, ingichka mahsulot olish zarur bo'lganda konchilik korxonasida foydalanish istiqbollari tasdiqladi [2].

Tadqiqot natijalari yangi turdagi tegirmonlarni ishlab chiqish (resurslarni tejaydigan majburiy yanchish) va mavjud past tezlikda ishlaydigan tegirmonlarni modernizatsiya qilishning ilmiy asosini tashkil etdi. Bu usul tegirmonlardan foydalanish doirasi ancha kengligi bilan farq qiladi.

Eng ko'p energiya sarflaydigan yanchish mashinalari va qurilmalari da rudani tayyorlash jarayoni amalga oshiriladi. O'z navbatida mexanik tegirmonlar barabanli, rolik-halqali, zanjirli va diskli bo'lishi mumkin (1-rasm), aerodinamik tegirmonlar esa bir va ko'p injektorli bo'ladi. Aylanish tezligiga qarab barabanli tegirmonlar sekin-asta (aylanuvchi) va yuqori tezlikda aylanuvchi tegirmonlarga bo'linadi. Ishlov berish zavodlarida sekin tezlikli barabanli tegirmonlar eng ko'p tarqalgan. Barabanli yanchishda aylanish tezligi 45-50% ga oshirilganda og'irlik kuchlari tufayli sharlar ma'lum balandlikka ko'tariladi va erkin yoki dumalab pastga tushadi [3].

Tegirmonni aylantirish uchun zarur bo'lgan quvvatga qarab mexanik qurilmalar, mavjud talablarga qarab tanlab olinadi. Tegirmon konfiguratsiyasi mexanizmlar orqali tegirmonga uzatiladigan maksimal moment bilan aniqlanadi. Bir tishli yanchuvchi tegirmonlar uchun 9 Mvt elektr energiyasi sarf bo'ladi.

Shuningdek, quvvati 18 Mvt dan ortiq bo'lsa faqat tishli diskli tegirmonlar (TDT) ni ishlatish mumkin. Moment tegirmonga to'g'ridan-to'g'ri dvigatelning havo bo'shlig'idagi magnit maydon orqali uzatiladi, bu tishli reduktorni, tishli halqali tegirmonlarga (2-3-rasm) texnik xizmat ko'rsatish vaqtida paydo bo'ladigan mexanik muammolardan bartaraf etadi [4].

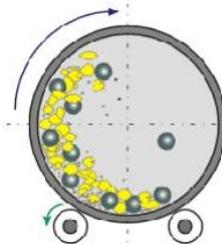
Konchilik va kon qayta ishlash, ishlab chiqarish quyidagi asosiy jarayonlarni o'z ichiga oladi:

- qazib olingan rudani jo'natish va tashish;
- rudani tayyorlash va boyitish;
- quritish va suvsizlantirish.

Neft va kimyo sanoati bilan bir qatorda tog'-kon va qayta ishlash sanoati ko'pchilik rivojlangan hamda rivojlanayotgan mamlakatlar xalq xo'jaligining asosini tashkil etadi. Tog'-kon va qayta ishlash korxonalari, oltin qazib olish kabi mustaqil ishlab chiqarishdan tashqari, metallurgiya va kimyo ishlab chiqarish zanjirida boshlang'ich bo'g'in bo'lib, ushbu tarmoqlar tomonidan ishlab chiqarilgan mahsulotlarning sifati va miqdorini aniqlaydi.

Ruda tayyorlash jarayonlari juda ko'p energiya talab qiladigan jarayonlar bo'lib, iste'mol qilinadigan energiya miqdori jihatidan konchilik sanoatida asosiy o'rinni egallaydi. Rudani tayyorlash odatda yirik, o'rta va mayda maydalash, turli maydalash usullari (sterjenli va sharli tegirmonlarda) skrinning, gidroksiklonlar va spiralli klassifikatorlarda tasniflash, quyuqlashtirish, flotatsiyalash, quritish va boshqalarni o'z ichiga oladi.

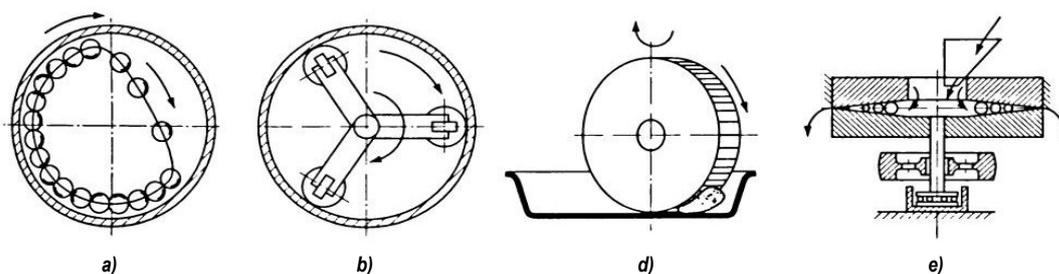
Eng ko'p energiya talab qiladigan jarayonlarga ruda massasini (elektr energiyasini) maydalash va flotatsion boyitish (issiqlik energiyasini), temir rudasi va apatit konsentratlarini quritish kiradi. Konchilik ishlarida elektr energiya sarfining 55-58% drenaj hisobiga to'g'ri keladi. Tovar mahsulotlar umumiy qiymati (2011 y.), elektr energiya ulushi 7,5-8%, issiqlik 4-4,5%, isitish neft 8-8,2% ni tashkil qiladi [5]. Maydalash va yanchishda solishtirma elektr energiya iste'moli 1-jadvalda berilgan.



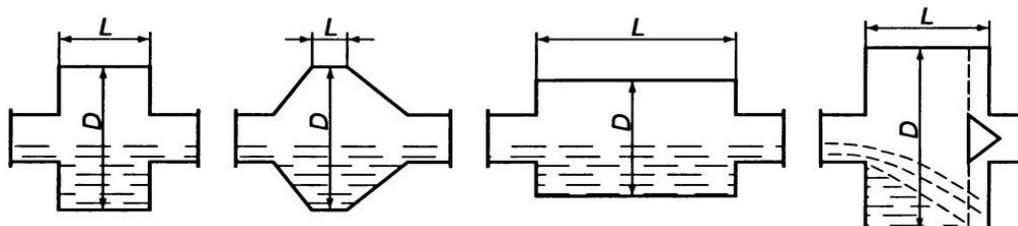
1-rasm. Sharli tegirmonning shar bilan yuklanishi

1-jadval
Maydalash va yanchishda solishtirma elektr energiya iste'moli

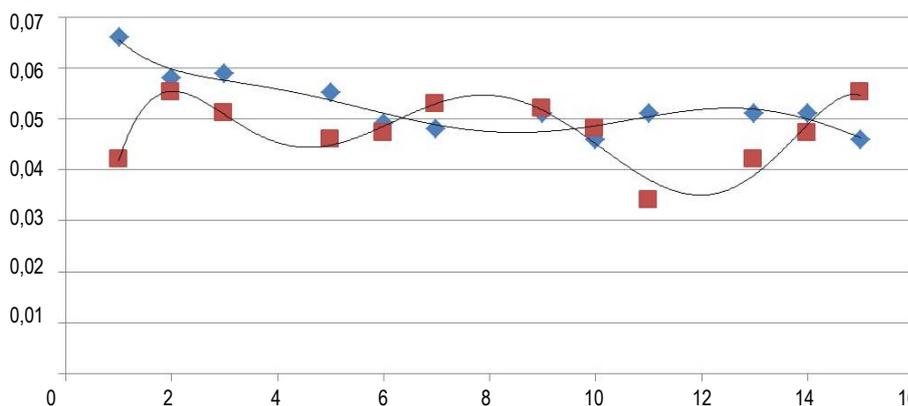
Oylar	Rudalarni yuqori maydalash komplekslari uchun		Sharli sterjenli yanchuvchi tegirmonlar uchun	
	2015 y.	2016 y.	2015 y.	2016 y.
Yanvar	0,066	0,042	9,42	7,48
Fevral	0,058	0,055	8,47	7,19
Mart	0,059	0,051	8,68	7,60
I kv	0,061	0,049	8,86	7,42
Aprel	0,055	0,046	7,73	7,17
May	0,049	0,047	8,04	7,37
Iyun	0,048	0,053	8,04	7,52
II kv	0,051	0,048	7,94	7,35
Iyul	0,051	0,052	7,68	7,57
Avqust	0,046	0,048	8,34	7,62
Sentyabr	0,051	0,034	8,04	7,35
III kv	0,049	0,045	8,02	7,51
Oktyabr	0,051	0,042	7,45	7,79
Noyabr	0,051	0,047	8,13	7,54
Dekabr	0,046	0,055	7,72	7,59
IV kv	0,049	0,048	7,77	7,64
Yillik	0,053	0,048	8,14	7,48



2-rasm. Yanchuvchi tegirmonning sinflanish sxemasi: a – baraban (sharli, sterjenli, toshli, kon-toshligi, barabanrolikli); b – rolikhalqali; d – chashkali; e – diskli



3-rasm. Yanchuvchi tegirmon barabanining turlari



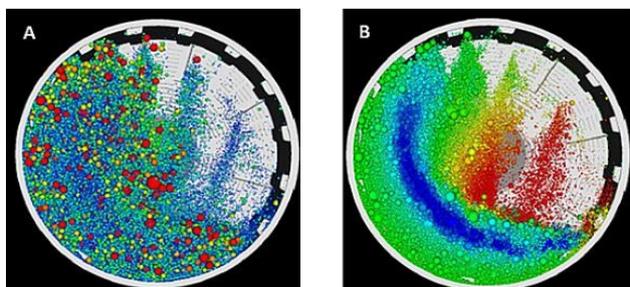
4-rasm. Maydalash va yanchishda yillik solishtirma elektr energiya iste'moli

4-rasmda ko'rinib turibiki maydalash va yanchishda solishtirma elektr energiya iste'moli statik xarakterga ega. Kon sanoati va qayta ishlash zavodlaridagi mavjud texnologik jarayonlar turli tabiiy noaniqliklarning mavjudligi bilan ajralib turadi, ularning ayrimlari o'zaro bog'liq bo'ladi. Bu jarayonlarning samaradorligini oshirish zamonaviy hisoblash imkoniyatlaridan hamda matematik modellashtirish vositalaridan foydalanish zaruriyatini tug'diradi [4].

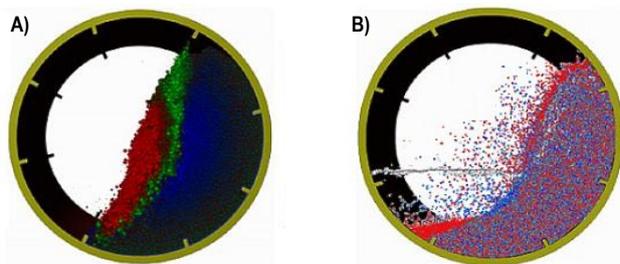
2-jadval

Tegirmonlarning turlariga qarab koeffitsientlarning qiymatini aniqlash

No	Tegirmon turlari	c – koeffitsienti qiymatlari
1.	Markaziy bo'shatuvchi sterjenli tegirmonlarda	1/1800
2.	Markaziy bo'shatuvchi sharli tegirmonlarda	1/1200
3.	Panjarali bo'shatuvchi sharli tegirmon	1/1470
4.	O'z-o'zini yanchuvchi tegirmonlarda	1/1200



5-rasm. DEM (discrete element method) yordamida modellashtirilgan tegirmon oqimining namunasi



6-rasm. (A) qattiq faza-faqat yaqinlashishga asoslangan (asosiy DEM) va (B) DEM ni (SZG) bilan birlashtirib, ham qattiq, ham suyuq fazalar hisobiga asoslangan dem zarrachalar oqimini 3D modellashtirishga misol [9]

Texnologik jarayonlar taxlilining mavjud matematik modellari normativ sharoitlarda yoki shunga yaqin adabiyotlarda ko'rib chiqilgan texnologik jarayonlarning ishlashi, odatda, evristik va statistik tasavvurga asoslangan usullardan foydalaniladi. Obektlarning keng doirasini yaratish sharoitida matematik modellashtirishdan foydalanish maqsadga muvofiqdir, chunki bu yondashuv obektiv funktsiya tomonidan qaralayotgan muammo bartaraf yetish masalasida samaraliroqdir.

Kompyuterlashtirilgan rejimda ishlaydigan zamonaviy boshqaruv tizimlari sharoitida ilmiy savollar va ularning yechimlarini yaratish orqali

texnologik ishlab chiqarish rejimlarining buzilishi va bir vaqtning o'zida mumkin bo'lgan nosozliklar yuzaga kelishi mumkin.

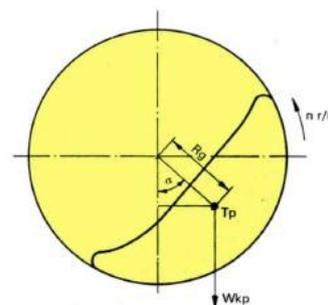
Bu xavfli texnologik vaziyatlarning yuzaga kelishini taxmin qilish uchun tizimlarni yaratishda rasmiylashtirilgan yondashuv tufayli himoya qulflarini faollashtirish yoki texnologik jarayonda ishlatiladigan asbob-uskunalar qisman ishdan chiqishi tufayli normal ishlab chiqarishni to'xtatishda pasayishlar aniqlangan bir qator korxonalarining ijobiy xususiyatlari bilan tasdiqlanadi [6].

Tegirmonning solishtirma unumdorligi tegirmonning hajmiga qarab:

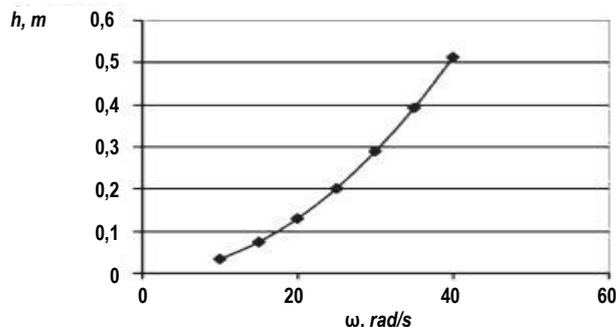
$$N = c \cdot W \cdot R_g \cdot n \quad (1)$$

bu yerda: c – doimiy, xususan, a zaryadining o'rtacha moyilligini hisobga oladi; W – sharning vazni; n – aylanish tezligi; R_g – egirmon markazidan tortishish markazigacha bo'lgan masofa.

Agar n tegirmonning aylanish tezligi uchun qabul qilingan bo'lsa, sharli tegirmonlarida c – koeffitsienti qiymatlari quydagicha bo'ladi (2-jadval) [7].



7-rasm: Tegirmonni harakatga keltirish uchun zarur bo'lgan quvvat muvozanat holatida



8-rasm Ag'daruvchi jism ko'tarish balandligining sathga bog'liqligi tavsifi

Muallif kichik fraksiyonlarning massasini katta fraksiyonlarning quyidagi sinflariga qisqa vaqt talab qiladigan kichik fraksiyonlar massasini belgilash orqali hisoblash xarajatlarini kamaytirish usulini taklif qiladi. Shunday qilib, hisoblash vaqtining ortishi tufayli uning tezligi muvaffaqiyatli kamaydi, bu esa mavjud modellarda bo'lgani kabi, lekin ko'proq moslashuvchanlik bilan DEM yordamida (5-6-rasm) kabi energiya sarfini simulyatsiya qilish imkonini berdi. Sharli tegirmonlarda maydalash jarayonini optimallashtirish va tavsiflash vositasi sifatida DEM ning rivojlanishiga yana bir muhim hissa silliqlangan zarrachalar gidrodinamikasini (SZG) kiritish bo'ldi [8, 9].

Chap tomonda (a) zarralar diametri bo'yicha bo'yalgan, quyuq ko'k-eng kichik va qizil – eng katta. O'ng tomonda (B) zarralar tezlik bilan bo'yalgan – ko'k rang eng sekin, qizil esa eng tez [8].

Nisbiy normal reyaksiya formulasi:

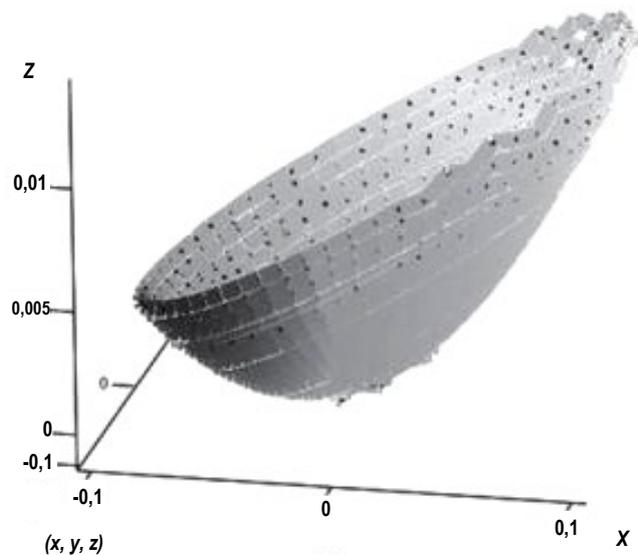
$$N = \left[\omega^2 \cdot E + \omega^2 \cdot R \left(\frac{k}{1+k} \right) \cdot \cos \left(\frac{\omega t}{1+k} \right) - 2 \cdot \omega \cdot v_x + g \cdot \cos \alpha \right] \quad (2)$$

$$\left(\omega^2 \cdot x + \omega^2 \cdot R \cdot \frac{k}{1+k} \right) \cdot dx + \omega^2 \cdot y dy - g dz = 0 \quad (3)$$

$$z = z_0 + \frac{\omega^2 \cdot r}{g} \cdot \left(\frac{r}{2} + R \cdot \frac{k}{1+k} \cdot \cos \theta \right) \quad (4)$$

Bunda $\theta - F_1$ va F_2 kuch vektorlari orasigi masofa.

Tenglamaga ko'ra hisoblashlar shuni ko'rsatdiki, an'anaviy aylanuvchi silindrdagi kabi hajm muhitda parabolik shaklida taqsimlanadi, lekin qo'shimcha inersiya kuchining ta'sir tekisligida (haydovchi bo'ylab) koordinata bo'ylab og'adi (7-9-rasm). Shunday qilib, turli xil yuqori tezlikli sharli tegirmonlarda yuklash harakatining matematik



9-rasm. Barabanda suyuqlikning taqsimlanishining uch o'ichovli tizimdagi ko'rinishi

modellarini tuzish bo'yicha keng qamrovli ishlar amalga oshirildi. Modellar klassik mexanika qonunlariga asoslanadi, lekin ularning aksariyati yuklama elementlari orasidagi o'zaro ta'sirni hisobga oladi. Shu maqsadda gidromexanika va ommaviy muhit mexanikasining ayrim qoidalari ishlatilgan. Barcha modellar amaliy dasturiy paketlar yordamida hisoblash algoritmlari shaklida sinovdan o'tkazildi va amalga oshirildi.

Bibliografik ro'yxat:

1. Pivnyak G.G., L.A.Vaysberg, V.I. Kirichenko, P.I. Pilov, V.V. Kirichenko «Yanchish texnologiyasi va energetikas». – Moskva: «Ruda i Metalli» nasriyot uyi, 2007 y. 7-8 betlar.
2. Von Ow T.R., Gerhard B. «Ring-gearred mills operated with frequency converter (much more than just variable speed)». «SME Annual Meeting» Feb. 28-Mar. 2010, Phoenix, AZ, pp. 4-6.
3. Shilov V.I., Tyukov N.S., Kostenko V.I. Ovdorskiyning ishlab chiqarish faoliyati uchun energiya ta'minoti tizimlarini rivojlantirish va takomillashtirishning asosiy yo'nalishlari. – Moskva: Gorniy jurnal, 2012. – № 10. 5-7 betlar.
4. Bogatikov V.N. Kulakov A.G. Reev S.N. Yopiq siklli uzluksiz birlikda silliqlash paytida material hajmini kamaytirishning texnologik jarayonini simulyatsiya model-lashtirish. Trudi Kol'skogo nauchnogo sentra RAN. – № 2. – Apatity, 2006 y. 6-7 betlar.
5. Palyux B.V. Kimyoviy ishlab chiqarishning operasion ishonchligini avtomatlashtirilgan boshqarish tizimini qurish va rivojlantirish asoslari. Texn. fanl. dokt. diss. (05.13.06). – Moskva, 1991. – 360 bet.
6. Zlatorunskaya G.E. Maydalangan rudaning parchalanuvchanligini uning granulometrik xarakteristikalarini bo'yicha baholash. Obogashenie rud. – № 2. – Moskva: «Ruda i Metalli» nasriyot uyi, 1985 y. – 5 bet.
7. Ishnazarov O.X. Mavlonov J.A. Basic Directions of Improvement and Improvement of Efficiency Ore Grinding International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 6, Issue 4, April 2019. – India, pp. 2-4.
8. Cleary, P.W.; Morrison, R.D. Prediction of 3D slurry flow within the grinding chamber and discharge from a pilot scale SAG mill. Miner. Eng. 2012, 39, pp. 184-195.
9. Jahani Chegeni M. Combined DEM and SPH simulation of ball milling. J. Min. Environ. 2019, 10, pp. 151-161.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ



Махмадали Б.Н.,
ректор
Горно-металлургического
института Таджикистана,
д.э.н., профессор

Barqaror rivojlanishni ta'minlash uchun boshqa mamlakatlar tajribasini o'rganish va ularni yangi sharoitlarga moslashtirish va qo'llash asosida tabiatdan foydalanish mexanizmini ishlab chiqish zarur. Emissiyaviy imtiyozlar savdosi uchun ichki bozorlarning yaratilishi uning barqaror rivojlanishini ta'minlash uchun hududlarda ekologik va iqtisodiy mexanizmlarni boshqarish jarayonini takomillashtirish imkonini beradi.

Tayanch iboralar: *ekologiya, atrof-muhit, iqtisodiyot, ETS, amalga oshirish, mintaqaviy iqtisodiyot.*

Для обеспечения устойчивого развития необходимо развивать механизм природопользования на основе изучения опыта других стран, их адаптации и применения к новым условиям. Создание внутренних рынков по торговле квотами на выбросы, позволит усовершенствовать процесс управления эколого-экономических механизмов в регионах для обеспечения устойчивого её развития.

Ключевые слова: *экология, окружающая среда, экономика, ETS, внедрение, региональная экономика.*

В декларации «Будущее, которое мы хотим», принятой в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН в 2012 г. [1], определены основные принципы перехода к устойчивому развитию, подразумевающему экономический и социальный прогресс при условии сохранения благоприятной окружающей среды. На Саммите ООН в сентябре 2015 г. были подведены итоги реализации человечеством Целей развития тысячелетия и приняты новые Цели устойчивого развития на 2016–2030 гг. В повестке дня до 2030 г. рекомендовалось всем государствам-членам подготовить национальные программы, охватывающие аспекты перехода к устойчивому развитию [2].

В условиях перехода к рыночной экономике среди специальных механизмов и инструментов, ориентированных, прежде всего на отрасли основанные на использовании природных ресурсов, первичный сектор экономики, а также на регулирование природоохранной деятельности в других отраслях, выделяется широкий круг потенциально эффективных эколого-экономических регуляторов. К последним относятся платность природопользования, формирование системы льгот, субсидий, кредитов для природоохранной деятельности, продажа прав (разрешений) на загрязнение, штрафные санкции в части деятельности, наносящей ущерб окружающей среде, создание рынка экологических услуг и многое другое.

Размер платежей за загрязнение, промышленные отходы и природные ресурсы в Республике Таджикистан, мало изменился за последние 10 лет, даже с учетом инфляции, по сравнению с необходимыми затратами, связанными с восстановлением окружающей среды и смягчением неблагоприятных последствий использования окружающей среды. Ежегодно налагается много штрафов предприятиям за различные экологические нарушения, но установленная и взыскиваемая сумма недостаточна по отношению наносимых ущербов природе [3].

Многие из экономических инструментов, чрезвычайно важных для развития экологического предпринимательства и бизнеса, могут быть созданы на региональном уровне. Говоря иначе, экономические методы предоставляют субъектам больше свободы в выборе вариантов снижения выбросов загрязнений, позволяют более эффективно решать поставленные перед ними задачи, исходя из реальных возможностей, однако не могут полностью заменить административные методы (или методы прямого регулирования).

Ведущим звеном в системе платности природопользования должны стать платежи за природные ресурсы, т.е. денежное возмещение природопользователем общественных затрат по изысканию, сохранению, восстановлению используемого природного ресурса, а также издержек, которые общество понесёт в будущем для возмещения или адекватной замены эксплуатируемого ресурса.

В Таджикистане вопрос о денежном возмещении ущерба, нанесенного природной среде, представляется проблемным и сложным, поскольку сталкивается с проблемой неплатежеспособности хозяйственных агентов и населения.

Всё многообразие методик по установлению платежей соответствует двум рассмотренным в работе концептуальным подходам - «затратному» и «ущербному». «Ущербный» подход основывается на учёте экономических последствий загрязнения окружающей среды и позволяет реализовать принцип возмещения ущерба, что в наибольшей степени соответствует требованиям формирующихся рыночных отношений, однако при этом не берётся в расчёт реальная платёжеспособность предприятий-загрязнителей. В силу этого официальные нормативно-методические документы, разработанные в конце 80-х годов, базируются на затратном подходе определения нормативов платежей, которые рассчитываются на основе затрат, необходимых для обеспечения требуемого качества окружающей среды. Как показывает мировой опыт, введенные платежи представляют собой аналог налога за загрязнение окружающей среды, а не объективную экономическую оценку ущерба окружающей среде, выполняющую функцию по стимулированию предприятий-загрязнителей к внедрению природоохранных технологий и снижению тем самым антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Важным аспектом экономического регулирования экологической сферы является грамотный подход в организации финансирования и кредитования природоохранной деятельности. В условиях экономического кризиса, возможности бюджетного финансирования весьма ограничены и задача государства состоит в том, чтобы обеспечить функционирование эффективного механизма финансирования природоохранной деятельности за счёт предприятий-загрязнителей. Реализовать этот механизм позволяют внебюджетные фонды охраны природы, формируемые за счёт поступления платежей за загрязнение окружающей среды, компенсационных сумм за возмещение ущерба, штрафов за нарушение природоохранного законодательства и т.п.

Экологические фонды обычно носят перераспределительный характер: средства поступают от загрязнителей и им же возвращаются на конкретные природоохранные мероприятия или идут на улучшение экологической обстановки в целом. Это позволяет координировать экологическую деятельность и приводить ее в соответствии с общими целями экологической политики.

В последнее время одним из эффективных рыночных инструментов экологической политики считается торговля квотами на загрязнение. Другие инструменты как запреты или предписания признаются эффективными для защиты от острых и краткосрочных экологических угроз, однако считаются недостаточно действенными для долгосрочного снижения ущерба экологической ситуации, достижение которого требует больших издержек.

Идея торговли эмиссионными квотами была представлена в 1968 г. канадским экономистом Джоном Дэйлсом, который предложил создать рынок прав на загрязнение, чтобы ограничить загрязнение водоёмов промышленностью. Совершенно новым в этой идее было то, что правительства стран могли установить конкретный объём суммарной загрязнённости в качестве экологической цели. После установления ограничения на выброс определённых веществ (к примеру, диоксид углерода, оксид серы, оксид азота) на определённой территории и за конкретный период времени, начинается распределение соответствующего количества квот. Верхняя граница в течение времени может постепенно снижаться. Благодаря свободной торговле этими квотами цена на сертификаты будет определяться спросом. Эмиссии, совершённые без определённой квоты, должны облагаться штрафом. В английском языке подобная практика называется *cap and trade* (ограничить и торговать) [4].

Планирование мер по регламентации торговли квотами на выбросы началось с 2000-х гг., однако запуск системы торговли квотами (СТК) требовал проработки множества правовых и технических вопросов, что заняло достаточно долгое время. Впервые полноценная система торговли квотами появилась в 2005 г. в Европейском Союзе, в 2008 г. к ним добавились СТК Швейцарии

и Новой Зеландии. В Азиатско-Тихоокеанском регионе (далее – АТР) новозеландская СТК долго оставалась единственной – следующая система торговли квотами в регионе была запущена в Южной Корее лишь в 2015 г. [5]

С 2005 г. в странах Евросоюза работает Система торговли эмиссионными квотами (ETS) — крупнейший в мире подобный инструмент борьбы с глобальным потеплением. Каждая страна согласует с Еврокомиссией национальный «потолок» по выбросам парниковых газов и выпускает соответствующий объём разрешений (EUA) из расчета одно разрешение на *тонну* CO₂. EUA — это своего рода ценная бумага: предприятия получают их на аукционах и ежегодно отчитываются национальным правительствам по их использованию. Если нужды предприятия требуют большего количества EUA, ему приходится закупать их на открытом рынке. Если же компания эффективно работает над снижением выбросов, излишки документов она может продать.

Всего по состоянию на 2018 год к системе ETS подключено более 14 тыс. промышленных и энергетических предприятий из 31 страны. На указанные предприятия приходится около 40% всех выбросов парниковых газов в ЕС [6].

Глобальное потепление связано с парниковыми газами (ПГ), к которым относятся диоксид углерода, метан, закись азота и другие. Различные ПГ имеют разный период времени, в течение которого они сохраняются в атмосфере, и различное влияние на потепление. По мере роста выбросов (*рис 1*) повышается и глобальная температура планеты – связь, лежащая в основе процесса изменения климата.

По мнению специалистов, стоимость эмиссионных квот на европейском рынке к 2030 г. может вырасти до 100 евро за *t* выброса условной CO₂ эквивалента. Такое решение заставит загрязнителей атмосферы активнее искать альтернативные источники энергии с низким уровнем выбросов. Стоимость квот до 2019 г. не превышала 10 евро. Однако средняя цена тонны CO₂ в 2019 – 2020 гг. составила 25 евро за *t* CO₂ а в начале 2021 г., цена поднялась выше 50 евро за *t* [7].

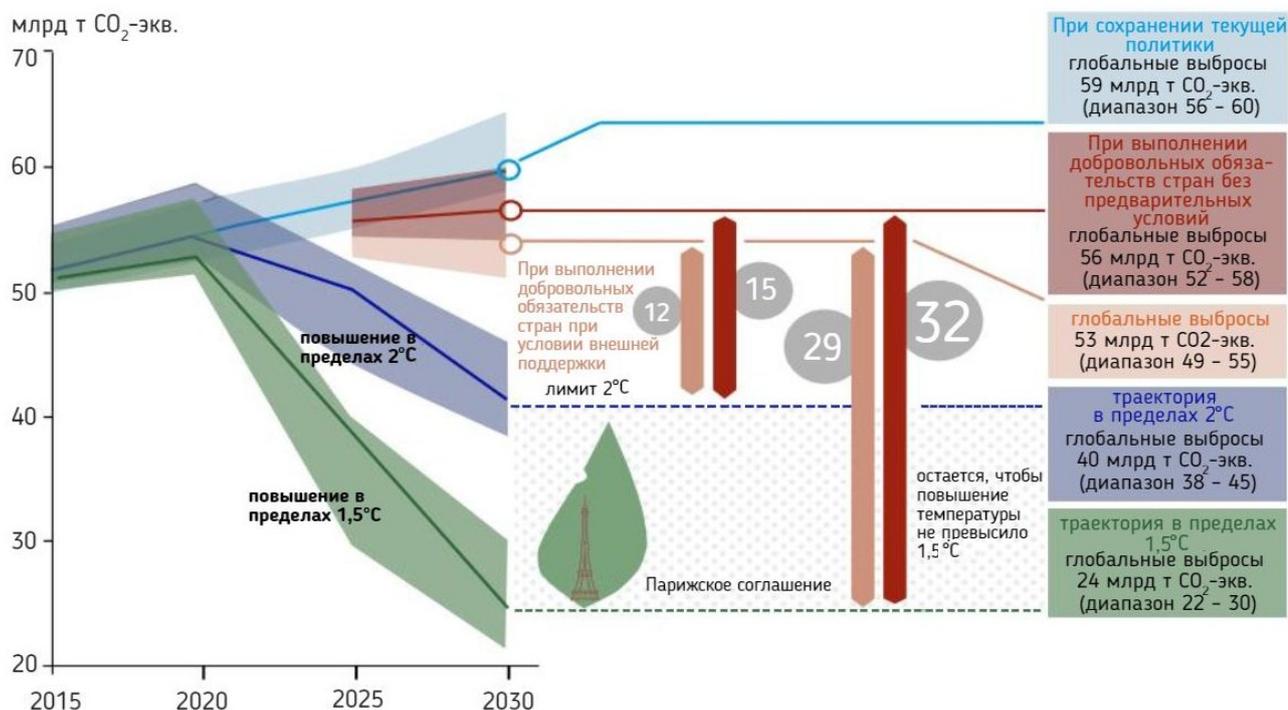


Рис. 1. Мировые выбросы парниковых газов при различных сценариях развития и разрыв между объёмом выбросов и поставленными целями к 2030 г.

За последние десятилетие страны Центральной Азии добились заметного прогресса в интеграции вопросов изменения климата в хозяйственное планирование и принятие решений по всем отраслям. Все государства разработали и представили свои определения на национальном уровне вклады в глобальные усилия по борьбе с изменением климата в рамках Парижского соглашения и в настоящее время пересматривают свои цели по изменению климата. Расширяется политический и ведомственный интерес к решению проблемы изменения климата, которая ранее была лишь в сфере внимания природоохранных ведомств и гидрометеорологических служб [8].

На рис. 2 представлены данные по выбросам парниковых газов в странах Центральной Азии, график которого построен на основе национальных сообщений стран для РКИКООН (данные за 2010-2018 гг.). Более 80% выбросов парниковых газов в Центральной Азии приходится на энергетический сектор. Казахстан и Узбекистан лидируют по объему выбросов. Мощный гидроэнергетический потенциал Таджикистана позволяет избежать крупных выбросов в энергетике, поэтому большая часть выбросов парниковых газов здесь приходится на сельское хозяйство.

Одним из ключевых политических мероприятий по сокращению выбросов парниковых газов является установление цены на эти выбросы: цены на углерод либо непосредственно через углеродный налог, либо путем ограничения этого количества с помощью системы ограничения и торговли, такой как система торговли выбросами (далее СТВ). Данная методика увеличивает стоимость

выбросов парниковых газов, устраняя первопричину изменения климата и создавая стимулы для пересмотра отношения к этому вопросу. Ценообразование на углерод может предложить правильные условия для столь необходимого крупномасштабного перехода к низкоуглеродной экономике, посылая сильный и эффективный ценовой сигнал [9].

Существуют два основных подхода к ценообразованию на углерод: системы торговли выбросами (СТВ) и налоги на углерод. Налог на выбросы углекислого газа – это плата, взимаемая с суммы выбросов парниковых газов от охваченных предприятий, обычно в виде фиксированной цены за тонну выпущенного CO₂. Схемы торговли квотами на выбросы, также обычно называемые системами «ограничение и торговля», устанавливают общий уровень выбросов парниковых газов, которые могут быть выброшены всеми участниками схемы. Участники должны получить разрешение (именуемое «квота на выбросы») на каждую тонну выбрасываемого ими CO₂, но также могут торговать этими разрешениями с другими организациями. Отрасли с избытком прав на выбросы могут продавать свои разрешения тем, у кого недостаточно прав на выбросы, что обеспечивает более высокую степень гибкости. В случае СТВ цена на углерод будет формироваться из баланса между наличием прав на выбросы (ограничения) и спросом на права на выбросы для покрытия выбросов парниковых газов [10].

В Таджикистане система ценообразования на углерод находится в стадии зарождения. По данным регионального диалога по вопросам углеродного ценообразования (REdiCAP), страна планирует создать нормативно-правовую базу для MRV к 2025 г. и создать систему ценообразования к 2030 г. The REdiCAP в Центральной Азии был совместно организован Рамочной конвенцией ООН об изменении климата (РКИК ООН), экономической и социальной комиссией ООН для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО ООН), программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Программой Развития ООН (ПРООН) и Азиатским банком развития (АБР). Основными препятствиями на пути внедрения механизма ценообразования на углерод в стране являются организационный, финансовый, информационный и кадровый потенциал. Надлежащий процесс имеет решающее значение для эксплуатации системы мониторинга, отчетности и проверки, которая в настоящее время отсутствует.

Внедрение механизмов управления эколого-экономических отношений, требуют исследования реализуемых методов в других развитых странах и постепенной адаптации эффективных подходов в странах, в которых еще не внедрены такие механизмы. Создание внутренних рынков по торговле квотами, в котором регулятором будет являться государство, основными функциями которого будут: установление рыночных цен на квоты, а также определение принципов торговли правами на выбросы парниковых газов, обеспечение контроля за выбросами парниковых газов, позволит усовершенствовать процесс управления эколого-экономических механизмов в регионах для обеспечения устойчивого её развития.

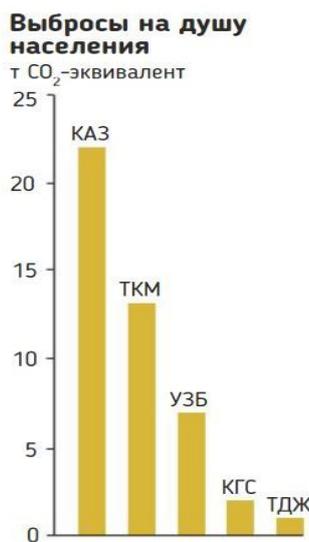


Рис. 2. Выбросы парниковых газов

Библиографический список:

1. *The Future We Want. Outcome of Rio+20 United Nations Conference on Sustainable Development* (2012). Rio de Janeiro.
2. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015.* http://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70d1_en.pdf.
3. *Таджикистан: Окружающая среда. Экологический отчет // Комитет охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан, – 2018. – 100 с.*
4. *Торговля эмиссионными квотами.* <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
5. *Системы торговли квотами на выбросы парниковых газов в Азиатско-Тихоокеанском регионе // Департамент многостороннего экономического сотрудничества Минэкономразвития России // <https://economy.gov.ru/material/file>. pdf.*
6. *Как экологическая политика влияет на бизнес и рынок труда.* <https://trends.rbc.ru/trends/green> (дата обр. 09.10.2021).
7. *Стоимость европейских квот на выброс CO₂ может превысить 100 евро/т к 2030 г.* <https://www.vesti.ru/finance/article/2583130> (дата обращения: 14.01.2022 г.).
8. *Изменение климата в Центральной Азии. Иллюстрированный обзор. РЭЦЦА. – 2020. – 75 с.*
9. *Доклад регионального диалога по ценообразованию на углерод (REdiCAP). UNEP, 2021. – 27 с.*
10. *Carbon Tax Center. What's a carbon tax? [Online]. Available: <https://www.carbontax.org/whats-a-carbon-tax/> [Accessed: 03-Feb-2021].*

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ МИКОЗОВ СТОП



Рахматов А.Б.,
руководитель отдела Генодерматозов,
руководитель научной лаборатории по изучению
проблем микозов РСНПМЦДВиК МЗ РУз,
главный дерматовенеролог МЗ РУз.,
д.м.н., профессор



Абидова З.М.,
врач дерматовенеролог
клиники «Акфамедлайн», д.м.н.



Икрамова Н.Д.,
врач дерматовенеролог
РСНПМЦДВиК, научный сотрудник

Maqolada kasallikning klinik shakliga qarab oyoq panja mikozi bilan og'riqan bemorlarda immunitet tizimining holati o'rganildi. Oyoq panja mikozi barcha klinik shakllarida immunitet tizimining ishlashida buzilish mavjud bo'lib, bu immunitet tizimining hujayrali va gumoral qismlarining nomutanosibligi, shuningdek, o'ziga xos bo'lmagan himoya funksiyasining pasayishi bilan ifodalanadi. tananing. Immunitet tizimidagi aniqlangan buzilishlarni tiklash uchun Wobenzym ferment preparatidan foydalanish an'anaviy terapiyaga qaraganda immunitet tizimidagi aniqlangan muvozanatni tiklashda aniqroq ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Tayanch iboralar: oyoq panja mikozi, klinika, onikomikoz, immunitet tizimi, Vobenzim, terbinafin.

В статье изучено состояние иммунной системы у больных микозом стоп в зависимости от клинической формы заболевания. Во всех клинических формах микоза стоп отмечается нарушение в работе системы иммунитета, который выражается дисбалансом как клеточного, так и гуморального звеньев иммунной системы, а также снижением функции неспецифической защиты организма. Применение энзимного препарата Вобэнзим для восстановления выявленных нарушений в иммунной системе оказывает более выраженный положительный эффект в восстановлении выявленного дисбаланса в системе иммунитета, чем при традиционной терапии.

Ключевые слова: микоз стоп, клиника, оникомихоз, иммунная система, вобэнзим, тербинафин.

По данным ВОЗ наступившее столетие будет ознаменовано ростом грибковых заболеваний, средний уровень которого уже достиг 25% [1-3].

В общей структуре заболеваемости микозами ведущие позиции занимают поверхностные микозы, а среди них – грибковые поражения стоп, при котором почти у половины больных наблюдаются оникомикозы. По частоте, скорости распространения и глобальности микозы стоп приближаются к обычным простудным заболеваниям, их не случайно называют «всемирной заразой», «возмездием цивилизации» [4-6].

У больных микозом стоп непостоянство грибковой флоры обуславливает изменение спектра возбудителей. Так если до 40-х годов во многих странах мира преобладали микозы стоп, вызванные *T.g.interdigitali*, то в последние годы отмечается рост *T.g.rubrum* (до 10-15%), а среди военнослужащих, рабочих некоторых производств достигает до 20-95% [7, 8].

Факторами способствующими экспрессии микозов стоп, являются необоснованное широкое применение антибиотиков, цитостатических, кортикостероидных препаратов, заболевания сердечно-сосудистой, эндокринной систем, снижение иммунного статуса населения, ухудшение санитарно-гигиенической обстановки [8, 9].

Определенное значение в клиническом течении и прогнозе микозов стоп придает естественным защитным системам организма. Гафаров М.М в своих исследованиях отмечает, что при микозе стоп наблюдается снижение содержания Т- и В-лимфоцитов, Ig А, а также нарушения комплементарных розеткообразующих функций нейтрофилов. Из неспецифических факторов указывается на недостаточную функциональную

активность лейкоцитов, отклонение как гуморальных, так и клеточных иммунологических показателей [10].

Микозы стоп характеризуются высокой контагиозностью, поражением кожи стоп, кистей и ногтей пластинок, хроническим течением и резистентностью к проводимой терапии, а также поражением лиц наиболее работоспособного возраста, что определяет медико-социальную значимость проблемы. Микозы стоп за счет иммунодепрессивного, аллергологического воздействия *T.g.rubrum* нередко оказывают выраженное негативное воздействие на качество жизни и общее состояние здоровья больных, ограничивают физическую активность, нередко являются причиной нетрудоспособности, источником заражения других людей, сопровождаются различными осложнениями, утяжеляют клинику сопутствующих заболеваний [4, 11, 12].

Климатические условия Узбекистана, в частности, сочетание жаркого климата и повышенной влажности, создающие благоприятные условия для роста и развития грибов, являются одним из важных факторов высокой заболеваемости населения республики дерматомикозами [2, 11].

В возникновении микозов стоп к патогенетическим факторам относятся анатомо-физиологические особенности организма: узкие межпальцевые промежутки, плоскостопие, деформация пальцев, гипо- и гипергидроз, мацерация рогового слоя кожи, изменение pH поверхности кожи. Также развитию заболевания способствует недостаточный гигиенический уход за кожей ног, перегревание и переохлаждение, мелкие травмы кожи, большие нагрузки при ходьбе, длительное ношение резиновой обуви [13, 14]. Кроме того, сухость кожи, снижение сало- и потоотделения создают благоприятные условия для развития кератинофильных грибов [9, 14, 15].

В настоящее время, несмотря на большие успехи в лечении и профилактике грибковой инфекции, терапия микозов стоп и онихомикозов остаются весьма актуальной проблемой. Общепринятые методы лечения включают комплексное лечение с применением противогрибковых препаратов и местных кератолитических средств. Однако эффективность традиционной терапии часто бывает невысокой. Это диктует необходимость назначения комбинированного лечения микозов и онихомикозов стоп с применением системного и местного антимикотика.

В новый век медицина вступила с развитым направлением медицинской микологии. Последние десятилетия называли даже «золотым веком» медицинской микологии, подразумевая успехи, достигнутые в диагностике и лечении микозов и грибковых инфекций человека [16-18]. Актуальность проблемы микозов, ставшая особенно заметной с середины XX века, на фоне успехов антибактериальной терапии, нашла адекватный ответ гораздо позднее, с разработкой современных противогрибковых средств. Сегодня список доступных антимикотиков включает около 10 системных и десятки местных препаратов [18, 19].

Общепризнанной считается высокая эффективность, хорошая переносимость того или другого антимикотика и низкий процент побочных осложнений. Одним из таких препаратов является антимикотик из группы аллиламинов – тербинафин. Тербинафин имеет широкий спектр противогрибкового действия относительно инфекций кожи, волос и ногтей, вызванных такими дерматофитами, как *Trichophyton* (например, *T. rubrum*, *T. mentagrophytes*, *T. verrucosum*, *T. tonsurans*, *T. violaceum*), *Microsporum* (например *Microsporum canis*), *Epidermophyton floccosum* и дрожжевые грибы рода *Candida* (например *Candida albicans*) и *Pityrosporum*. В низких концентрациях оказывает фунгицидное действие в отношении дерматофитов, плесневых и некоторых диморфных грибов. Тербинафин специфически способствует раннему этапу биосинтеза стероидов в клетке гриба. Это приводит к дефициту эргостерола и внутриклеточному накоплению сквалена, что вызывает гибель клетки гриба. Действие тербинафина осуществляется путем ингибирования фермента скваленоксидазы в клеточной мембране гриба. Этот фермент не относится к системе цитохрома P450. При приеме внутрь препарат накапливается в коже в концентрациях, обеспечивающих фунгицидное действие препарата. Тербинафин больше всего накапливается в дерме, роговом слое кожи, жировой ткани, волосных фолликулах, ногтях и волосах [20, 21]. Препарат не обладает эмбриотоксичностью, тератогенным и мутагенным действием. Под влиянием терапии тербинафином улучшаются показатели клеточно-опосредованного иммунитета, что связывают с высвобождением большого количества антигенного материала в результате гибели грибковых клеток [22].

Несмотря на широкий выбор эффективных противогрибковых средств, трудности лечения микозов стоп, особенно, онихомикозов, ограничение доступных и дешевых методов противогрибковой терапии указывает о целесообразности дальнейшего совершенствования методов лечения и разработки новых схем комбинированной терапии больных микозами стоп с учетом состояния иммунной системы.

Целью нашего исследования явилось изучить некоторые показатели иммунного статуса у больных с различными клиническими формами микоза стоп и провести коррекцию выявленных нарушений препаратом Вобэнзим.

Материал и методы. Под наблюдением находились 78 больных с различными клиническими формами микоза стоп в возрасте от 18 до 62 лет. Контрольную группу составили данные 22 практически здоровых лиц в возрасте от 20 до 40 лет.

Распределение больных по возрасту показало, что среди обследованных больных в возрасте от 18 до 30 лет было 21 (26,9%), 31-40 лет – 9 (11,5%), 41-50 лет – 27 (34,6%), 51-60 лет – 16 (20,5%)

и старше 60 лет – 5 (6,4%) лиц. Из числа обследованных большое количество больных было в возрасте активной трудоспособности – 73 (93,4%).

Клинические наблюдения за больными микозами стоп позволили обобщить некоторые особенности течения, характерные отдельным категориям больных микозами стоп.

По клиническим формам все больные были распределены следующим образом: сквамозная форма микоза стоп была у 23 (29,5%), интертригинозная – у 19 (24,4%), дисгидротическая – у 17 (21,8%) и онихомикоз у 19 (24,4%) больных.

Сквамозная форма микоза стоп характеризовалась на слабо гиперемизированном фоне наличием отрубевидного, муковидного шелушения свода стоп. Для начальных стадий сквамозной формы типичным было умеренное шелушение подошвы и межпальцевых складок, поверхностные трещины. У части больных процесс распространялся на латеральные поверхности стоп, сгибательные и боковые поверхности пальцев, где была заметна граница из отслоившегося эпидермиса.

При интертригинозной форме микоза стоп чаще выявлялось поражение III и IV межпальцевых складок стоп. Кожа складок становилась насыщенно-красной и отечной, присоединялось мокнутие и мацерация. Роговой слой был разрыхлен, мацерирован и отслоен. У большинства больных с данной формой заболевания наблюдались трещины, окаймленные отслоившимся, подрывтым, мацерированным эпидермисом; эрозии, покрытые гнойно-кровянистыми корками.

Дисгидротическая форма микоза стоп характеризовалась распространением воспалительного процесса на боковые и тыльные поверхности стоп, тотальным поражением ногтей по гипертрофическому типу, врастанием ногтей в окружающие мягкие ткани и подногтевым гиперкератозом.

Сопутствующий онихомикоз в большинстве случаев характеризовался гипертрофическим типом поражения ногтевых пластин.

Оценку состояния иммунной системы проводили по экспрессии антигенов CD-дифференцировочных и активационных. Определение маркеров иммунокомпетентных клеток проводили методом непрямого розеткообразования с использованием иммунореагента – эритроциты человека 0 (I) группы Rh -, нагруженных через 3% раствор хлорогенового хромо моноклональными антителами (производство ООО «Сорбент», Москва, РФ) специфичности CD3 – для рецепторов T-лимфоцитов, CD4 – для T-хелперов/индукторов, CD8 – для T-супрессоров/цитотоксических лимфоцитов, CD20 – для B-лимфоцитов, CD16 – для естественных киллеров [23].

Концентрацию сывороточных иммуноглобулинов (Ig) классов A, M, G определяли по методу Mancini G. et al. [24], фагоцитарную активность нейтрофилов крови - методом, предложенным Hergscowitz H.B. et al. [25] и количество циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) в сыворотке крови – методом M. Digeon [26]. Результаты исследования статистически обрабатывали с помощью стандартных методов вариационной статистики с применением t-критерия Стьюдента, по прикладной программе «Excel-Office-2016» на компьютере Pentium IV.

Результаты и обсуждение. Результаты исследования иммунного статуса больных микозом стоп показали (табл. 1), что у больных общей группы до начала лечения отмечается снижение относительного количества CD3-клеток в 1,2 раз, CD4-клеток в 1,3 раз, тогда как количество CD20-клеток повышается в 1,5 раз и CD16-клеток в 1,6 раз по отношению к данным группы контроля. Уровень CD8-клеток оставался в пределах нормы.

При исследовании концентрации сывороточных иммуноглобулинов выявлено, что у больных данной группы наблюдалось достоверное снижение уровня трех классов иммуноглобулинов IgA, IgM и IgG (p<0,05).

Наиболее выраженные изменения наблюдались при определении в сыворотке крови количества ЦИК. В данной группе отмечалось более 2-х кратное увеличение уровня ЦИК по сравнению с группой контроля.

Известно, что определённую роль в борьбе с инфекционным агентом играют клетки неспецифической защиты организма. К ним относятся клетки способные к фагоцитозу чужеродных частиц. В этой связи представлял интерес изучения фагоцитарной активности нейтрофилов у больных микозом стоп.

Анализ результатов исследования показал, что если у здоровых лиц каждый отдельно взятый нейтрофил поглощает в среднем $7,02 \pm 0,39$ фагоцитарных частиц (ФЧ), то у больных микозом стоп этот показатель был снижен и в среднем составил $5,39 \pm 0,07$. Наряду с этим фагоцитарный индекс (ФИ) у больных микозом стоп также был снижен в 1,3 раз по сравнению с контрольной группой.

Полученные нами данные свидетельствуют, что в целом у больных микозом стоп наблюдается нарушение в иммунной системе, а также снижение функции неспецифической защитной системы организма.

Анализ иммунологических показателей у больных различными клиническими формами микоза стоп выявил иммунную недостаточность, характерную для всех клинических форм заболевания.

Результаты исследования показали (табл. 1), что во всех обследованных группах наблюдалось достоверное снижение относительного количества CD3-клеток и CD4-клеток ($p < 0,05$), поглотительной способности нейтрофилов фагоцитарных частиц и фагоцитарного индекса. Более выраженное снижение отмечалось у больных дисгидротической формой микоза стоп и ониомикозом. Количество CD8-клеток во всех обследованных группах больных оставалось на уровне контрольных значений. ИРИ оставался низким независимо от формы болезни. При всех клинических формах микоза стоп отмечается достоверное увеличение относительного содержания CD20-клеток, CD16-клеток и ЦИК ($p < 0,05$), а концентрации IgA, IgM и IgG были снижены ($p < 0,05$).

Вышеизложенное свидетельствует, что во всех клинических формах микоза стоп наблюдается нарушение в работе иммунной системы, выражающееся дисбалансом как клеточного, так и гуморального звеньев иммунной системы, а также снижением функции неспецифической защиты организма. Наиболее выраженные изменения в иммунной системе отмечаются у больных дисгидротической формой микоза стоп и ониомикозом.

Исходя из того, что у больных микозом стоп выявляются изменения в иммунной системе, мы попытались скорректировать эти нарушения препаратом вобэнзим в комплексе с базисной терапией, а в качестве системной противогрибковой терапии был выбран препарат Тербинафин 250 мг по 1 таб. 1 раз в день.

Вобэнзим представляет собой комбинацию высокоактивных ферментов растительного и животного происхождения с иммуномодулирующим, противовоспалительным, противоотечным, фибринолитическим и вторичноанальгезирующим действием. Об иммуномодулирующих свойствах энзимных препаратов, в частности вобэнзима, указывались в работах ряда авторов [13-15]. Вобэнзим оказывает положительное воздействие на ход воспалительного процесса, ограничивает патологическое проявление аутоиммунных и иммунокомплексных процессов, положительно влияет на показатели иммунологической реактивности организма. Осуществляет стимуляцию и регуляцию уровня функциональной активности моноцитов-макрофагов, естественных киллерных клеток, стимулирует фагоцитарную активность клеток. Под воздействием вобэнзима снижается количество циркулирующих иммунных комплексов и происходит выведение мембранных депозитов иммунных комплексов из тканей.

Поскольку все вышеуказанные показания вобэнзима необходимы для устранения патологических процессов и восстановления выявленных нарушений в иммунной системе при микозе стоп, мы сочли целесообразным применение данного препарата при лечении данной патологии.

Вобэнзим назначали по 3 таблетки 3 раза в день в течение 15-20 дней. На 40-ой день лечения больных микозом стоп проводили повторное исследование иммунного статуса для выявления эффективности проводимой терапии на показатели системы иммунитета.

Для сопоставления полученных данных больные были разделены на две группы. В первую группу вошли 35 больных, получавшие традиционный метод лечения (группа сравнения), включавшие назначение противогрибковых препаратов, антигистаминных и десенсибилизирующих средств, биогенных стимуляторов и местно анилиновых красителей, антимикотических мазей и кремов.

Во вторую группу вошли 43 больных, составляющие основную группу, которым на фоне традиционной терапии для восстановления нарушений в иммунной системе и неспецифической защиты организма был назначен – вобэнзим.

Исследования показали (табл. 2), что у больных микозом стоп во всех клинических формах после традиционной терапии отмечается увеличение относительного количества CD3-клеток и CD4-клеток, но только при интертригинозной форме заболевания, а у больных ониомикозом уровень CD4-клеток были достоверно выше чем данных до лечения ($p < 0,05$). Содержание CD8-клеток особо не изменялось. Количество CD20-клеток у больных ониомикозом достоверно увеличилось, а у остальных группах больных были склонны к снижению. Содержание CD16-клеток во всех группах дала тенденцию к повышению. В сыворотке крови концентрация

Таблица 1

Показатели иммунного статуса у больных с различными клиническими формами микоза стоп ($M \pm m$)

Показатели иммунитета	Контрольная группа, n = 22	Больные микозом стоп, n = 78	Клинические формы микоза стоп			
			Сквамозная, n = 23	Интертригинозная, n = 19	Дисгидротическая, n = 17	Онихомикоз, n = 19
CD3, %	$58,39 \pm 0,81$	$47,49 \pm 0,61^*$	$52,20 \pm 0,57^*$	$49,40 \pm 0,48^*$	$44,64 \pm 0,88^*$	$42,64 \pm 0,74^*$
CD20, %	$16,61 \pm 0,39$	$24,82 \pm 0,74^*$	$19,13 \pm 0,43^*$	$21,47 \pm 0,62^*$	$29,36 \pm 0,70^*$	$30,93 \pm 0,61^*$
CD4, %	$38,55 \pm 0,36$	$30,38 \pm 0,42^*$	$33,93 \pm 0,54^*$	$29,93 \pm 0,56^*$	$28,18 \pm 0,71^*$	$28,78 \pm 0,62^*$
CD8, %	$18,72 \pm 0,44$	$18,98 \pm 0,23$	$18,20 \pm 0,47$	$19,00 \pm 0,46$	$19,36 \pm 0,51$	$19,50 \pm 0,39$
ИРИ	$2,07 \pm 0,05$	$1,60 \pm 0,03^*$	$1,88 \pm 0,06^*$	$1,56 \pm 0,05^*$	$1,45 \pm 0,04^*$	$1,48 \pm 0,05^*$
CD16, %	$9,39 \pm 0,46$	$15,56 \pm 0,38^*$	$12,80 \pm 0,39^*$	$15,20 \pm 0,54^*$	$17,27 \pm 0,67^*$	$17,57 \pm 0,63^*$
ФЧ	$7,02 \pm 0,39$	$5,39 \pm 0,07^*$	$6,03 \pm 0,08^*$	$5,54 \pm 0,07^*$	$4,99 \pm 0,08^*$	$4,84 \pm 0,08^*$
ФИ, %	$63,94 \pm 0,67$	$49,45 \pm 0,55^*$	$53,40 \pm 0,72^*$	$50,80 \pm 0,51^*$	$48,00 \pm 0,77^*$	$44,93 \pm 0,77^*$
IgA, г/л	$2,35 \pm 0,05$	$1,08 \pm 0,04^*$	$1,23 \pm 0,09^*$	$1,01 \pm 0,09^*$	$1,13 \pm 0,10^*$	$0,94 \pm 0,06^*$
IgM, г/л	$1,42 \pm 0,06$	$1,05 \pm 0,04^*$	$1,05 \pm 0,08^*$	$0,85 \pm 0,04^*$	$1,31 \pm 0,07^*$	$1,06 \pm 0,12^*$
IgG, г/л	$12,12 \pm 0,30$	$8,24 \pm 0,20^*$	$9,08 \pm 0,25^*$	$8,27 \pm 0,24^*$	$7,80 \pm 0,65^*$	$7,64 \pm 0,37^*$
ЦИК, у.е.	$14,05 \pm 0,50$	$29,31 \pm 0,99^*$	$21,27 \pm 0,70^*$	$26,13 \pm 0,83^*$	$35,00 \pm 1,36^*$	$36,86 \pm 1,09^*$

Примечание: * – достоверность данных по отношению к контролю ($p < 0,05$)

Таблица 2

Влияние проводимой терапии на иммунный статус у больных различными клиническими формами микоза стоп (M ± m)

Показатели иммунитета	Клинические формы микоза стоп							
	Сквамозная		Интертригинозная		Дисгидротическая		Онихомикоз	
	Традиционная терапия, n = 10	Комплексная терапия, n = 13	Традиционная терапия, n = 8	Комплексная терапия, n = 11	Традиционная терапия, n = 8	Комплексная терапия, n = 9	Традиционная терапия, n = 9	Комплексная терапия, n = 10
CD3, %	52,17 ± 0,94	52,22 ± 0,76	49,57 ± 0,72	49,25 ± 0,67	45,00 ± 1,30	44,33 ± 1,28	42,17 ± 1,14	43,00 ± 1,03
	54,50 ± 0,76	56,55 ± 0,67*	52,00 ± 0,53*	54,37 ± 0,56*	48,60 ± 0,87	51,00 ± 0,97*	46,17 ± 0,94*	50,75 ± 0,65*
CD20, %	18,83 ± 0,70	19,33 ± 0,58	21,28 ± 0,97	21,62 ± 0,84	29,60 ± 1,08	29,17 ± 1,01	31,00 ± 0,97	30,87 ± 0,83
	17,67 ± 0,71	15,44 ± 0,47*	19,00 ± 0,62	17,25 ± 0,65*	26,20 ± 0,86	21,67 ± 1,05*	26,50 ± 0,85*	23,37 ± 1,05*
CD4, %	33,83 ± 0,91	34,00 ± 0,71	29,43 ± 0,78	30,37 ± 0,80	28,20 ± 1,20	28,17 ± 0,94	29,17 ± 0,94	28,50 ± 0,87
	35,67 ± 0,67	37,89 ± 0,65*	32,00 ± 0,75*	34,87 ± 0,67*	31,00 ± 0,89	33,00 ± 0,58*	33,00 ± 0,87	33,75 ± 0,59*
CD8, %	17,50 ± 0,76	18,67 ± 0,58	19,00 ± 0,62	19,00 ± 0,71	19,20 ± 0,86	19,50 ± 0,67	19,17 ± 0,48	19,75 ± 0,59
	17,67 ± 0,42	17,33 ± 0,47	17,86 ± 0,34	17,62 ± 0,37	18,60 ± 0,68	18,50 ± 0,56	18,00 ± 0,36	18,25 ± 0,36
ИРИ	1,93 ± 0,09	1,84 ± 0,08	1,50 ± 0,08	1,61 ± 0,07	1,44 ± 0,02	1,47 ± 0,08	1,52 ± 0,09	1,45 ± 0,06
	2,02 ± 0,05	2,20 ± 0,08*	1,78 ± 0,04*	1,97 ± 0,06*	1,68 ± 0,04*	1,78 ± 0,08*	1,78 ± 0,08	1,84 ± 0,04*
CD16, %	12,67 ± 0,67	12,89 ± 0,51	14,86 ± 0,86	15,50 ± 0,73	17,20 ± 1,16	17,33 ± 0,88	17,50 ± 0,99	17,62 ± 0,88
	11,00 ± 0,36	9,89 ± 0,45*	12,86 ± 0,67	12,12 ± 0,64*	14,80 ± 0,97	13,50 ± 0,76*	15,00 ± 0,73	13,87 ± 0,64*
ФЧ	6,00 ± 0,12	6,05 ± 0,10	5,47 ± 0,11	5,60 ± 0,10	4,96 ± 0,13	5,02 ± 0,12	4,82 ± 0,13	4,86 ± 0,12
	6,27 ± 0,12	7,04 ± 0,13*	5,88 ± 0,07*	6,31 ± 0,15*	5,42 ± 0,14	6,07 ± 0,14*	5,35 ± 0,09*	6,12 ± 0,13*
ФИ, %	53,67 ± 1,14	53,22 ± 0,98	50,86 ± 0,74	50,75 ± 0,75	48,20 ± 1,24	47,83 ± 1,08	45,17 ± 1,25	44,75 ± 1,05
	56,33 ± 0,88	59,89 ± 1,11*	53,43 ± 0,68*	55,75 ± 0,67*	51,60 ± 0,75	53,67 ± 0,76*	49,33 ± 0,88*	52,37 ± 0,68*
IgA, з/л	1,08 ± 0,11	1,33 ± 0,12	0,90 ± 0,06	1,10 ± 0,17	1,07 ± 0,08	1,17 ± 0,17	0,99 ± 0,07	0,90 ± 0,10
	1,35 ± 0,09	2,10 ± 0,07*	1,12 ± 0,06*	1,59 ± 0,14	1,29 ± 0,07	1,64 ± 0,16	1,22 ± 0,06*	1,33 ± 0,10*
IgM, з/л	0,95 ± 0,09	1,11 ± 0,12	0,85 ± 0,05	0,86 ± 0,07	1,33 ± 0,07	1,29 ± 0,12	1,09 ± 0,17	1,03 ± 0,17
	1,18 ± 0,06	1,47 ± 0,05*	1,12 ± 0,04*	1,25 ± 0,07*	1,43 ± 0,07	1,51 ± 0,06	1,24 ± 0,11	1,35 ± 0,10
IgG, з/л	8,91 ± 0,34	9,19 ± 0,36	8,36 ± 0,35	8,19 ± 0,35	8,50 ± 0,19	9,28 ± 0,91	8,13 ± 0,64	7,28 ± 0,42
	9,87 ± 0,35	11,74 ± 0,40*	9,27 ± 0,35	9,79 ± 0,28*	9,34 ± 0,24*	10,60 ± 0,59	9,10 ± 0,59	9,50 ± 0,32*
ЦИК, у.е.	21,00 ± 0,97	21,44 ± 1,01	25,14 ± 1,14	27,00 ± 1,16	33,80 ± 1,65	36,00 ± 2,13	36,83 ± 1,74	36,87 ± 1,50
	17,17 ± 0,70*	15,22 ± 0,97*	19,86 ± 0,91*	18,50 ± 0,87*	27,80 ± 1,16*	21,83 ± 1,05*	30,17 ± 1,25*	23,62 ± 1,00*

Примечание: в числителе – данные до лечения; в знаменателе – данные после лечения; * – достоверность данных по отношению к показателям до лечения (p < 0,05)

IgA была достоверно повышена у больных интертригинозной формой микоза стоп и онихомикозом, IgM – у больных интертригинозной формой и IgG – у больных дисгидротической формой заболевания, а у остальных обследованных групп больных изученные иммуноглобулины на фоне традиционной терапии были склонны к повышению. Содержание ЦИК во всех обследованных группах достоверно снизилось по сравнению с данными до лечения (p < 0,05).

Со стороны фагоцитарной активности нейтрофилов после традиционного метода лечения во всех клинических формах микоза стоп также отмечались положительные сдвиги. Однако следует отметить, что после данного метода лечения показатели иммунитета не доходят до уровня контроля.

Вышеизложенные данные свидетельствуют, что на фоне традиционной терапии у больных микозом стоп со стороны иммунной системы и неспецифической защиты организма отмечаются некоторые положительные сдвиги в сторону восстановления, однако выявленный дисбаланс в иммунной системе сохраняется.

При использовании разработанного нами комплексного метода лечения больных микозом стоп по сравнению с традиционной терапией в иммунной системе больных отмечались более выраженные сдвиги в сторону восстановления выявленного дисбаланса. После окончания комплексной терапии у больных данных групп отмечалось достоверное повышение количества CD3-клеток, CD4-клеток и снижение содержания CD20-клеток, CD16-клеток и ЦИК по сравнению с показателями до лечения (p < 0,05). Наиболее выраженные положительные сдвиги наблюдались у больных сквамозной формой микоза стоп.

При данном методе лечения у больных сквамозной формой заболевания и онихомикозом в сыворотке крови концентрация IgA достоверно увеличилась (p < 0,05), а у больных интертригинозной и дисгидротической формой микоза стоп была склонна к повышению. Уровень IgM у больных сквамозной и интертригинозной формой был достоверно выше чем данных до лечения, а у больных дисгидротической формой и онихомикозом склонен к увеличению.

Содержание IgG у больных сквамозной и интертригинозной формой микоза стоп и онихомикозом после лечения достоверно повысилось (p < 0,05), а у больных дисгидротической формой микоза стоп дала тенденцию к увеличению по сравнению с показателями до лечения.

На фоне проведенного лечения в обследованных группах наблюдалось усиление поглотительной способности нейтрофилов фагоцитарных частиц и достоверное увеличение фагоцитарного индекса по сравнению с показателями при поступлении (p < 0,05). Следует отметить, что при данном методе терапии у больных сквамозной формой микоза стоп некоторые показатели иммунитета после лечения полностью восстанавливаются.

Таким образом, разработанный комплексный метод лечения больных микозом стоп во всех клинических формах заболевания оказывает более выраженный положительный эффект в восстановлении выявленного дисбаланса в системе иммунитета, чем при традиционной терапии.

Это свидетельствует о целесообразности применения вобэнзима в комплексной терапии больных микозом стоп, у которых имеются нарушения в иммунной системе.

Библиографический список:

1. Иванова Ю.А. Анализ заболеваемости микозом стоп, кистей и онихомикозов у детей и взрослых в Алтайском крае в 2000-2017 гг. // Проблемы медицинской микологии. – Санкт-Петербург: «Роспечать», 2019. –Т. 21. – № 1. – С. 21-26.

2. Абидова З.М. Эпидемиология, диагностика и лечение микозов стоп // Сборник научных трудов НИИДуВ МЗ РУз. – Ташкент, 2003. – С. 71-73.
3. Jonathan Y.Y.P., Stephanie F.Ch., Ai L.T. *Tinea unguium* onychomycosis caused by dermatophytes: a ten-year (2005-2014) retrospective study in a tertiary hospital in Singapore Shiu Ming Pang // *Med. J. – Singapore*, 2018. – V. 59. – № 10, pp. 524-527.
4. Клишко Н.Н. Микозы: диагностика и лечение. Руководство для врачей. 3-е издание переработанное и дополненное. – Москва: «Фармтек», 2017. – 274 с.
5. Рукавишников В.М. Современные методы лечения больных микозами стоп // *Лечащий врач*. – Москва, 1999. – № 10. – С. 1-4.
6. Рукавишников В.М. Микозы стоп. – Москва: МСД, 1999 г. – 320 с.
7. Имамов О.С., Джумаев Н.Д., Махмудов С.С. Роль *Trichophyton rubrum* в этиологии микозов стоп на территории Ташкентской области за 2015-2017 гг. // *Дерматовенерология и эстетическая медицина*. – Ташкентская обл.: «Niso Poligraf», 2018. – № 3. – С. 104-105.
8. Кунакбаева Т.С. Распространенность микозов стоп у лиц среднего, пожилого и старческого возраста // *Вопросы дерматологии и венерологии*. – Алматы, 2000. – № 2. – С. 29-31.
9. Бурова С.А. Проблема грибковых заболеваний человека // *Российский журнал кожных и венерических болезней*. – Москва: «Медицина», 1998. – № 1. – С. 39-41.
10. Гафаров М.М. Этиология, патогенез, клиника и лечение больных микозами стоп в регионе с развитой нефтехимической промышленностью. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Москва, 2000. – С. 32.
11. Абидова З.М. Микозы стоп в аридном регионе: эпидемиология, патогенез, клиника, диагностика, лечение и профилактика. Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Ташкент, 2007. – С. 37.
12. Соколова Т.В., Малярчук Т.А. Эпидемиология микозов стоп (Обзор литературы) // *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. – Москва: «Нумиком», 2015. – № 1(80). – С. 70-74.
13. Рукавишников В.М., Самсонов В.А. Лечение дерматофитий с преимущественным поражением волос // *Вестн. дерматол. и венерол.* – Москва: «Российское общество дерматовенерологов и косметологов», 1996. – № 3. – С. 17-21.
14. Сергеев А.Ю., Сергеев Ю.В. Онихомикозы: грибковые инфекции ногтей. – Москва: ГЭОТАР Медицина, 1998. – 389 с.
15. Умбетярова Л.Б., Тонконогова Н.В. Этиологический спектр возбудителей в зависимости от распространенности и клинического течения микоза стоп // *Материалы II Всероссийского конгресса по медицинской микологии*. Тез. докл. – Москва, 2004. – Т. 4. – С. 81-82.
16. Буравкова А.Г., Новикова Л.А., Демьянова О.Б. О наружной терапии осложненных микозов стоп // *Проблемы медицинской микологии*. – Санкт-Петербург: «Роспечать», 2017 г. – Т. 19. – № 2. – 46 с.
17. Бялик Л.Р., Новикова Л.А. Современный взгляд на рациональную терапию микозов стоп // *Проблемы медицинской микологии*. – Санкт-Петербург: «Роспечать», 2016. – Т. 18. – № 2. – 48 с.
18. Сергеев Ю.В., Иванов О.Л., Сергеев А.Ю. Исследование современной эпидемиологии онихомикоза // *Вестник дерматол. и венерол.* – Москва: «Российское общество дерматовенерологов и косметологов», 2002. – № 3. – С. 31-35.
19. Герасимчук Е.В., Гладько В.В., Герасимчук М.Ю. Мониторинг микологической эффективности противогрибковых препаратов для наружного использования у пациентов с микозом ногтей и стоп // *Проблемы медицинской микологии*. – Санкт-Петербург: «Роспечать», 2016. – Т. 18. – № 2. – 54 с.
20. Потеева Н.С., Цыкин А.А. К диагностике и лечению генерализованной руброфитии // *Материалы II-го Всероссийского конгресса по медицинской микологии*. – Москва, 2004. – Т. IV. – С. 125-127.
21. De Doncker P., Gupta A.K., Cel Rosso J.Q. Safety of itraconazole pulse therapy for onychomycosis // *An. Update. Postgrad. Med.* – Hong Kong, 1999. – No. 8, pp.17-25.
22. Hull P.R. Onychomycosis – treatment, relapse and reinfection // *Dermatology*. – Basel, 1997. – V. 194. – Suppl. 1, pp. 7-9.
23. Залялиева М.В. Методы оценки субпопуляций лимфоцитов периферической крови у человека. Метод. рекомендации. – Ташкент, 2004. – 15 с.
24. Mancini I., Carbonara A.O., Aeromans J.F. Immunochemical quantitation of antigen by single radial immunodiffusion // *Immunochemistry*. – United States. – Marcel Dekker. – 1965. – № 2, pp. 235-248.
25. Herscovitz H.B., Holden H.T., Bellanti J.A. et al. Manual of macrophage methodology. Collection, characterization and function. // *Immunol. Ser.* 13. – New York and Basel. – Marcel Dekker. – 1981, – pp. 215-224.
26. Detection of circulating immune complex in human sera by simplified assays with polyethylene glycol // Digeon M., Zaver M., Riza I., Bach I.F. // *J. Immunol. Methods*. – Netherlands. – Elsevier BV. – 1977. – V. 16, pp. 165-183.

1M63

ТОКАРНО – ВИНТОРЕЗНЫЙ
СТАНОК



NMZ
ИЗВЕСТНОСТЬ – ЭКОНОМИКА – МЕРКТО

АО «НГМК»
Производственное объединение
«Навоийский машиностроительный завод»
www.ngmk.uz
Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879) 2276214; 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78
E-mail: informz@ngmk.uz



САНАКУЛОВ КУВОНДИК САНАКУЛОВИЧ



Герой Узбекистана, доктор технических наук, профессор, действительный член академии наук «Турон», академик Евразийской академии горных наук, действительный член Международной академии наук «Природа и общество», почётный профессор Венского университета (Австрия).

С 2008 года в должности генерального директора ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат», в настоящее время в качестве председателя правления – генерального директора АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» демонстрирует высокий лидерский и научный потенциал.

С апреля 2014 по март 2022 года работал по совместительству в должности ректора Навоийского государственного горного института, в настоящее время являясь председателем Управляющего совета по координации деятельности Навоийского государственного горно-технологического университета уделяет большое внимание повышению образовательного, научного и духовного потенциала преподавательского состава и студентов данного высшего учебного заведения.

Важной созидательной работой, проведённой по инициативе К. Санакулова, является строительство и сдача в эксплуатацию в короткие сроки Гидрометаллургических заводов № 4, 5, 7, оснащённых по последнему слову техники. На сегодняшний день они вышли на полную производительную мощность и стабильно выпускают необходимую стране продукцию. А также, благодаря реализации этих проектов, созданы новые рабочие места для инициативных, ответственных, молодых инженеров-горняков.

К. Санакулов ведёт активную деятельность по более широкому использованию возобновляемых источников энергии на производстве с привлечением учёных и специалистов в этой области. Введены в эксплуатацию фотоэлектрические электростанции, обеспечивающие электроэнергией геологоразведочные экспедиции.

В рамках проекта по выработке электроэнергии с использованием вторичного пара при производстве серной кислоты, в Северном рудоправлении налажено производство электроэнергии с использованием избыточной тепловой энергии (пара), выбрасываемой в атмосферу за счёт запуска паровой турбины мощностью 6 МВт/ч. Электроэнергия, вырабатываемая новой паровой турбиной, покрывает более 90% потребности завода по производству серной кислоты в электроэнергии.

Кувондик Санакулов твёрдо опирается на вывод о том, что развитие Навоийского горно-металлургического комбината может быть достигнуто только в сочетании науки и производства, за счёт внедрения в промышленность инновационных проектов, и добивается в этом отношении значительных результатов.

В последние годы, благодаря результатам исследований и эффективному внедрению инновационных разработок в производство, комбинат достиг стабильных темпов роста. Если обратиться к цифрам, то в 2018 году 15 патентов для научных разработок на предприятиях комбината показали экономическую эффективность в 87 млрд сумов, а в 2021 году – 20 патентов в 330 млрд сумов.

Кувондик Санакулов на протяжении многих лет наряду с трудовой деятельностью активно занимается научно-исследовательскими работами. Следовательно, он в полной мере демонстрирует свой потенциал и приверженность науке при внедрении передовых технологий в производство. В 2001 г. он получил научную степень кандидата технических наук, в 2009 г. – научную степень доктора технических наук, в 2017 г. ему присвоено научное звание профессора. Учёный К. Санакулов имеет более 400 научных работ, в том числе более 40 монографий, учебников, учебных пособий и других книг, а также более 40 патентов и авторских свидетельств на изобретения. Исходя из этого, где бы он ни работал, внедрение достижений науки в производство, реализация научного потенциала молодёжи всегда будут в центре его внимания.

На сегодняшний день профессор К. Санакулов направляет, а также руководит научными исследованиями молодых преподавателей и талантливых выпускников Навоийского государственного горно-технологического института, специалистов, работающих в подразделениях комбината и имеющих способности в области науки. Генеральный директор прекрасно владеет языком науки, и всесторонне поддерживает молодых людей, работающих над научной работой и искренне стремящихся защитить диссертацию. Под его руководством успешно защитили диссертацию 5 докторов и 4 кандидата наук.

В 2017 году по заключению специальной экспертной комиссии Всемирной организации интеллектуальной собственности ООН, под научным руководством профессора К. Санакулова, группа учёных и специалистов НГМК награждена золотой медалью «Лучший изобретатель» за разработку технологии извлечения золота из полиметаллических золотосодержащих руд.

За большой вклад в развитие промышленной отрасли, за многолетний плодотворный труд на благо развития экономического потенциала страны и успешной реализации реформ, Кувондик Санакулов награжден памятными знаками «5, 10, 15, 20, 25, 30 лет независимости Узбекистана», в 2004 году – орденом «Дружбы», в 2009 году ему присвоено почётное звание «Заслуженный работник промышленности Республики Узбекистан», в 2011 году награждён орденом «За бескорыстную службу», в 2015 году удостоен высшей награды нашей страны – звания «Герой Узбекистана» и медали «Золотая Звезда». Является полным кавалером отраслевого нагрудного знака «Горняцкая слава».

Кувондик Санакулов является сенатором Олий Мажлиса Республики Узбекистан.

Руководство АО «НГМК», АО «АГМК», ГП «Навоийуран», НГГТУ, ТГТУ им. И. Каримова, Академия наук Республики Узбекистан, Алмалыкский филиал НИТУ «МИСИС», Алмалыкский филиал ТГТУ, ООО «O'zGEORANGMETLITI», редакция журнала «Горный вестник Узбекистана», а так же друзья и коллеги поздравляют Санакулова Кувондика Санакуловича с 65-летним юбилеем и желают ему крепкого здоровья, жизненной энергии, творческих успехов и новых научных достижений.



ПЕТУХОВ ОЛЕГ ФЁДОРОВИЧ



Олег Фёдорович Петухов родился 12 августа 1952 г. в семье кадровых специалистов урановой промышленности.

В 1975 г. после окончания физико-технического факультета Томского политехнического института по специальности инженер химик-технолог по редким, рассеянным и радиоактивным элементам он был направлен на работу в Центральную научно-исследовательскую лабораторию Целинного горно-химического комбината (г. Степногорск, Казахстан). В Целинном горно-химическом комбинате он занимался разработкой технологий комплексной переработки фосфоритов, окончил аспирантуру во Всероссийском научно-исследовательском институте химической технологии (г. Москва), где в 1981 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию.

За разработку и внедрение комплексной безотходной схемы переработки сырья Петухов О.Ф. в 1984 г. был удостоен звания лауреата премии Ленинского комсомола в области науки и техники.

С 1987 г. Олег Фёдорович работает в Ташкентском филиале института «Промниипроект» (ныне ГУП «O'zGEORANGMETLIT») в должности начальника лаборатории, где разрабатывает новое направление – электросорбционную технологию рекультивации почв и подземных вод, защищённую четырьмя авторскими свидетельствами.

С 2002 по 2022 гг. Петухов О.Ф. работал в Центральной научно-исследовательской лаборатории НГМК в должности главного инженера, с марта 2012 г. – в должности начальника геотехнологической лаборатории по урану, а с 2020 г. заместителя начальника по науке. Под его руководством и непосредственном участии проведены опробования действующих технологических схем ГМЗ-1, ГМЗ-3 и ГМЗ-5, выданы конкретные рекомендации по повышению извлечения металлов и снижению расхода реагентов.

На геотехнологических рудниках подземного выщелачивания урана он принимает активное участие по использованию окислителей и попутному извлечению ценных компонентов.

В области аналитического контроля под его руководством и непосредственном участии разработано, аттестовано Агентством Узстандарт и внедрено в практику лабораторий комбината более 20 методик выполнения измерений, а всего за время работы их разработано и актуализировано им более 50.

Олег Фёдорович активный изобретатель, автор более 40 авторских свидетельств и 13 патентов РУз.

За время работы в ЦНИЛ НГМК им самостоятельно и в соавторстве издано 9 книг из них два учебных пособия: Окислительно-восстановительные процессы при выщелачивании (2005), Металлургия радиоактивных металлов (2012), Справочник - практикум (рудоподготовка – обогащение – гидрометаллургия – геотехнология) (2012), Окислительно-восстановительные процессы в металлургии (2013), Уран (2014), Волшебный мир великих изобретений (2016), Буюк ихтироларнинг сеҳри олами (2018), Рений (2020), Физическая и коллоидная химия для металлургических специальностей (теория – практикум – расчеты) (2021).

Опубликовано более 50 научно-технических статей.

В 2018 г. Олег Фёдорович успешно защитил докторскую диссертацию на Учёном Совете Навоийского государственного горно-технологического университета.

Олег Фёдорович ведёт большую педагогическую работу, под его руководством подготовлено более 20 магистров, а так же под руководством Петухова О.Ф. защитил докторскую диссертацию (PhD) М.А. Курбанов.

В последние двадцать лет он постоянно участвует в качестве председателя и сопредседателя Государственной аттестационной комиссии Навоийского государственного горно-технологического университета по защите магистерских диссертаций.

Настоящее время по приглашению работает в Навоийском государственном горно-технологическом университете в качестве профессора кафедры «Техника и технологии добычи и переработки руд редких и радиоактивных металлов».

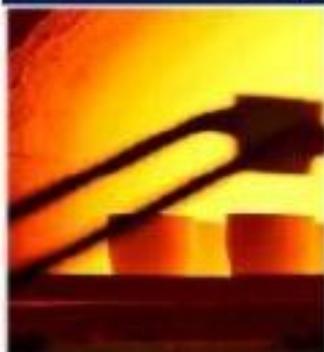
Награжден нагрудными знаками «Горняцкая слава» II и III-степени, Золотой медалью Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) «За изобретательство».

Петухова Олега Фёдоровича отличает высокая работоспособность, широкая эрудиция, способность быстро вникнуть в проблему и предложить оптимальные её решения, требовательность, терпение и доброжелательность к сотрудникам и коллегам. Эти качества снискали ему заслуженное уважение и симпатию многих людей, которые сотрудничают с ним.

Руководство АО «НГМК», АО «АГМК», ГП «Навоийуран», НГГТУ, ТГТУ им. И. Каримова, Академия наук Республики Узбекистан, Алмалыкский филиал НИТУ «МИСИС», Алмалыкский филиал ТГТУ, ООО «O'zGEORANGMETLIT», редакция журнала «Горный вестник Узбекистана», а так же друзья и коллеги поздравляют Петухова Олега Фёдоровича с 70-летним юбилеем и желают ему крепкого здоровья, дальнейших творческих успехов и плодотворной научной деятельности.

Лаборатория обработки керна

приём, резка, документирование,
подготовка проб для анализа,
складирование



Аналитическая лаборатория

анализ геологических, технологических
проб, включая отделения
пробоподготовки и пробирной плавки



Технологическая лаборатория

исследования физико-механических
свойств руд, процессов дробления,
измельчения, классификации,
гравитации, флотации, магнитной
сепарации, цианирования и др.



Телефоны/ WhatsApp для оперативной связи:

США +1 603 275 2000 ☎ СНГ +7 926 224 02 04 ☎ Узбекистан +998 91 162 1404

МОДУЛЬНЫЕ ФАБРИКИ «SEPRO»



Оптимальная
конфигурация
Стабильные
показатели
Высокая
надёжность



Телефоны/ WhatsApp
для оперативной связи:
Узб. +998 91 162 1404
США +1 603 275 2000
СНГ +7 926 224 02 04



Инжиниринг
Проектирование
Изготовление
Поставка
Шеф-монтаж
Запуск



«Навесные гидравлические молоты Epiroc для карьерных работ. Производительность в самых тяжелых условиях эксплуатации»