

2021
Октябрь - Декабрь
№ 4 (87) Узбекистана
ГОРНЫЙ ВЕСТНИК
Узбекистана
Узбекистан
KONCHILIK
ХАВАРНОМАСИ

Ўзбекистон

ISSN 2181-7383

KONCHILIK

ХАВАРНОМАСИ

4

№ 87

ILMIY-TEXNIK VA ISHLAB CHIQRISH JURNALI

Oktabr - Dekabr 2021

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ГОРНЫЙ ВЕСТНИК

УЗБЕКИСТАНА



— Линейка оборудования Variometec XS

normet
NORMET.COM

Выполнение всех потребностей в логистике
в подземных выработках самым безопасным
доступным решением



ПРОЧНЫЙ КОМПАКТНЫЙ НАДЕЖНЫЙ МОДУЛЬНЫЙ ГИБКИЙ



Variometec XS 115 PER



Variometec XS 035 CREW



Variometec XS 040 MAT

СООБЩИТЕ НАМ СВОИ ПОТРЕБНОСТИ!

Normet International Ltd.

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

Тел.: +998 93 390 0799 Факс: +998 78 140 92 92

Реклама

O'zbekiston KONCHILIK XABARNOMASI

ILMIY-TEXNIK VA ISHLAB CHIQUARISH JURNALI

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

Ta'sischi:

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

Moliyaviy qo'llab quvvatlovchilar:

"Navoiy KMK" DK, "Olmaliq KMK" AJ, "O'zGEORANGMETLITI" OAJ

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), B.F. Muhiddinov (O'zbekiston), T.I. Nurmurodov (O'zbekiston), I.T. Misliboev (O'zbekiston), A.M. Mahmudov (O'zbekiston), O.M. Mustakimov (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.gomiyvestnik.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 30.11.2021 y. imzolandi

A3 formatda. Adadi 100 nusxa

© O'zbekiston konchilik xabarnomasi 2021

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

Учредители:

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

При финансовой поддержке:

ГП «Навоийский ГМК», АО «Алмалыкский ГМК», ООО «O'zGEORANGMETLITI»

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), Дементьев 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), Мухиддинов Б.Ф. (Узбекистан), Нурмуродов Т.И. (Узбекистан), Мислибоев И.Т. (Узбекистан), Махмудов А.М. (Узбекистан), Мустакимов О.М. (Узбекистан), Раимжанов Б.Р. (Узбекистан), Рахматов А.Б. (Узбекистан), Сагдиева М.Г. (Узбекистан), Санакулов К.С. (Узбекистан), Снитка Н.П. (Узбекистан), Тuresebekov 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 рег. № 01-22/37 S от 09.07.2013 г.

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна

За точность фактов и достоверность информации ответственность несут авторы

Адрес редакции:

210100, г. Навои, ул. Навои, 27
Инновационный центр НГМК
Тел.: +99879 227-81-59

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

Веб-сайт: <http://www.gomiyvestnik.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 30.11.2021 г.

Формат А3. Тираж 100 экз.

© Горный вестник Узбекистана 2021

ISSN 2181-7383



MUNDARIJA / ОГЛАВЛЕНИЕ

GEOTEKNOLOGIYA / GEOTEKHOLOGIYA

Рузиев Н.Р., Эргашов Р.Б., Никитин В.С., Киличов Б.Я. Освоение месторождений Баллантау, Тамдыбулак и Турбай для увеличения производства драгоценных металлов.....

Рузиев Н.Р., Эргашов Р.Б., Мелиев У.М., Абдурахманов Х.Х. Строительство слепого вертикального ствола на месторождении «Чармитан» ЮРУ НГМК.....

Собиров Т.О., Эргашов Р.Б., Ашуров Б.Н., Прокопьев А.С. Исследование сегодняшнего положения и будущего развития шахтных подъемных установок на руднике Зармитан.....

Заиров Ш.Ш., Шарипов З.С., Мехмонов М.Р., Арзиева С.И. Использование эффекта «турбовзрывания» при дроблении горных пород скважинными зарядами взрывчатых веществ.....

Халикулов Э.Х., Камолов Ш.А., Ачилов А.М., Савуров А.А. Изучение и анализ характера формирования, развития деформаций в массиве горных пород карьера Мурунтау.....

Таджиев Ш.Т., Кобилов О.С., Жабборов О.И., Содиков И.Ю. Исследование технологических особенностей открыто-подземной разработки нагорных месторождений.....

GEOLOGIYA / GEOLOGIYA

Турсебеков А.Х., Садыкова Л.Р., Шукуров Ш.Р., Ахмедов К.А. Геохимические и минералогические особенности нового промышленного типа золото-серебряных месторождений Зирабулак–Зиаздинских гор.....

Курбанов Э.Ш. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия как фактор водопритоков. Горные выработки и провальные воронки золоторудных месторождений «Гужумсай».....

Амиров Э.М., Проценко В.Ф. Вулканизм и золотоносность юго-восточной части гор Ауминзатау.....

Шарипов Ш.Ф., Мирзаев А.У. Минеральные соли в современных озерах Центральных Кызылкумов.....

BOYITISH VA METALLURGIYA / БОГАЩЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ

Санакулов К., Адизов Л.А., Ткаченко Е.С. Усовершенствование технологических процессов переработки золотосодержащих руд на Гидрометаллургическом заводе № 2.....

Петухов О.Ф., Рузиев Б.Т., Курбанов М.А., Шарафутдинов У.З. Получение двуокиси церия из концентрата редкоземельных металлов методом экстракции.....

ILMIY-LABORATORIYA IZLANISHLARI / НАУЧНО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

Хайдаров Ш.Б., Атакулов Л.Н., Худайбердиев О.Ж., Заирова Ф.Ю. Математическое моделирование вычисления схемы воздушного потока через фильтрационное устройство.....

Толибов Б.И., Хасанов А.С., Абдукадиров А.А. Исследование механизмов образования MoO_2 на MoO_3 в процессах окислительного обжига молибденовых промпродуктов.....

Рахматов С.Х., Худайбердиев О.Ж., Заирова Ф.Ю. Интервальный метод определения давления невзрывчатой разрушающей смеси на шпур и экранирующие пластинки.....

Арипов А.Р., Саидахмедов А.А., Ахтамов Ф.Е. Vermikulit rudalarini boyitib turli mahsulotlar olish imkoniyatlari.....

Рашидова Р.К., Курбанов А.А., Турдиева О.Д., Йулдошев Ш.Ш. Физико-термические исследования образцов базальтового теплоизоляционного футеровочного материала.....

ELEKTROENERGETIKA / ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Махмудов М.И., Кузиев З.Э. Havo haydash qurilmalaridagi asinxron motorlarda energiya tejash.....

Мунинов Р.О., Норкулов Б.М., Зарипов Ш.У., Махмудов Ш.А. Karyer burg'lash dastgohini aylantiruvchi – uzatuvchi mexanizmini takomillashtirish bo'yicha chora tadbirlarni ishlab chiqish.....

4 Хатамова Д.Н., Абдуазизов Н.А., Джураев Р.У. Разработка технических решений, снижающих образование отложений на теплообменных поверхностях холодильников рудничных компрессорных установок.....

11 Эгамбердиев И.П., Мунинов Р.О., Саидов А.Н. Исследование повышения надежности карьерного бурового станка типа ББШ-250МНА-32.....

17 Мавлонов Ж.А., Каршибаев А.И., Хамидов А.А., Расулова Б.И. Исследование влияния износа футеровок на электропотребление шаровой мельницы.....

21 Таслимов А.Д., Рахимов Ф.М., Юлдашев А.А., Рахмонов Ф. Н. Разработка методики определения оптимальных параметров систем электроснабжения промышленных предприятий.....

25 Разыков З.А., Ходжибаев Д.Д. Перспектива перехода на экологически чистые виды транспорта.....

29 Воробьев А.Е., Viktor Marenga. Концепция развития горнопромышленного «умного города».....

EKOLOGIYA / ЭКОЛОГИЯ

MA'LUMOT / ИНФОРМАЦИЯ

32 Рахматов А.Б., Джалилов Ш.С. Диагностика и лечение микозов стоп и онихомикозов у работников горно-металлургической отрасли.....

41 Алпысбаева Ж.Т. Безопасность труда и оценка риска на промышленных предприятиях.....

TABRIKLAR / ПОЗДРАВЛЕНИЯ

46 Якубов Махмуджон Махамаджонович 70 лет.....

YANGI NASHRLAR / НОВЫЕ ИЗДАНИЯ

Изданная литература специалистов НГМК.....

REKLAMA / РЕКЛАМА

51 На обложке:
«Normet international LTD»
«INTERTECH Process Technology»
56 В тексте ПО «НМЗ»

Scientific, technical and industrial journal

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

Founders: State Enterprise «Navoi Mining and Metallurgical Combine», Navoi State Mining Institute, Uzbek Research and Design and Survey Institute of Geotechnology and Nonferrous Metallurgy of the State Unitary Enterprise «UzGEORANGMETLIT».

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. (Atyrau University of Oil and Gas, Kazakhstan), 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), Nurmurodov T.I. (Navoi State Mining Institute, Uzbekistan), Muhiddinov B.F. (Navoi State Mining Institute, Uzbekistan), Misliboiev I.T. (Navoi State Mining Institute, Uzbekistan), Makhmudov A.M. (Navoi State Mining Institute, 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 Institute, 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 NMMC.

Tel.: +99879 227-81-59

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

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

Indexing: Ulrich's Periodicals Directory

Printed: in the printing house by state department «Fond NMMC» 210100, Navoi, st. Yujnaya, 25

Tel.: +99879 227-75-56

CONTENTS

GEOTECHNOLOGY

Ruziev N.R., Ergashov R.B., Nikitin V.S., Kilichov B.Ya. Development of the Balpantau, Tamdybulak and Turbay deposits to increase the production of precious metals..... 4

Ruziev N.R., Ergashov R.B., Meliev U.M., Abdurakhmanov Kh.Kh. Construction of a blind vertical shaft at the charmitan deposit of the southern ore department of the NMMC..... 11

Zairov Sh.Sh., Sharipov Z.S., Mekhmonov M.R., Arzieva S.I. Use of the effect of "turbo blasting" in crushing rocks by well charges of explosives..... 21

Tadjiev Sh.T., Kobilov O.S., Jabborov O.I., Sodikov I.Yu. Study of technological features of open-underground development of nagorny fields..... 29

GEOLOGY

Turesebekov A.Kh., Sadykova L.R., Shukurov Sh.R., Akhmedov K.A. Geochemical and mineralogical features of the new industrial type of gold-silver deposits of Zirabulak-Ziaetdin mountains..... 32

Sharipov Sh.F., Mirzaev A.U. Mineral salts of modern lakes of Central Kyzylkum..... 46

MINERAL PROCESSING

Sanakulov K., Adizov L.A., Tkachenko E.S. Improvement of technological processes for processing gold-containing ore at Hydrometallurgical plant № 2..... 51

Petukhov O.F., Ruziev B.T., Kurbanov M.A., Sharafutdinov U.Z. Determination from the rare earth metals concentrate by method of liquid extraction..... 56

SCIENTIFIC AND LABORATORY RESEARCH

Rakhmatov S.Kh., Khudaiberdiev O. Zh., Zairova F.Yu. Interval method for determining the pressure of a non-explosive destructive mixture on the borehouse and shielding plates..... 70

ELECTRIC POWER

Muminov R.O., Norkulov B.M., Zaripov Sh.U., Maxmudov SH.A. Development of measures to improve the rotary - feed mechanism of a quarry drilling rig..... 85

Khatamova DN, Abduazizov N.A., Dzhuraev R.U. Development of technical solutions reducing formation of deposits on heat exchange surfaces..... 91

Mavlonov Zh.A., Karshibaev A.I., Khamidov A.A., Rasulova B.I. Research of the influence of linger wear on the electric consumption of a ball mill..... 97

ОСВОЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БАЛПАНТАУ, ТАМДЫБУЛАК И ТУРБАЙ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ



Рузиев Н.Р.,
начальник Департамента
инвестиций НГМК, к.т.н., доцент



Эргашов Р.Б.,
ведущий инженер
Департамента инвестиций НГМК



Никитин В.С.,
главный инженер проекта ООО
«УзГЕОРАНГМЕТЛИТИ»



Киличов Б.Я.,
инженер по открытым горным
работам Горного отдела НГМК

Maqolada qimmatbaho metallar ishlab chiqarishni ko'paytirish uchun Balpantau, Tomdibuloq va Turbay konlarini o'zlashtirish masalalari ko'rib chiqilgan. Bundan tashqari loyiha doirasida ishlab chiqilgan texnik-iqtisodiy asosning yechimlariga ham alohida e'tibor qaratilgan. Jumladan konlarning batafsil tavsifi, qazib olish tizimi va qo'llaniladigan kon uskunalari to'g'risidagi ma'lumotlar, loyihaning kombinat faoliyatiga va butun mintaqaning ijtimoiy-iqtisodiy faoliyatiga ta'siri keltirilgan. Loyiha doirasida ishlab chiqilgan va tasdiqlangan texnik-iqtisodiy asosning asosiy texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari berilgan.

Tayanch iboralar: Balpantau, Tomdibuloq va Turbay konlari, qazib olish tizimi, texnologik uskunalar va jihozlar, loyihaning asosiy texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari.

В статье рассматриваются вопросы вовлечения в отработку месторождений Балпантау, Тамдыбулак и Турбай для увеличения производства драгоценных металлов. Также уделяется внимание проектным решениям разработанных ТЭО проектов. Приводится подробное описание месторождений, сведения о системе разработки и применяемой механизации, влияние проекта на деятельность комбината и на социально-экономическую деятельность региона в целом. На основании разработанных и утвержденных ТЭО проектов приводятся основные технико-экономические показатели проектов.

Ключевые слова: месторождения Балпантау, Тамдыбулак, Турбай, система разработки, технологическое оборудование, основные технико-экономические показатели проекта.

Промышленный комплекс Навоийского ГМК по добыче и переработке золотосодержащих руд в течение многих лет работает стабильно с надежными и высокими технико-экономическими показателями. Золото и уран сегодня составляют основу, на которой строится вся жизнедеятельность комбината, как промышленного предприятия. НГМК является ведущим производителем золота не только в Республике Узбекистан, но и в мире. Согласно открытым данным комбинат производит более 70 т золота в год. По этому показателю, комбинат входит в десятку ведущих производителей в мире.

Роль и значение НГМК в экономике Республики Узбекистан трудно переоценить. Так, Узбекистан стал в последнее время ведущим, а временами и экспортером №1 желтого металла в мире. Если в 2016 г. было экспортировано золота на сумму 738,2 млн долларов США, то этот показатель в 2019 г. достиг 4,9 млрд долларов США.

По итогам 6 месяцев 2020 г. было экспортировано золота на сумму 2,1 млрд долларов США, что составляет 33,8% от общего объема экспорта.

В настоящее время, комбинат входит в первую десятку крупнейших мировых компаний по производству золота и урана. Попутно с золотом, НГМК выпускает серебро и палладий. Только за последние пять лет объем производства серебра увеличился в 3,5 раза. За годы независимости Республики Узбекистан выпуск продукции комбината возрос более чем в 1,5 раза. Эти достижения стали возможными за счет вовлечения в отработку новых месторождений, строительство и расширение действующих перерабатывающих комплексов, а также техническое перевооружение и внедрение новейших научно-технических разработок в действующие производства, которые повысили эффективность производства.



Рис. 1. Территория реализации проекта

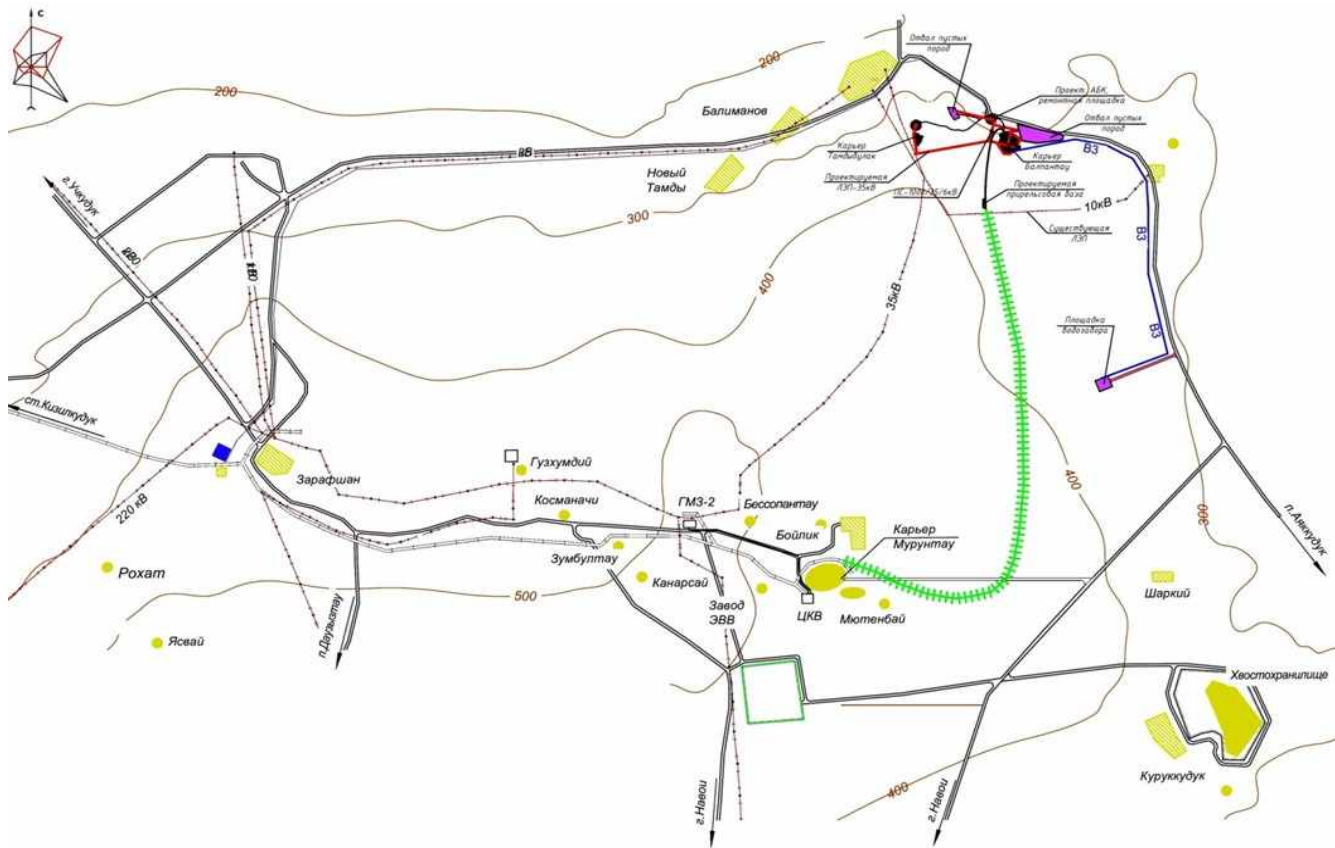


Рис. 2. Обзорная схема расположений месторождений Балпантау и Тамдыбулак

Реализуемая по комбинату на сегодняшний день Программа по увеличению производства драгоценных металлов до 2026 г. предусматривает наращивание минерально-сырьевой базы НГМК. Навоийский ГМК значительные инвестиции вкладывает в дальнейшее развитие горного и перерабатывающего производства. В рамках реализации «Программы по увеличению производства драгоценных металлов» также предусматривается реализация инвестиционных проектов «Строительство добычного рудника на базе месторождений Балпантау и Тамдыбулак», с годовой мощностью добычи руды 3 млн *t* в год и «Расширение добычных и перерабатывающих мощностей для освоения месторождения Турбай», с годовой мощностью добычи руды 2 млн *t* в год.

ТЭО проекта «Строительство добычного рудника на базе месторождений Балпантау и Тамдыбулак» [1].

ТЭО проекта разработано и утверждено Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан № 531 от 29.08.2020 г.

Целью реализации данного инвестиционного проекта является:

- увеличение производства драгоценных металлов;
- освоение новых месторождений полезных ископаемых;
- создание новых рабочих мест.
- добыча, доставка и переработка на ГМЗ-2 золотосодержащей руды в количестве до 3 млн *t* в год.

Месторождение Балпантау расположено в 8 км к юго-востоку от посёлка Тамды и в 27 км севернее комплекса карьера Мурунтау (рис. 2). Месторождение Тамдыбулак размещается в 3,5 км южнее посёлка Тамды и в 6 км западнее месторождения Балпантау. Месторождения размещены на административной территории Тамдынского района Навоийской области. Рельеф местности гористый, холмистый, расчлененный многочисленными саями (рис. 1).

Климат района резко континентальный, характеризуется жарким, сухим летом и холодной, малоснежной зимой. Среднегодовая температура воздуха составляет плюс 13,7 °С, максимальная летом – плюс 48 °С.

Для подсчета запасов золота месторождений Балпантау и Тамдыбулак были приняты разведочные кондиции утвержденные протоколами ГКЗ Госкомгеологии Республики Узбекистан. Подсчет запасов выполнен по бортовому содержанию золота 0,5 *г/т*. Горногеологические условия и характер рельефа местности predeterminedили открытый способ разработки месторождений.

Для отработки месторождений рекомендуется транспортная система разработки с перемещением вскрышных пород автотранспортом во внешние отвалы, а руды до перегрузочного пункта. Высота рабочих уступов (подступов) по руде принята – 5 (2,5) м, а по вскрышным породам – 5 м (рис. 3 и 4). Применение мехлопат с обратным ковшем позволяет проводить отработку запасов с применением подступов с высотой 2,5 м, что позволит снизить коэффициенты потерь и разубоживания руды. Согласно разработанного календарного графика отработки месторождений [1] общий объем горной массы по месторождениям составляет 113,5 млн *m³*, объем вскрыши 99,6 млн *m³*, количество руды 36,3 млн. *t*. При этом, коэффициент вскрыши по месторождениям составит 2,73 *m³/t*.

При выборе горнотранспортного оборудования для отработки месторождений особое внимание уделялось применению гидравлических экскаваторов и буровых станков, которые имеют меньшие габаритные размеры, высокую производительность, маневренность, отсутствие необходимости монтажа линий электропередач, а также возможности монтажа непосредственно в условиях карьера.

В качестве технологического транспорта доставки руды до перерабатывающего комплекса выбран железнодорожный транспорт.

Выбор основного технологического оборудования произведен в соответствии с параметрами и мощностью карьеров, системой разработки, количеством одновременно обрабатываемых уступов.

Ниже приводится основное и вспомогательное горнотранспортное оборудование [1]:

- буровой станок FlexiROC D55 с диаметром бурения 110-152 мм;
- экскаватор Liebherr R9100 с вместимостью ковша 5-7 *m³*;

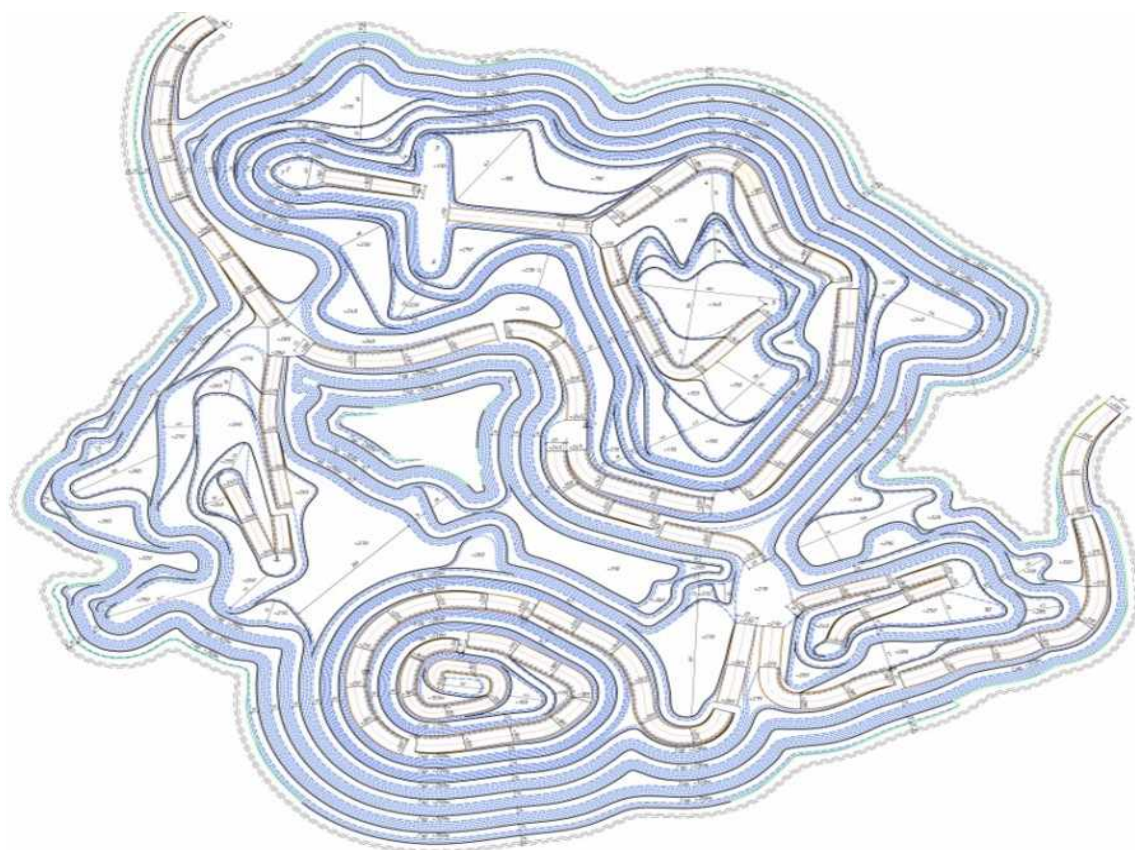


Рис. 3. Финальная форма карьера Балпантау

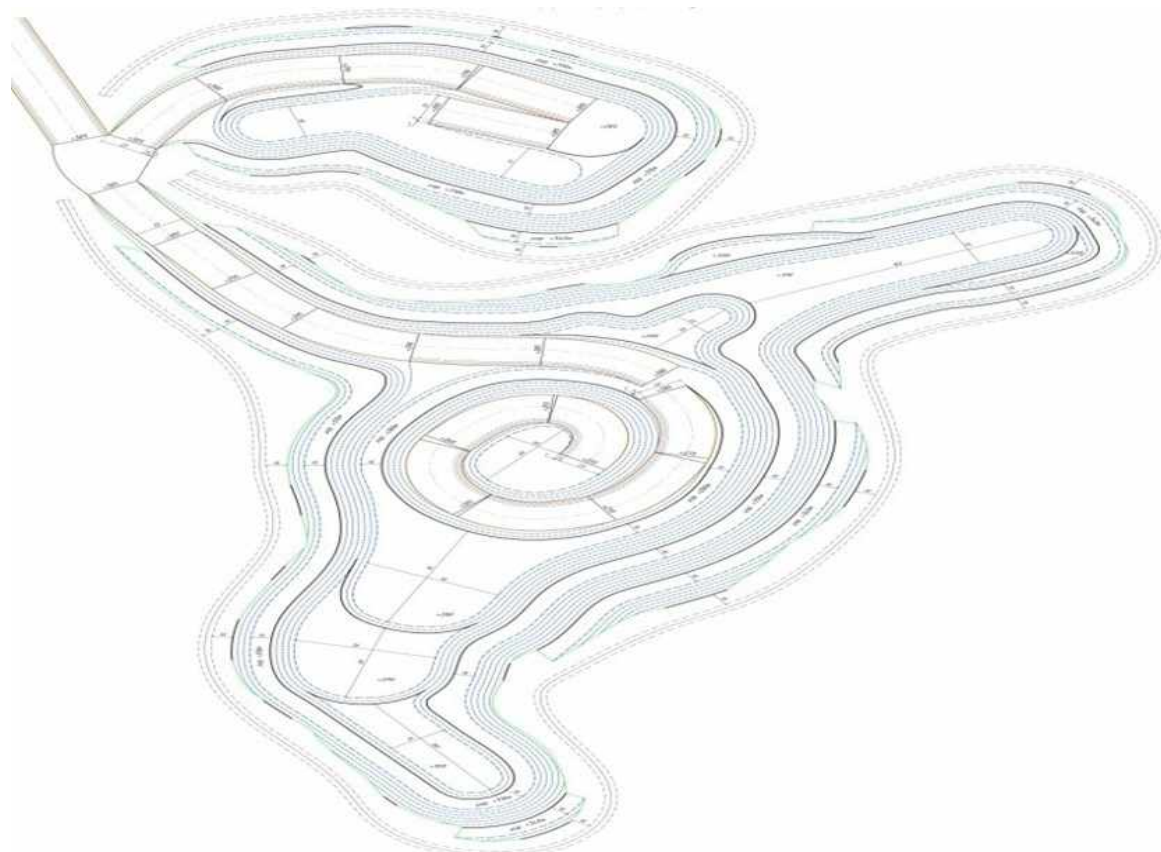


Рис. 4. Финальная форма карьера Тамдыбулак



Рис. 5. Обзорная схема расположений месторождения Турбай

- карьерный автосамосвал Komatsu HD785 грузоподъемностью 90 т;
- гусеничный бульдозер CAT D10T2;
- пневмоколесные бульдозеры Бульдозер К-702 (К-704) и WD600-6;
- карьерный автогрейдер CAT-16;
- фронтальный колесный погрузчик WA-900;
- двухсекционный грузовой тепловоз 2ТЭ25КМ.

В период с 2020 по 2022 гг. предусматривается строительство добычного комплекса месторождений Балпантау и Тамдыбулак с инфраструктурными объектами [1], в том числе:

- карьеры Балпантау и Тамдыбулак;
- железнодорожная линия протяженностью 40 км;
- прикарьерные площадки с ремонтными участками;
- внешние и внутренние сети электроснабжения и водоснабжения;
- внутривозрастные и вневозрастные автомобильные дороги.

Согласно разработанному инвестиционному проекту [1] общая стоимость определена в размере 108,3 млн долл., в том числе:

- строительно-монтажные работы – 30,7 млн долл.;
- машины и оборудование – 75,9 млн долл.;
- прочие затраты – 0,6 млн долл.;
- финансовые издержки – 1,1 млн долл.

Ожидаемые результаты от реализации проекта приведены в табл. 1, на рис. 8-11.

ТЭО проекта «Расширение добычных и перерабатывающих мощностей для освоения месторождения Турбай» [2].

ТЭО проекта разработано и утверждено Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан №384 от 19.06.2021 г.

Целью реализации данного инвестиционного проекта является:

- увеличение производства драгоценных металлов;
- освоение новых месторождений полезных ископаемых;



Рис. 6. Территория реализации проекта

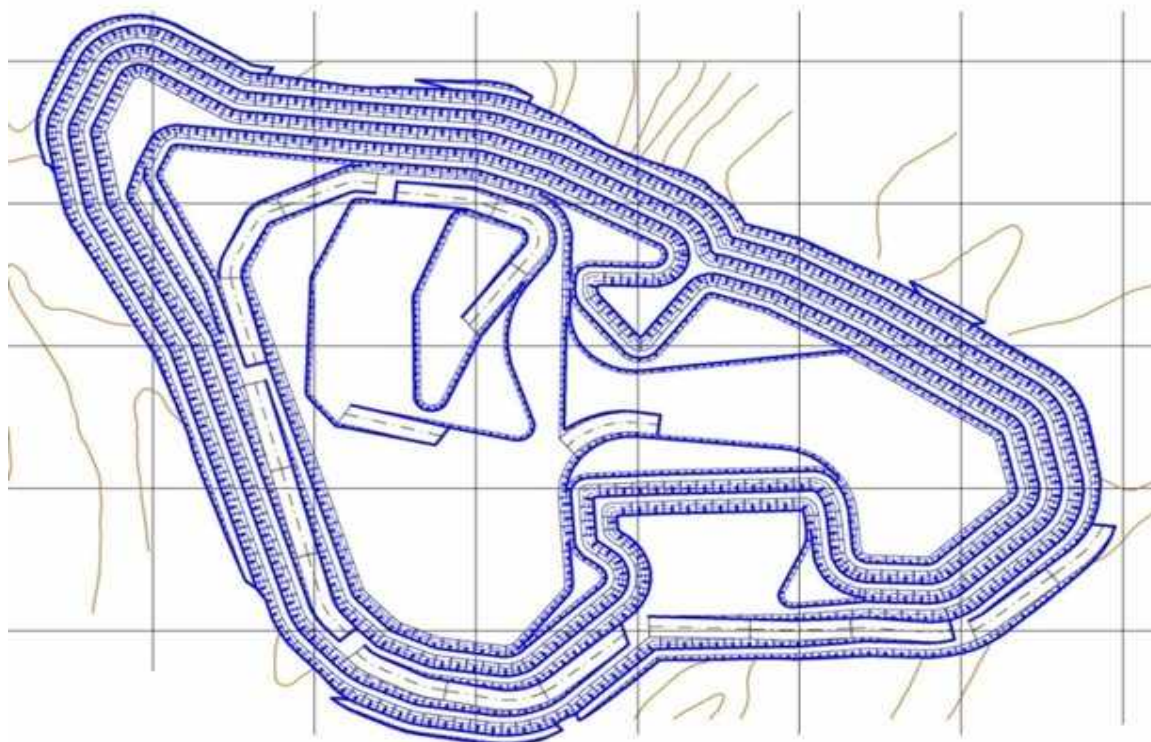


Рис. 7. Финальная форма карьера Турбай

- создание новых рабочих мест.
- добыча, доставка и переработка на ГМЗ-2 золотосодержащей руды в количестве до 2 млн *t* в год.

Сырьевой базой горного предприятия являются месторождение Турбай и группа месторождений Окжетпесского рудного поля – Сардор, Барханное, Заркатлам (Золоторудная зона № 9) и Золоторудная зона № 2.

Месторождения Турбай и Барханное, административно относятся к Тамдынскому району Навоийской области, остальные три месторождения – к Учкудукскому району (рис. 5).

Ближайшими к месторождениям населенными пунктами являются: пос. Кокпатас – в 35 км и г. Учкудук – в 53 км к юго-западу, а также пос. Бешбулак – в 35 км. Райцентр Тамдыбулак расположен в 70 км и г. Зарафшан – в 110 км к юго-востоку.

Рельеф местности слаборасчлененный с абсолютными отметками от 295 до 350 м. Пологие полупустынные склоны рассечены сетью мелких саев, русла которых заполнены пролювиальными отложениями и барханными песками (рис. 6).

Климат района резко континентальный, пустынный с сухим и жарким летом и холодной непродолжительной зимой.

Температура воздуха летом доходит до плюс 45 °С, а зимой – до минус 23 °С. Среднегодовая температура составляет плюс 16 °С.

Для подсчета запасов золота месторождения Турбай приняты разведочные кондиции утвержденные протоколами ГКЗ Госкомгеологии Республики Узбекистан. Подсчет запасов выполнен по бортовому содержанию золота 0,5 г/*t*. Горно-геологические условия и характер рельефа местности предопределили открытый способ разработки месторождений.

Для отработки месторождений рекомендуется транспортная система разработки с перемещением вскрышных пород автотранспортом во внешние отвалы, а руды до перегрузочного пункта. Высота рабочих уступов (подступов) по руде принята – 5 (2,5) м, а по вскрышным породам – 5 м (рис. 7). Применение мехлопат с обратным ковшом позволяет отработку запасов с применением подступов с высотой 2,5 м, которые позволяют снизить коэффициенты потерь и разубоживания руды. Согласно разработанного календарного графика отработки месторождений [2] общий объем горной массы по месторождениям составляет 107,7 млн *m*³, объем вскрыши 92,1 млн *m*³, количество руды 41,5 млн *t*. При этом коэффициент вскрыши по месторождениям составит 2,2 *m*³/*t*.

При выборе горнотранспортного оборудования для отработки месторождений особое внимание уделялось применению гидравлических экскаваторов и буровых станков, которые имеют меньшие габаритные размеры, высокую производительность, маневренность, отсутствие необходимости монтажа линий электропередач, а также

Ожидаемые результаты от реализации проектов [1, 2]

Таблица 1

Наименование показателей	Итого по инвестиционным проектам	В том числе	
		месторождения Балпантау и Тамдыбулак	месторождения Турбай
Обеспечение ГМЗ-2 рудой	с 2022 г. по 2044 г.	с 2022 г. по 2033 г.	с 2022 г. по 2044 г.
Создание новых рабочих мест	1 638 чел.	653 чел.	985 чел.
Срок окупаемости проекта		4,76 лет	7,1 лет
Стоимость выпускаемой готовой продукции в год	270 млн. долл.	150 млн. долл.	120 млн. долл.
Поступления в государственный бюджет за весь период реализации проектов	1 952,3 млн. долл.	948,3 млн. долл.	1 004,0 млн. долл.
Получаемая чистая прибыль за весь период реализации проектов	901,7 млн. долл.	412,9 млн. долл.	488,8 млн. долл.

возможности монтажа непосредственно в условиях карьера. В качестве технологического транспорта доставки руды до перерабатывающего комплекса выбран железнодорожный транспорт. Выбор основного технологического оборудования произведен в соответствии с параметрами и мощностью карьеров, системой разработки.

Ниже приводится основное и вспомогательное горнотранспортное оборудование [2]:

- буровой станок FlexiROC D55 с диаметром бурения 110-152 мм;
- экскаватор Liebherr R9100 с вместимостью ковша 5-7 м³;
- карьерный автосамосвал Komatsu HD465 грузоподъемностью 55 т;
- гусеничный бульдозер CAT D10T2;
- пневмоколесные бульдозеры, Бульдозер K-702 (K-704) и WD600-6;
- карьерный автогрейдер CAT-16;
- фронтальный колесный погрузчик WA-900;
- двухсекционный грузовой тепловоз 2ТЭ25КМ.

В период с 2020 по 2023 гг. предусматривается строительство добычного комплекса месторождения Турбай с инфраструктурными объектами [2], в том числе:

- карьеры Турбай и Золоторудная зона № 2;
- промплощадка рудника;
- площадка пожарного депо, автогаража и ЦРГО, склад ГСМ и АЗС;
- расходный склад ВМ на 50 т;
- железнодорожная линия протяженностью более 65 км;
- внешние и внутренние сети электроснабжения и водоснабжения;
- внутриплощадочные и внеплощадочные автомобильные дороги.

Согласно разработанному инвестиционному проекту [2] общая стоимость определена в размере 132,4 млн долл., в том числе:

- строительно-монтажные работы – 59 492,0 млн долл.;
- машины и оборудование – 82,9 млн долл.;
- прочие затраты – 2,9 млн долл.;
- финансовые издержки – 12,3 млн долл.;
- первоначальный оборотный капитал – 1,3 млн долл.

Ожидаемые результаты от реализации проекта приведены в табл. 1, и на рис. 8-11.

Также, реализация инвестиционных проектов положительно повлияет на социально-экономическое развитие Навоийской области в целом, и в частности Тамдынского района, в следующих секторах:

- повышение степени трудоустройства экономически активной части населения;
- увеличение платёжеспособного спроса в регионе, что создаст дополнительный мультипликативный эффект развития таких секторов экономики как торговля, производство продуктов питания, жилищное строительство, энергоносителей и др.

- развитие инфраструктуры (железные дороги, автомобильные дороги, ЛЭП и др.) и т.п.
- прокладка железнодорожной линии создаст необходимые условия для развития добычи разнообразных видов полезных ископаемых в этом районе, в т. ч. нерудного сырья.

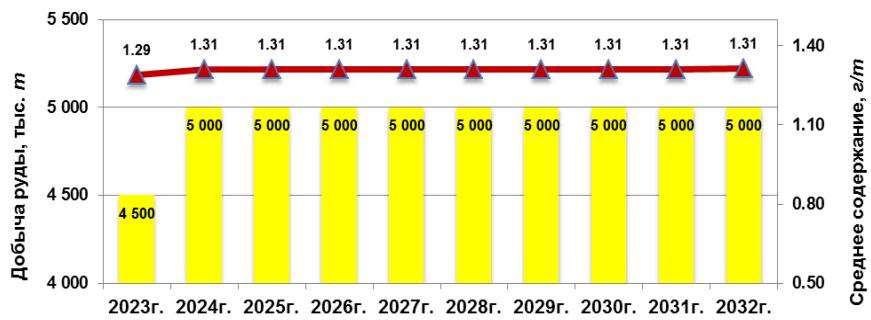


Рис. 8. Показатели по добыче и среднему содержанию

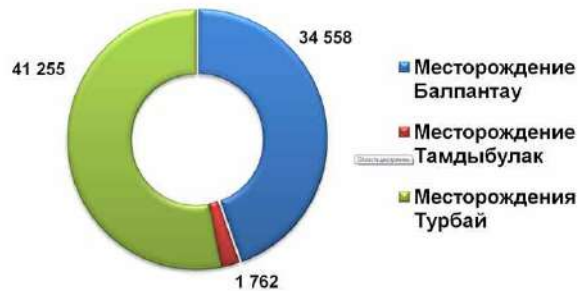


Рис. 9. Эксплуатационные запасы руды по месторождениям, тыс. т

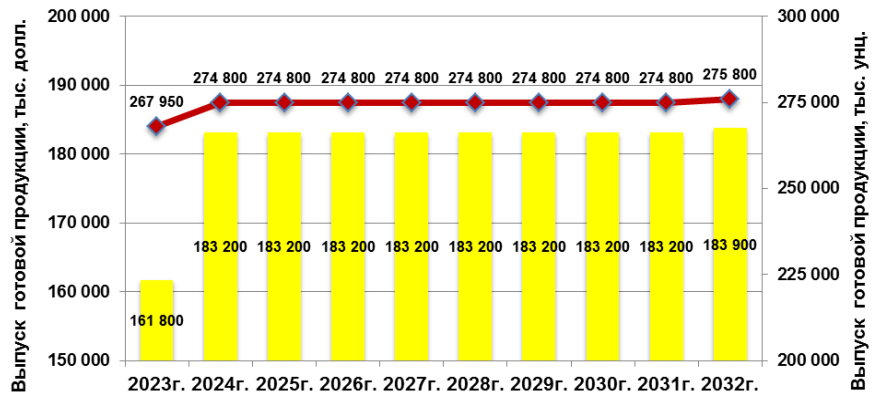


Рис. 10. Выпуск готовой продукции по инвестиционным проектам

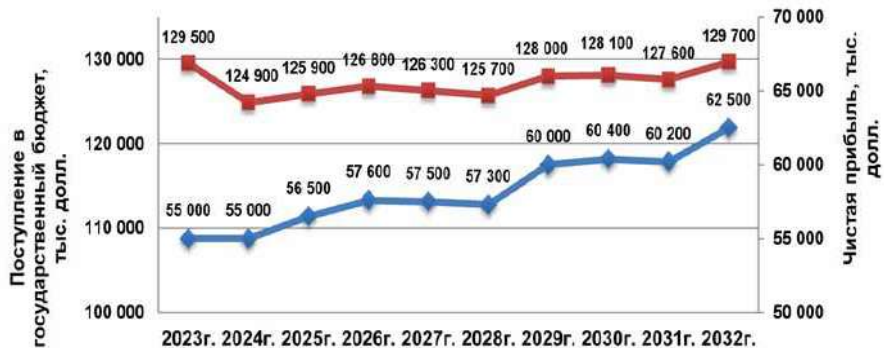


Рис. 11. Поступление в бюджет и чистая прибыль по инвестиционным проектам

Библиографический список:

1. Техничко-экономическое обоснование (ТЭО) инвестиционного проекта «Строительство добычного рудника на базе месторождений Балпантау и Тамдыбулак» утвержденное постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 29.08.2020 г. №ПКМ-531. Общая пояснительная записка. – Навои, 2020 г.

2. Техничко-экономическое обоснование (ТЭО) инвестиционного проекта «Расширение добычных и перерабатывающих мощностей для освоения месторождения Турбай» утвержденное постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 19.06.2021 г. №ПКМ-384. Общая пояснительная записка. – Навои, 2020 г.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, № 4 (87) pp. 4-10 DEVELOPMENT OF THE BALPANTAU, TAMDYBULAK AND TURBAY DEPOSITS TO INCREASE THE PRODUCTION OF PRECIOUS METALS

¹Ruziev N.R., Head of Investment Department, candidate of technical sciences, assistant professor.

¹Ergashov R.B., leading engineer.

²Nikitin V.S., chief engineer.

¹Kilichov B.Ya., engineer.

¹Navoi Mining and Metallurgical Combine, Navoi, Uzbekistan.

²LLC “UzGEORANGMETLIT”, Tashkent, Uzbekistan.

The article deals with the issues of involvement in the development of the Balpantau, Tamdybulak and Turbay deposits to increase the production of precious metals. Attention is also paid to the design solutions of the projects developed by the feasibility study. A detailed description of the deposits, information about the development system and the applied mechanization, the impact of the project on the activities of the plant and on the socio-economic activities of the region as a whole are given. Based on the developed and approved feasibility studies of projects, the main technical and economic indicators of the projects are given.

Keywords: fields of Balpantau, Tamdybulak, Turbay, development system, technological equipment, main technical and economic indicators of the project.

References:

1. Feasibility study (feasibility study) of the investment project "Construction of a mining mine on the basis of the Balpantau and Tamdybulak deposits" approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan №-531 dated 29.08.2020. General Explanatory note. – Navoi, 2020.

2. Feasibility study (feasibility study) of the investment project "Expansion of production and processing capacities for the development of the Turbay field" approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan №-384 dated 19.06.2021. General Explanatory note. – Navoi, 2020.

СТАНОК ТОКАРНЫЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ

HT-250-01 HT-250 M



**Государственное предприятие НГМК
Производственное объединение
"Навоийский машиностроительный завод"
www.ngmk.uz**

Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879)227-62-14, 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78
E-mail: infonmz@ngmk.uz

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ
ISO 9001:2000 SGS

СТРОИТЕЛЬСТВО СЛЕПОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО СТВОЛА НА МЕСТОРОЖДЕНИИ «ЧАРМИТАН» ЮРУ НГМК



Рузиев Н.Р.,
начальник Департамента
инвестиций НГМК, к.т.н., доцент



Эргашов Р.Б.,
ведущий инженер Департамента
инвестиций НГМК



Мелиев У.М.,
ведущий инженер
горного отдела НГМК



Абдурахманов Х.Х.,
начальник отдела ООО
«УзГЕОРАНГМЕТЛИТИ»

Maqolada "Zarmitan konining quyi gorizontlarini o'zlashtirish (0,00 m gor.gacha)" investitsiya loyihasi doirasida Zarmitan konida bajarilayotgan kon ishlarining bugungi holati ko'rib chiqilgan. Jumladan 10-sonli "ko'r" vertikal stvolning qurilish texnologiyasiga, doimiy va vaqtinchalik kon-kapital ishlari hajmiga alohida e'tibor qaratilgan. 10-sonli "ko'r" vertikal stvolning qurish texnologiyasi variantlari berilgan. Vertikal stvollarni qurish tajribasi va kelajak istiqbollari asosida kombinatda maxsus kon-qurilish boshqarmasini tashkil etish taklif etilmoqda.

Tayanch iboralar: "ko'r" stvol, kon-qurilish uskunalari, vertikal stvollarni qurish texnologiyasi, kon-qurilish uskunalarining yer osti lahmilari, doimiy va vaqtinchalik kon-kapital ishlari, shaxta yuk ko'tarish uskunasi, stvollarni qurish tezligi, elektrovoz va o'zi yurar transport.

V stat'ye rassmatrivayetsya segodnyashnee sostoyaniye gornyx rabot na rudnike Zarmitan, vypolnyayemyx v ramkax realizatsii investitsionnogo TZO proyekta «Otrabotka nizhnix gorizontov gornorudnogo kompleksa na baze mestorozhdeniy Zarmitan'skoy zolotorudnoy zony (do gor. 0,00 m)». Udeleyetsya osoboe vnimaniye na stroitel'stvo vertikal'nogo stvola № 10 «Slepoy», tekhnologiyu stroitel'stva stvola, na ob'emy postoyannyx i vremennyx gorno-kapital'nyx rabot. Privodiyatsya varianty tekhnologii stroitel'stva stvola № 10 «Slepoy». Na osnove opyta stroitel'stva vertikal'nyx stvolov i perspektiv na buduyee predlagayetsya organizovat' spetsializirovannoye shaxtostroitel'noye upravleniye v kombinatye.

Ключевые слова: слепой ствол, горнопроходческое оборудование, технология строительства стволов, камера проходческих лебедок, постоянные и временные горно-капитальные работы, подъемная машина, темпы проходки ствола, электровозный и самоходный транспорт.

Промышленный комплекс Навоийского ГМК по добыче и переработке золотосодержащих руд в течение многих лет работает стабильно с надежными и высокими технико-экономическими показателями. За годы независимости Республики Узбекистан выпуск продукции комбината возрос более чем в 1,5 раза. Эти достижения стали возможными за счет вовлечения в отработку новых месторождений, строительства и расширения действующих перерабатывающих комплексов, а также технического перевооружения и внедрения новейших научно-технических разработок в действующие производства, которые повысили эффективность производства.

Минерально-сырьевая база составляющая основу природно-ресурсного потенциала страны, в решающей степени определяет уровень добычи золота в Навоийском ГМК. Имеющаяся минерально-сырьевая база, высокая квалификация специалистов и внедрение передовых ресурсосберегающих технологий при освоении месторождений способствуют повышению эффективности работ НГМК, повышению и укреплению его позиций и роли не только в экономике Узбекистана, но и в рейтинге крупнейших горно-металлургических компаний мира.

Реализуемая по комбинату на сегодняшний день Программа по увеличению производства драгоценных металлов до 2026 года предусматривает наращивание минерально-сырьевой базы НГМК.

Навоийский ГМК значительные инвестиции вкладывает в дальнейшее развитие горного и перерабатывающего производства. Например, только за последние годы реализованы несколько крупных инвестиционных проектов, в их числе проект «Усовершенствование технологии извлечения золота из упорных руд месторождений «Кокпатас» и «Даугызтау» и др.

В настоящее время реализуются такие крупные инвестиционные проекты, как «Оработка карьера Мурунтау (V очередь). I этап»,

«Расширение перерабатывающих мощностей ГМЗ-2. I-II этапы», «Строительство рудника по добыче и переработке золотосодержащих руд месторождений Ауминзо-Амантойского рудного поля (ГМЗ-5)», «Строительство комплекса по переработке техногенных отходов ЦКВЗ (ГМЗ-7)».

Хозяйственная и производственная деятельность Навоийского ГМК направлена на увеличение экономического потенциала страны. Несмотря на широкий ассортимент выпускаемой продукции, основное производство ориентировано на добычу и переработку золотосодержащих и урановых руд. На долю комбината приходится основная часть всего золота, производимого в республике и 100% добычи урана.

В рамках реализации Программы по увеличению производства драгоценных металлов также предусматривается реализация инвестиционного проекта «Оработка нижних горизонтов горнорудного комплекса на базе месторождений Зармитанской золоторудной зоны (до гор. 0,00 м)» с годовой мощностью добычи руды 850 тыс. т в год. ТЭО проекта разработан в целях обеспечения перерабатывающих мощностей ГМЗ-4 рудой, при вскрытии и отработке нижних горизонтов месторождений Зармитанской золоторудной зоны до отметки +0,00 м [1].

Вскрытие и отработка нижних горизонтов служит для восполнения, в будущем, выбывающих мощностей месторождения Чармитан до гор. 540 м.

Группа месторождений Зармитанской золоторудной зоны делится на месторождения Чармитан, Гужумсай и Урталик (Промежуточное). Согласно решению ТЭО проекта предусмотрено раздельное вскрытие месторождений Чармитан и Гужумсай [1]. Месторождение Чармитан (рудник Зармитан) делится на два участка: Центральный и Восточный.

В настоящее время на руднике Зармитан ведутся следующие работы:

- добычные работы на горизонтах 660 м, 600 м и 540 м, подготовительные работы на горизонтах 540 м, 480 м и 420 м. Высокая интенсивность горных работ и ведение их на четырёх, пяти горизонтах объясняется горно-геологическими условиями расположения рудных тел представленных золото-серебросодержащими кварцевыми рудными жилами разной протяженности и мощности рудных тел;
- строительство вертикального ствола «Скиповой» на Центральном участке глубиной 1000 м и с годовой производительностью по выдаче руды 1,4 млн т;
- углубка вертикального ствола «Главный» на Центральном участке с гор. 540 м до гор. 0,00 м.

Решение по вскрытию запасов месторождения Чармитан до отм. +0,00 м объясняет необходимость проходки стволов «Главный» и «Скиповой» на всю глубину изученных запасов, т.е. до горизонта +0,00 м [1].

На Восточном участке месторождения Чармитан, в районе существующего ствола № 10, в рамках инвестиционного проекта, также, предусмотрено строительство вертикального ствола № 10 «Слепой» с гор. 600 м до гор. +0,00 м.

Ствол № 10 «Слепой» с существующим стволом № 10 служит для подъема породы на поверхность, спуска-подъема людей и различных грузов, а также для обеспечения водоотлива и подачи свежего воздуха для проветривания горных выработок нижних горизонтов Восточного участка месторождения Чармитан [2].

То есть вертикальный ствол № 10 «Слепой» обеспечивает подъем горной массы до гор. 600 м, откуда по существующему стволу № 10 будет выдаваться на поверхность. Промплощадка существующего ствола № 10 расположена в безрудной зоне юго-восточной части месторождения Чармитан между разведочными линиями 102-103 [2]. Схема вскрытия месторождения Чармитан приведена на рис. 1.

Ствол № 10 «Слепой» проходит с гор. 600 м до гор. 0,00 м с высеками на горизонтах 600, 540, 480, 420, 360, 300, 240, 180, 120, 60 и 0,00 м [2].

Согласно решениям ТЭО проекта объем горно-капитальных работ на строительство ствола составит порядка 31,2 тыс. м³, в том числе: камера подъемной машины и ЦПП, наклонная выработка под подъемные канаты и камера шкивов – 6,2 тыс. м³, собственно ствол – 11,9 тыс. м³, околоствольные выработки на гор. 600 м, 540 м, 300 м и 0,00 м – 5,1 тыс. м³, главные водоотливные комплексы на гор. 300 м и 0,00 м – 4,4 тыс. м³ и камерные выработки – 3,6 тыс. м³ [1].

Сечение ствола № 10 «Слепой» приведено на рис. 2. Армирование ствола металлическая, проводники подъемных сосудов жесткие – рельсы Р43. Основные расстрельные балки – двутавр 30М. По стволу прокладываются трубы водопроводные и сжатого воздуха, кабели электроснабжения, освещения, связи, сигнализаций и шахтной ствольной сигнализации. Коммуникации в стволе крепятся к расстрелам или к стенке ствола. На армировку ствола и трубопроводы наносится антикоррозийное покрытие [2].

Диаметр ствола № 10 «Слепой» в свету 4,5 м ($S_{св.} = 15,9 м^2$), крепь – монолитный бетон, глубина ствола 610 м. Ствол оборудован двухклетевым подъемом под вагонетки ВГ-1,3. Клетки 1НОВ2,55-3,2-01, подъемная машина 2Ц-4х2,3. Доставка постоянной подъемной машины и всего проходческого оборудования будет осуществляться через НТС 1-3 по доставочному штреку на горизонте +600 м с сечением в свету 9,7 м² [2].

Производительность подъемной установки ствола № 10 «Слепой» – до 200,0 тыс. т в год при подъеме горной массы с гор. 0,00 м [5].

По стволу № 10 «Слепой» (и по стволу № 10) будет выдаваться на поверхность только порода в вагонетках ВГ-1,3. К стволу вагонетки доставляются электровозным транспортом. План гор. 600 м Восточной части месторождения Чармитан приведен на рис. 3.

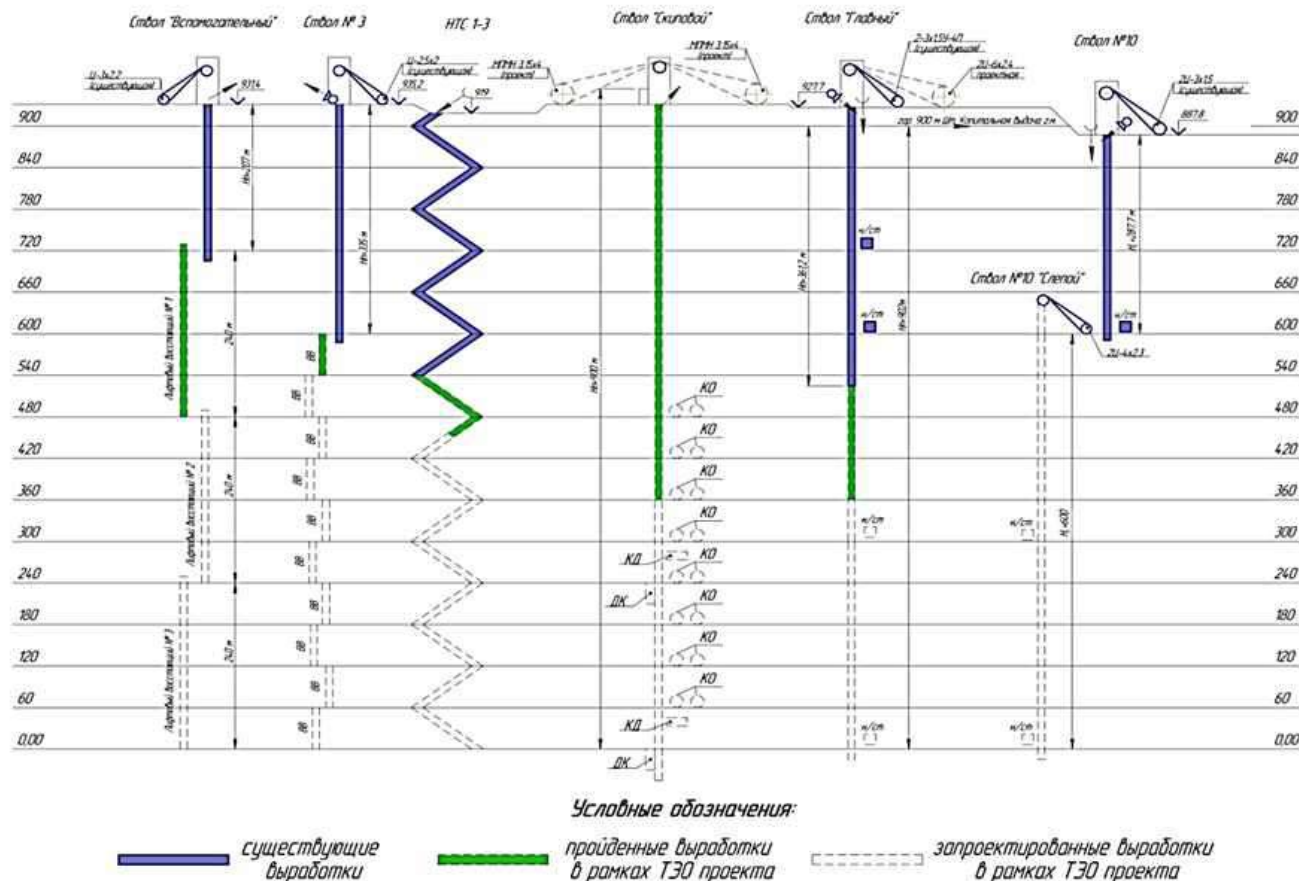


Рис. 1. Схема вскрытия месторождения Чармитан (рудник Зармитан)

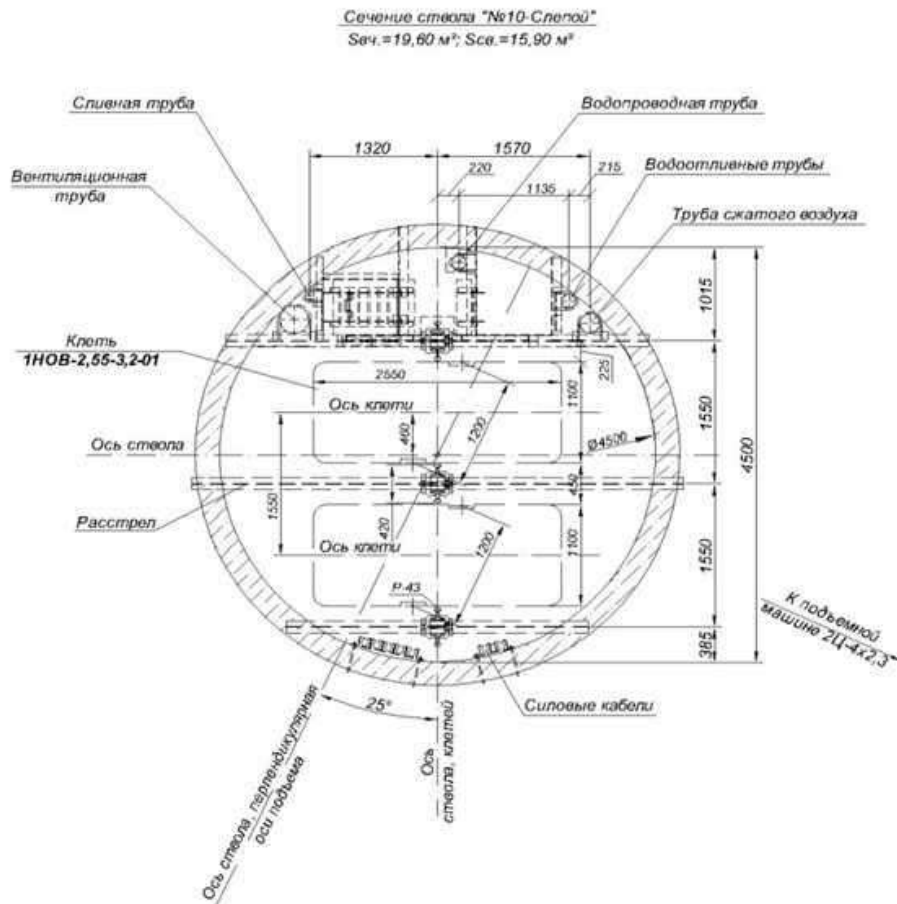


Рис. 2. Сечение ствола №10 «Слепой»

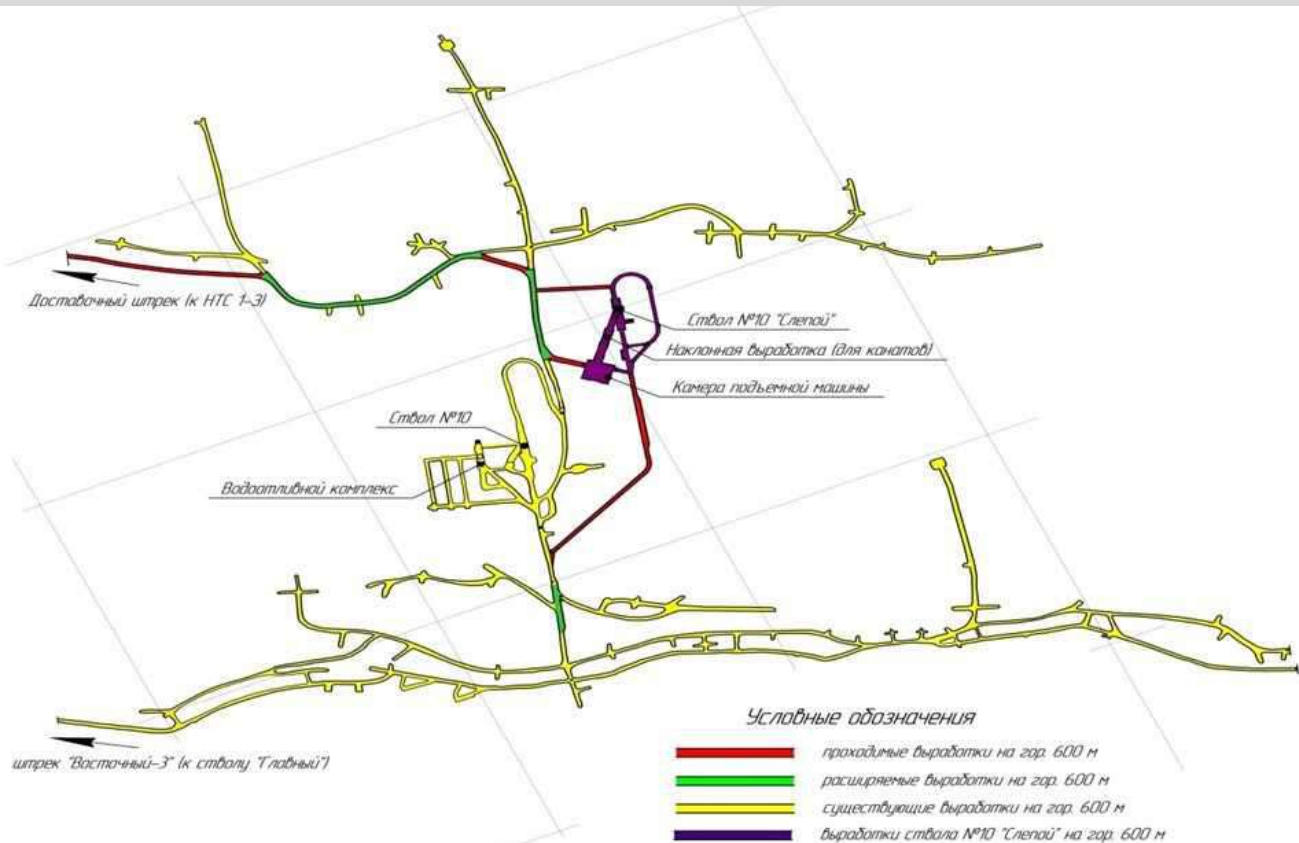


Рис. 3. План гор. 600 м Восточной части месторождения Чармитан

Ниже детально приведены варианты технических решений по строительству ствола № 10 «Слепой».

Технология строительства ствола № 10 «Слепой».

Для строительства ствола № 10 «Слепой» необходимо обеспечить проходку и сооружение камеры проходческих лебедок и вспомогательных выработок, необходимые для навешивания и спуска-подъема горнопроходческого комплекса (проходческий полок, опалубка, коммуникации по стволу, погрузчик типа КС, разгрузочное устройство бады и т.д.) [3]. При этом сооружение камеры лебедок можно осуществлять в 2-х вариантах:

I – вариант: сооружение камеры лебедок и вспомогательных выработок на околовольном дворе гор. 600 м;

II – вариант: проходка и сооружение отдельной камеры лебедок и вспомогательных выработок.

Далее рассмотрим технологию строительства ствола по каждому варианту отдельно.

I – вариант. Технология строительства ствола № 10 «Слепой» с сооружением камеры лебедок и вспомогательных выработок на околовольном дворе гор. 600 м [3].

Проходка ствола предусматривается в два этапа.

I этап – подготовительный.

На подготовительном этапе предусматривается выполнение следующих работ:

- параллельная проходка (строительство) камеры постоянной подъемной машины и кольцевого околовольного двора на гор. 600 м (при этом проходка прямолинейной части околовольного двора осуществляется с расширением под проходческие лебедки);

- проходка наклонного хода под подъемные канаты и пилотного восстающего (при этом восстающий будет расширяться до проектного сечения) до камеры шкивов на отм. + 624,0 м;

- параллельная проходка камеры шкивов и временных выработок (породоспуска и камеры разгрузки);

- монтаж и пусконаладка проходческого оборудования (подъемная машина, проходческие лебедки, бадьевого комплекс,

компрессорное оборудование, узел приготовления бетона, подшивные площадки, нулевая рама и т.п.) [6];

- монтаж инженерных коммуникаций (трубопроводы водоотлива, сжатого воздуха, вентиляции, кабельная продукция и т.п.);
- проходка технологического отхода с отм. 600 м до отм. 560 м.

Объем горно-капитальных работ на подготовительном этапе составит порядка 11,6 тыс. м³, в том числе постоянные выработки 8,6 тыс. м³ и временные выработки 3,0 тыс. м³. При темпе проходки вертикальных выработок 40-50 м/мес. и горизонтальных выработок 1000 м³/мес. срок выполнения работ подготовительного этапа составит около 12 месяцев [4, 6]. При этом, выдача породы от проходки на поверхность будет осуществляться через существующий вертикальный ствол №10 (электровозный транспорт).

II этап – непосредственно проходка ствола до отм. -10 м и постоянных выработок.

На втором этапе предусматривается выполнение следующих работ:

- проходка ствола с отм. 560 м до гор. 540 м;
- проходка сопряжения и околовольного двора ствола на гор. 540 м;

- проходка ствола с гор. 540 м до гор. 480 м и сопряжения;

- проходка ствола с гор. 480 м до гор. 420 м и сопряжения;

- проходка ствола с гор. 420 м до гор. 360 м и сопряжения;

- проходка ствола с гор. 360 м до гор. 300 м и сопряжения;

- проходка околовольного двора и водоотливного комплекса на гор. 300 м;

- проходка ствола с гор. 300 м до гор. 240 м и сопряжения;

- проходка ствола с гор. 240 м до гор. 180 м и сопряжения;

- проходка ствола с гор. 180 м до гор. 120 м и сопряжения;

- проходка ствола с гор. 120 м до гор. 60 м и сопряжения;

- проходка ствола с гор. 60 м до гор. 0,00 м и сопряжения;

- проходка околовольного двора и водоотливного комплекса на гор. 0,00 м;

- проходка зумпфовой части ствола до отм. -10 м;

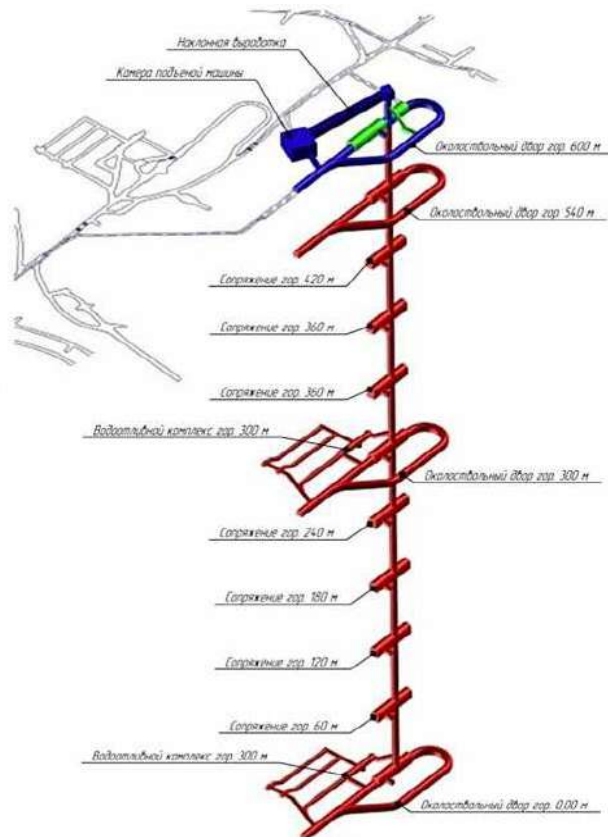
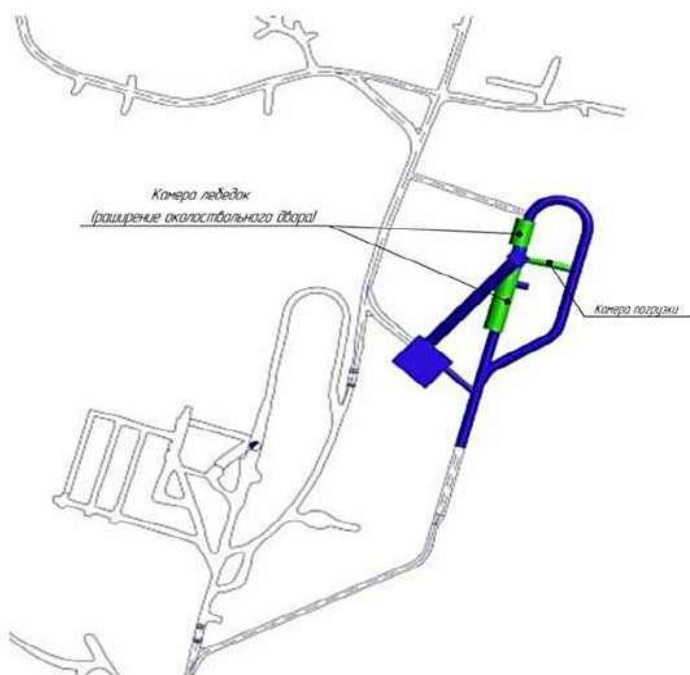


Рис. 4. Комплекс выработок на строительство ствола (проходческие лебедки установлены на гор. + 600 м)

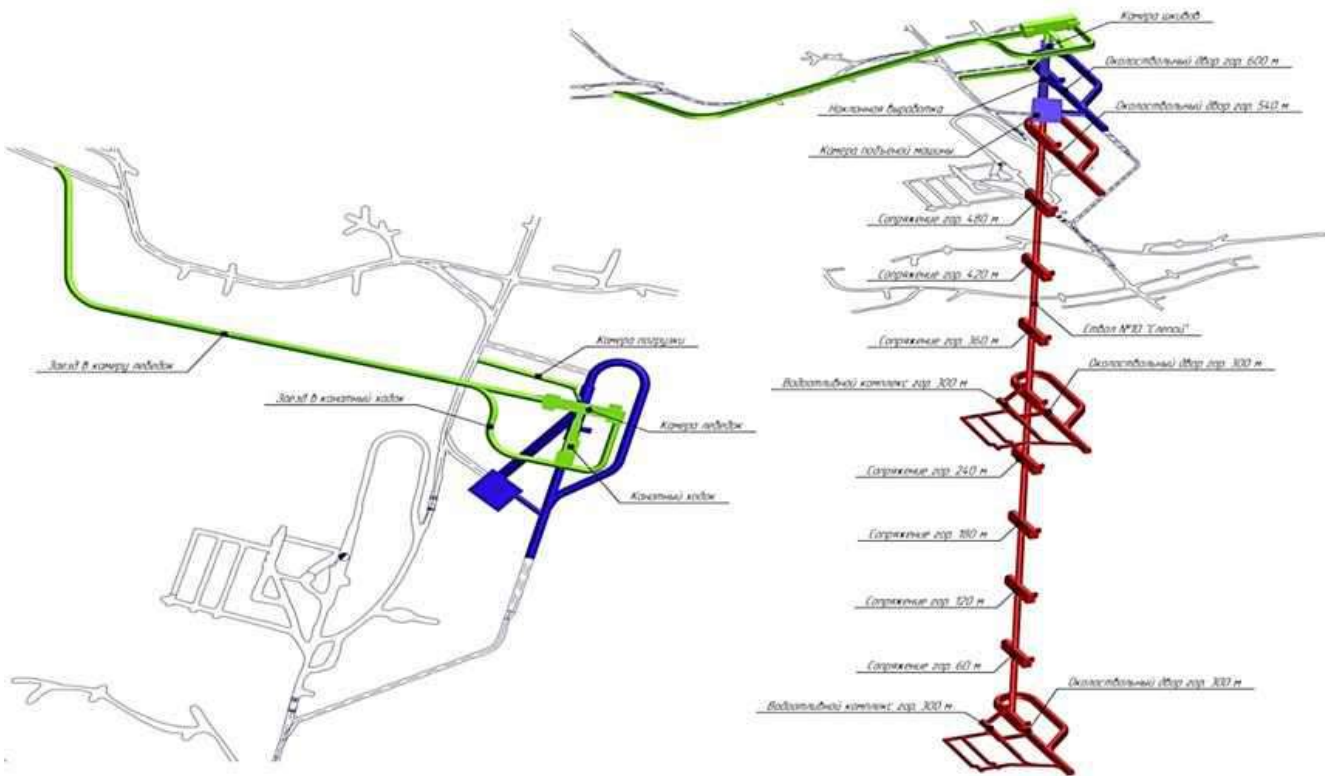


Рис. 5. Комплекс выработок на строительство ствола (проходческие лебедки установлены на гор. + 640 м)

- переоснащение технологического оборудования для армировки ствола;
- армировка ствола;
- демонтаж и выдача на поверхность технологического и вспомогательного оборудования;
- монтаж инженерных коммуникаций, постоянного оборудования, пусконаладочные работы и сдача в эксплуатацию всего комплекса ствола.

Объем горно-капитальных работ на второй этап составит порядка 22,6 тыс. м³.

При темпе проходки вертикальных выработок 40-50 м в месяц и горизонтальных выработок 1000 м³ в месяц срок выполнения работ данного этапа составит около 30 месяцев [4, 6].

При этом выдача породы от проходки на поверхность будет осуществляться через существующий вертикальный ствол № 10 (электровозный транспорт).

Комплекс выработок на строительство ствола приведен на рис. 4.

II – вариант. Технология строительства ствола № 10 «Слепой» с сооружением отдельной камеры лебедок и вспомогательных выработок [3].

Проходка ствола предусматривается в два этапа.

I этап – подготовительный. На подготовительном этапе предусматривается выполнение следующих работ:

- параллельная проходка (строительство) временного уклона с полевого штрека гор. + 600 м на отм. + 640 м к камере лебедок и камеры лебедок, камеры подъемной машины и околоствольного двора на гор. 600 м;

- проходка наклонного хода под подъемные канаты и пилотного восстающего (при этом восстающий будет расширяться до проектного сечения) до камеры лебедок на отм. +640,0 м;

- параллельная проходка камеры шкивов и временных выработок (породоспуска и камеры погрузки породы);

- монтаж и пусконаладка проходческого оборудования (подъемная машина, проходческие лебедки, бадьевого комплекса, компрессорное оборудование, узел приготовления бетона, подшкивные площадки, нулевая рама и т.п.) [6];

- монтаж инженерных коммуникаций (трубопроводы водоотлива, сжатого воздуха, вентиляции, кабельная продукция и т.п.).

Объем горно-капитальных работ на подготовительном этапе составит порядка 15,0 тыс. м³, в том числе постоянные выработки 7,8 тыс. м³ и временные выработки 7,2 тыс. м³.

С учетом параллельного строительства и при темпе проходки вертикальных выработок 40-50 м в месяц и горизонтальных выработок 1000 м³ в месяц срок выполнения работ подготовительного этапа составит около 9 месяцев [4, 6]. При этом выдачу породы от проходки на поверхность можно осуществлять и через существующий вертикальный ствол № 10 (электровозный транспорт) и через НТС 1-3 (самоходный транспорт).

II этап – непосредственно проходка ствола до гор. -10 м и постоянных выработок.

Во втором этапе предусматривается выполнение следующих работ:

- проходка ствола с гор. 600 м до гор. 540 м;
- проходка сопряжения и околоствольного двора ствола на гор. 540 м;

- проходка ствола с гор. 540 м до гор. 480 м и сопряжения;
- проходка ствола с гор. 480 м до гор. 420 м и сопряжения;
- проходка ствола с гор. 420 м до гор. 360 м и сопряжения;
- проходка ствола с гор. 360 м до гор. 300 м и сопряжения;
- проходка околоствольного двора и водоотливного комплекса на гор. 300 м;

- проходка ствола с гор. 300 м до гор. 240 м и сопряжения;
- проходка ствола с гор. 240 м до гор. 180 м и сопряжения;
- проходка ствола с гор. 180 м до гор. 120 м и сопряжения;
- проходка ствола с гор. 120 м до гор. 60 м и сопряжения;
- проходка ствола с гор. 60 м до гор. 0,00 м и сопряжения;
- проходка околоствольного двора и водоотливного комплекса на гор. 0,00 м;

- проходка зумпфовой части ствола до отм. -10 м;
- переоснащение технологического оборудования для армировки ствола;

- армировка ствола, демонтаж и выдача на поверхность технологического и вспомогательного оборудования;

– монтаж инженерных коммуникаций, постоянного оборудования, пусконаладочные работы и сдача в эксплуатацию всего комплекса ствола.

Объем горно-капитальных работ на втором этапе составит порядка 23,4 тыс. м³. При темпе проходки вертикальных выработок 40-50 в месяц и горизонтальных выработок 1000 м³ в месяц срок выполнения данного этапа составит около 29 месяцев [4, 6]. При этом выдача породы от проходки на поверхность будет осуществляться через НТС 1-3 (самоходный транспорт). Комплекс выработок на строительство ствола приведено на рис. 5.

В настоящее время в нашей республике ведутся строительные работы следующих вертикальных стволов:

- ствол «Самарчук» рудника Кызыл-алма АО «Алмалыкский ГМК»;
- ствол «Главный» рудника Зармитан ГП «Навоийский ГМК»;
- ствол «Скиповой» рудника Зармитан ГП «Навоийский ГМК».

В перспективе планируется углубка существующих стволов шахты «Мурунтау» и строительство слепого ствола на руднике «Хандиза».

С учетом перспективных работ в области строительства вертикальных стволов предлагается организовать в комбинате специализированное шахтостроительное управление, что даст возможность создания новых рабочих мест и экономии валютных средств. При этом, ориентировочные затраты на приобретение горнопроходческого комплекса (проходческие лебедки, самоходная техника, буровое оборудование, бадьевого комплекс, компрессорное оборудование, узел приготовления бетона, подшивные площадки, нулевая рама и т.п.) будут составлять до 10 млн. долл. США [5, 7]. Также потребуются подготовка и обучение персонала, т.е. инженеров и строителей в данном направлении. Разработку необходимой проектно-сметной документации на строительство стволов можно осуществить как силами комбината, так и силами проектных институтов.

Библиографический список:

1. Технико-экономическое обоснование (ТЭО) инвестиционного проекта «Отработка нижних горизонтов горнорудного комплекса на базе месторождений Зармитанской золоторудной зоны (до гор. 0,00 м)» утвержденное постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 14.02.2019г. №ПКМ-127. Общая пояснительная записка. – Ташкент, 2018 г.
2. Техническое задание на строительство вертикального шахтного ствола № 10 «Слепой от 08.02.2021г. №03-02-11/1479 согласованное ГУП «Центр комплексной экспертизы проектов и импортных контрактов» при Министерстве экономического развития и сокращения бедности Республики Узбекистан.
3. Тимофеев О.В. Проектирование и строительства подземных сооружений. Учебное пособие – Санкт-Петербург, 2005 г. – С. 79-110.
4. Долгий И.Е., Силантьев А.А. Основы горного производства. – Санкт-Петербург, 2003 г. – С. 32-75.
5. Трифанов Г.Д. Эксплуатация шахтных подъемных установок. – Пермь, 2015 г. – С. 8-34.
6. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Монтаж технологического проходческого оборудования. – Москва, 1988 г.
7. Шевцов Н.Р., Миндюков Ю.И. Шахтное и подземное строительство. – Донецк, 2000 г. – С. 84-96.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, № 4 (87) pp. 11-16

CONSTRUCTION OF A BLIND VERTICAL SHAFT AT THE CHARMITAN DEPOSIT OF THE SOUTHERN ORE DEPARTMENT OF THE NMMC

¹Ruziev N.R., Head of Investment Department, candidate of technical sciences, assistant professor

¹Ergashov R.B., leading engineer.

¹Meliev U.M., leading engineer.

²Abdurakhmanov Kh.Kh., department head.

¹Navoi Mining and Metallurgical Combine.

²LLC “UzGEORANGMETLITI”.

The article discusses the current state of mining operations at the Zarmitan mine, carried out within the framework of the investment feasibility study of the project "Development of the lower horizons of the mining complex on the basis of the deposits of the Zarmitan gold ore zone (up to 0.00 m mountains)". Special attention is paid to the construction of the vertical shaft №10 "Blind", the technology of the construction of the trunk, the volume of permanent and temporary mining and capital works. Variants of the construction technology of the trunk №10 "Blind" are given. Based on the experience of building vertical shafts and prospects for the future, the organization of a mine-building organization in the country is proposed.

Keywords: blind shaft, mining equipment, technology of shaft construction, chamber of sinking winches, permanent and temporary mining and capital works, lifting machine, rate of shaft sinking, electric locomotive and self-propelled transport.

References:

1. Feasibility study (feasibility study) of the investment project "Development of the lower horizons of the mining complex on the basis of the deposits of the Zarmitan gold ore zone (up to 0.00 m mountains)" approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan №127 dated 14.02.2019. General Explanatory Note. – Tashkent, 2018.
2. Technical specification for the construction of a vertical mine shaft №10 "Blind" dated 08.02.2021 № 03-02-11/1479 approved by the State Unitary Enterprise "Center for Integrated Expertise of projects and import Contracts" under the Ministry of Economic Development and Poverty Reduction of the Republic of Uzbekistan.
3. Timofeev O. V. Design and construction of underground structures. – St. Petersburg, 2005, pp. 79-110.
4. Dolgij I. E., Silantjev A. A. Fundamentals of mining production. – St. Petersburg, 2003, pp. 32-75.
5. Trifanov G. D. Operation of mine lifting installations. – Perm, 2015, pp. 8-34.
6. Uniform standards and prices for construction, installation and repair and construction work. Installation of technological and tunneling equipment. — Moscow, 1988.
7. Shevtsov N. R., Mindyukov Yu. I. Mine and underground construction. – Donetsk, 2000, pp. 84-96.

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕГОДНЯШНЕГО ПОЛОЖЕНИЯ И БУДУЩЕГО РАЗВИТИЯ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК НА РУДНИКЕ ЗАРМИТАН



Собиров Т.О.,
заместитель главного механика
НГМК



Эргашов Р.Б.,
ведущий инженер
Департамента инвестиций НГМК



Ашуров Б.Н.,
заместитель начальника отдела
ООО «УзГЕОРАНГМЕТЛИТИ»



Прокопьев А.С.,
главный специалист
ООО «УзГЕОРАНГМЕТЛИТИ»

Ushbu maqolada Zarmitan oltin konining Charmitan uchastkasida ishlatilayotgan shaxta yuk ko'tarish qurilmalarini hozirgi holati o'rganilgan. Konning markaziy va sharqiy uchastkasidagi asosiy ochuvchi stvollar - "Glavniy", "Yordamchi", №3 va №10 vertikal stvollar-da ishlatilayotgan shaxta yuk ko'tarish qurilmalari ishi tahlil qilingan. Shu bilan bir qatorda markaziy uchastkada foydali qazilmani yer yuzasiga chiqarishda qo'llanilayotgan qiya transport kon laximining bugungi holati va kelajakda kondan qazib olinayotgan foydali qazilmani skipli vertikal stvol orqali tashish tizimini qo'llash samadorligi asoslangan.

Tayanch iboralar: skip, klet, vertikal stvol, qiya transport kon laximi, ko'p arqonli shaxta yuk ko'tarish qurilmalari, arqon, shkiv.

В статье рассматривается текущее состояние шахтных подъемных установок, используемых на руднике Зармитан. Проведен анализ работы шахтных подъемных установок, используемых в шахтах «Главный», «Вспомогательный», № 3 и № 10 в Центральной и Восточной части рудника Зармитан. А так же текущее состояние наклонного транспортного съезда используемого для транспортировки полезных ископаемых на Центральном участке, и эффективность по возможности будущего использования скиповых подъемных установок для выдачи полезных ископаемых на дневную поверхность.

Ключевые слова: скип, клеть, вертикальный шахтный ствол, наклонный транспортный съезд (НТС), многокатанная подъемная машина, двухклетьевые подъемные установки, противовес, канат, шкив.

В данной статье рассматриваются вопросы по дальнейшему развитию 333 (рудника Зармитан) при отработке нижележащих горизонтов (с гор. 540 м до гор. 0,00 м) с выдачей руды на поверхность с глубины до ~1000 м и выполнения плана по выпуску драгоценных металлов согласно Постановления Президента РУз от 03.01.2017 г. № 2713 «Программа дополнительных мер по увеличению производства драгоценных металлов до 2026 г.».

Зармитанская золоторудная зона расположена на южных склонах центральной части хребта Северный Нуратау и административно относится к Кошрабадскому району Самаркандской области. Рельеф в районе месторождений низкогорный, слабо расчлененный, с абсолютными отметками от 850 до 1200 м, в целом понижающийся в юго-восточном направлении. Относительные превышения колеблются от 50 до 100 м, редко достигая 150 м. Крутизна склонов 10-30°. Более 80% территории зоны покрыто рыхлыми четвертичными отложениями мощностью от 1-2 м до 60-140 м [1].

В Зармитанскую золоторудную зону входят Чармитанское и Гужумсайское месторождения. При этом, месторождение Чармитан разделено на Центральную и Восточную части, которые обрабатываются одним подземным рудником Чармитан, а Гужумсайское месторождение – двумя подземными рудниками Гужумсай и Урталик.

В настоящее время основными вскрываемыми месторождениями и действующими выдачными и вентиляционными выработками на руднике Чармитан являются: на Центральной части – вертикальные шахтные стволы «Главный», «Вспомогательный», «№ 3», и наклонный транспортный съезд (НТС) № 1-3; в Восточной части – вертикальный шахтный ствол № 10.

Ствол «Главный» пройден с поверхности до гор. 540 м диаметром 5,5 м и сечением 23,8 м² в свету, глубина ствола с зумпфом ~400 м. Он оснащен двухклетевой подъемной установкой, служащей для подъема горной массы на штольневой гор. 900 м (верхняя приемная площадка), спуска-подъема людей, материалов и оборудования. По стволу подается свежий воздух для проветривания горных выработок, проложены различные необходимые коммуникации. Шахтные стволы «Вспомогательный» и №3 пройдены с поверхности диаметром

4,5 м, сечением 15,9 м² в свету. Ствол «Вспомогательный» пройден до гор. 720 м глубиной ~207 м (без зумпфа), а ствол № 3 – до гор. 600 м глубиной ~335,4 м (без зумпфа). Стволы используются в схеме вентиляции рудника, являются запасными выходами и оснащены грузоподъемными установками, предназначенных для спуска – подъема людей и грузов. НТС № 1-3 пройден с поверхности до гор. 480 м, сечением 17,6 м² в свету на прямом участке под углом 80° и углубляется по мере понижения горных работ. По нему подается свежий воздух для проветривания горных выработок и вывозится на поверхность, руда в автосамосвалах грузоподъемностью 28 т. Протяженность съезда до гор. 540 м составляет ~2700 м. В восточной части рудника расположен ствол № 10 пройденный с поверхности до гор. 600 м, диаметром 4,5 м и сечением 15,9 м² в свету. Глубина ствола без зумпфа 281,0 м. Он оснащен двухклетевой подъемной установкой и предназначен для выдачи горной массы на поверхность, спуска-подъема людей, материалов и оборудования. По стволу подается в горные выработки свежий воздух, проложены необходимые коммуникации [1].

Основные технические данные действующих подъемных установок приведены в табл. 1.

Годовая производительность рудника Зармитан составляет 850 тыс. т руды в год: 550 тыс. т по Центральной части и 300 тыс. т по Восточной.

В 2019 г. разработано и утверждено Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 14.02.2019 г. №ПКМ-127 технико-экономическое обоснование (ТЭО) «Отработка нижних горизонтов ГРК на базе месторождений Зармитанской золоторудной зоны (до гор. 0,00 м)». В ТЭО проекта рассматривались варианты совместного и раздельного вскрытия и отработки месторождений Чармитан и Гужумсай со строительством ствола «Скипо-клетевой» на месторождении Чармитан с выдачей руды в скипах на поверхность. Окончательно принят вариант с раздельной отработкой месторождений и поэтому в статье рассматривается вскрытие и отработка нижних горизонтов только месторождения Чармитан как наиболее востребованных.

Рудник Чармитан. Основные данные действующих подъемных установок

	Наименование	Ед. изм.	Действующие стволы			
			«Главный»	«Вспомогательный»	№ 3	№ 10
1.	Система подъема	–	Одноканатная			
2.	Тип подъемной установки	–	Грузолюдские			
3.	Тип клетки	–	Двухклетевая	Клеть с противовесом	Клеть с противовесом	Двухклетевая
4.	Тип вагонетки	–	ВГ-1,6 (емкость 1,6 м³)			ВГ-1,3 (емкость 1,3 м³)
5.	Подъемная машина, тип		2Ц-3х1,5у-4П	Ц-3х2,2-1П	Ц-2,5х2	2Ц-3х1,5
6.	Передачное число редуктора		20			
7.	Электродвигатель:					
	– тип	–	АК 13-42-8	АУ 4-400У3	ВАОК 450 S8	АК 12-52-8
	– мощность	кВт	400	250	200	320
	– частота вращения	об/мин	740	590	740	740
	– напряжение	В	6000		380	6000
8.	Противовес клетки	–	–	1ПП180	1ПП150	–
9.	Канат подъемный, головной:					
	– диаметр	мм	30,5	29,0	29,0	27,0
	– ГОСТ	–	2688-80		7668-80	
10.	Канат тормозной парашютной установки клетки и противовеса:					
	– диаметр	мм	30,5			25,5
	– ГОСТ	–	3077-80			
11.	Высота подъема	м	~361,1 (до гор. 540 м)	207,0 (до гор. 720 м)	335,4 (до гор. 600 м)	281,0 (до гор. 600 м)
12.	Скорость движения подъемных сосудов в стволе	м/с	5,8	4,7	4,8	5,8
13.	Производительность подъемных установок (с нижних горизонтов)	тыс. т/год	200÷250	100÷125	–	200÷230

Исходя из этого, нижние горизонты Центральной части месторождения вскрываются для отработки новым вертикальным шахтным стволом «Скипо-клетевой» и углубляемым стволом «Главный», а на Восточной части – вертикальным стволом № 10 «Слепой».

Ствол «Скипо-клетевой» проходит с поверхности до гор. 0,00 м диаметром 6,5 м, сечением 33,18 м² в свету.

Глубина ствола ~1000 м. Он оснащается двухскиповой и одноклетевой подъемными установками. Размещение подъемных сосудов в сечении ствола показано на рис. 1. Скиповой подъем предназначен для выдачи руды на поверхность в количестве 850 тыс. т в год, а в перспективе - до 1,4 млн т в год с обеих частей месторождения [4].

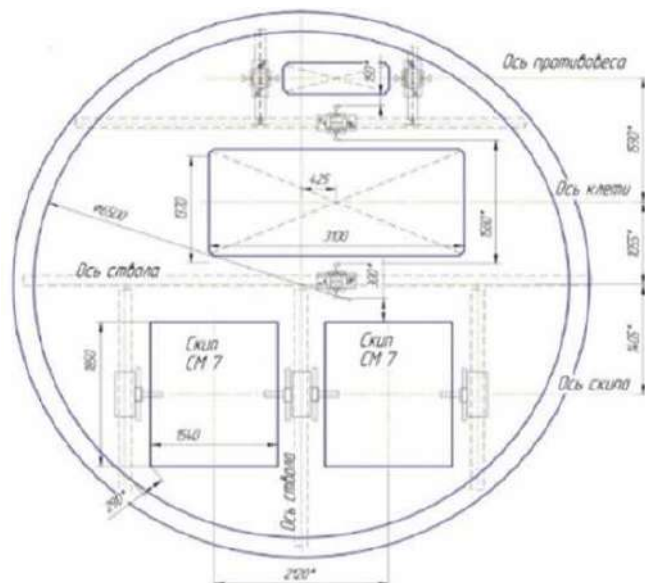


Рис. 1. Сечение ствола «Скипо-клетевой»

На стволе запроектированы два дробильно-погрузочных комплексы расположенных на горизонтах 300 м и 0,00 м. Доставка руды к стволу осуществляется электровозным транспортом в вагонетках.

Клетевая подъемная установка ствола «Скипо-клетевой» системы «клеть+противовес» предназначена для спуска-подъема людей и различных грузов массой до 6÷7 т [2].

Разработка месторождений, залегающих на больших глубинах, требует оптимальных решений проблемы выдачи горной массы на поверхность, спуска-подъема людей и различных грузов.

Эта проблема проще решается с применением подъемных машин с многоканатной системой подъема, а установка этих машин на земле с укосными копрами исключает строительство башенных копров и снижает стоимость многоканатных комплексов на ~30%. Поэтому подъемные установки скиповой и клетевой подъемов ствола в ТЭО укомплектовываются многоканатными машинами типа МПМН-3,15х4 с установкой их на земле. Схемы скиповой и клетевой подъемных установок ствола «Скипо-клетевой» показаны на рис. 2.

Для отработки нижележащих горизонтов ствол «Главный» углубляется с гор. 540 м до гор. 0,00 м на глубину ~940 м с зумпфом, а высота подъема с гор. 0,00 м до штольнего гор. 900 м и составляет ~901,5 м. Сечение ствола не меняется. При этом подъемная установка полностью реконструируется с заменой подъемной машины, клетки, канатов, шкивов, копра и парашютных устройств. В восточной части месторождения ниже ствола № 10 с гор. 600 м до гор. 0,00 м проходит новый ствол № 10 «Слепой» и аналогично стволу № 10 имеет диаметр 4,5 м, сечение в свету 15,9 м², в котором размещаются такие же 2 клетки. Глубина ствола составляет 610 м с зумпфом (без копровой части), высота подъема 600 м. Система подъема подъемной установки – одноканатная, двухклетевая.

Основные технические данные предлагаемых подъемных установок приведены в табл. 2.

Наиболее интересным и уникальным сооружением для всей средней Азии являются многоканатные подъемные установки. Отличительной особенностью скипо-клетевых комплексов является вза-

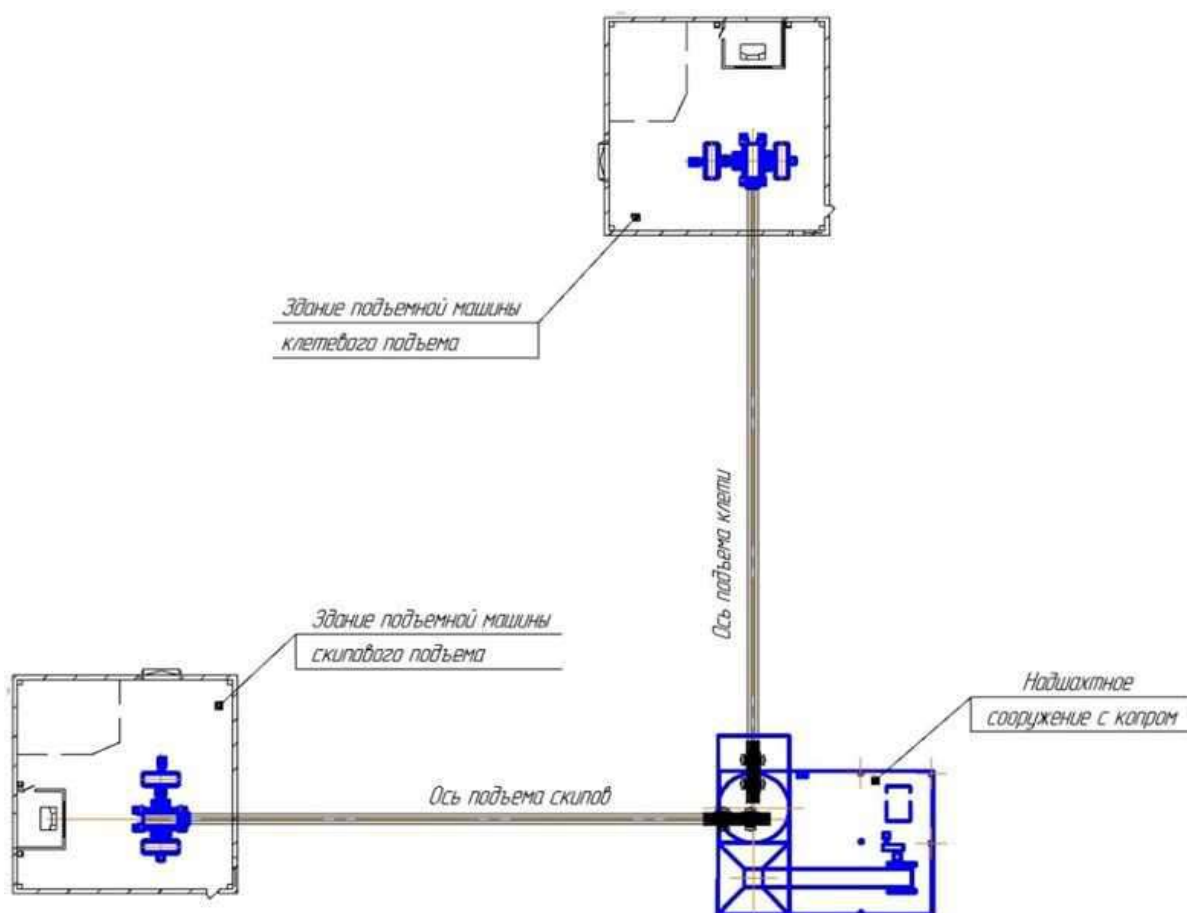


Рис. 2. Схемы скиповой и клетевой подъемных установок ствола «Скипо-клетевой»

Рудник «Чармитан». Основные данные предлагаемых подъемных установок

Таблица 2

№	Наименование	Ед. изм.	Проектируемые стволы			
			«Скипо-клетевой»	«Главный»	«Слепой № 10»	
1.	Система подъема	–	Многоканатная		Одноканатная	
2.	Тип подъемной установки	–	Грузовая	Грузолюдская	Грузолюдские	
			Двухскиповая	Клеть с противовесом		Двухклетевая
3.	Тип клетки	–	–	61 КМ 3,1	21 НВ 3,1Р	1НОВ 2,55-3,2
4.	Тип вагонетки	–	Скип 1СМ7-2 (емкость 7 м³)	ВГ-2,2 (емкость 2,2 м³)	ВГ-2,2 (емкость 2,2 м³)	ВГ-1,3 (емкость 1,3 м³)
5.	Подъемная машина, тип		МГМН-3,15х4		2Ц-6х2,5	2Ц-4х2,3
6.	Передаточное число редуктора		–	–	11,5	11,5
7.	Электродвигатель:					
	– тип	–	АКН-2-15-69-8МУ		АК2-18-27-20МУ	АКН-4-17-24-16У3
	– мощность	кВт	1100х2	500х2	500х2	400
	– частота вращения	об/мин				
	– напряжение	В	6000			
8.	Противовес клетки	–	–	1ПП50	–	–
9.	Канат подъемный, головной:					
	– диаметр	мм	33,0		38,0	29,0
	– ГОСТ	–	7668-80			
10.	Канат тормозной парашютной установки клетки и противовеса:					
	– диаметр	мм	–	–	30,5	25,5
	– ГОСТ	–	–	–	3077-80	
11.	Высота подъема	м	~ 1000,0 (до гор. 0,0 м)		~901,1 (до гор. 0,0 м)	600 (до гор. 0,0 м)
12.	Скорость движения подъемных сосудов в стволе	м/с	12	8	7,9	6,6
13.	Производительность подъемных установок (с нижних горизонтов)	тыс. т в год	850+1400	–	200+250	200+230

имно-перпендикулярное расположение скипового и клетьевого машинных зданий (в соответствии с расположением подъемных сосудов в стволе). Это обуславливает расположение и конструкцию укосин в плане у копра. При этом высота копра уменьшается на 15÷20 м, так как она определяется, улавливается не углами девации головных канатов, а только технологическим набором высоты разгрузки скипов или уровня приемных площадок для клетей с учетом высоты переподъема [3].

Также, применение многоканатных подъемных машин на глубоком стволе даёт ряд преимуществ перед одноканатной:

- решается проблема выдачи больших грузов с больших глубин;
- значительно меньше усилия, возникающие в отдельных узлах машин во время нормальной работы подъемных установок, в резуль-

тате меньших значений приведенных масс машин и отсутствуют жесткие связи канатов со шкивами;

- меньшие размеры, большая компактность;
- отпадает необходимость в устройстве парашютов ПТК, включая амортизаторы на копре, тормозные канаты в стволе и узлы их крепления в зумпфе;
- меньшее давление на проводники, и, следовательно, больший срок их службы в результате применения нескольких головных канатов, свитых в разных направлениях и т.п.

Поэтому, при отработке нижних горизонтов месторождения Чармитан при глубине ведения горных работ более 700 м наиболее эффективным и экономичным решением является применение многоканатных подъемных установок.

Библиографический список:

1. Технично-экономическое обоснование (ТЭО) инвестиционного проекта «Отработка нижних горизонтов ГРК на базе месторождений Зармитанской золоторудной зоны (до гор. 0,00 м)». Общая пояснительная записка. – Ташкент, 2018. – С. 2-14.
2. Бежок В.Р., Дворников В.И., Манец И.Г., Пристром В.А. Шахтный подъем. – Донецк: ООО «Юго-Восток», 2007. – С. 23-47.
3. Братченко Б.Ф. Стационарные установки шахт. – Москва: Недра, 1997. – С. 6-54.
4. Викулов М.А. Проектирование рудничных подъемных установок. – Якутск: ЯГУ, 1990. – С. 12-29.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ДЛЯ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



Государственное предприятие НГМК
Производственное объединение
"Навоийский машиностроительный завод"
www.ngmk.uz
Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879)227-62-14, 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78
E-mail: inonmz@ngmk.uz



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТА «ТУРБОВЗРЫВАНИЯ» ПРИ ДРОБЛЕНИИ ГОРНЫХ ПОРОД СКВАЖИННЫМИ ЗАРЯДАМИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ



Заиров Ш.Ш.,
д.т.н., профессор кафедры
«Горное дело» НГГИ



Шарипов З.С.,
заместитель главного инженера
по горным работам ЦРУ НГМК



Мехмонов М.Р.,
докторант кафедры
«Горное дело» НГГИ



Арзиева С.И.,
ассистент кафедры
«Высшая математика и
информационные технологии» НГГИ

Ishda karyerlarda portlatish ishlarini turbulizatoridan foydalanib amalga oshirish usuli taklif qilingan. Olib borilgan izlanishlar natijasida portlatish ishlarini turbulizator konstruksiyasidan foydalanish bilan amalga oshirganda skvajinalar devoriga ta'sir qiluvchi mexanik kuchlanish aniqlandi. Tog' jinslarini portlovchi modda skvajinali zaryadlar orqali portlatib maydalashda «turbo portlash» samarasidan foydalanish avvalo burg'ilash hajmini kamayishiga va portlovchi materiallarga bo'lgan talabning pasayishini ta'minlaydi, ikkilamchi maydalanish harajatlari kamayishiga erishiladi, ekskavatorlar ishining unumdorligi hamda kon ishlarining xavfsizligini oshishi imkonini beradi.

Tayanch iboralar: skvajina, tog' jinsiga portlashning ta'siri, portlashning massivga ta'sir ko'rsatish davomiyligi va bosimning oshishi, turboportlash, turbulizator, detonatsiya to'lqini, portlash gazlarining (bo'ronli) turbulent oqimi, detonatsiyaning gidrodinamik nazariyasi, mexanik kuchlanish.

Рекомендован способ ведения взрывных работ на карьерах с применением турбулизатора. В результате проведенных исследований определено механическое напряжение на стенке взрывной скважины при использовании конструкции турбулизатора. Использование эффекта «турбовзрывания» при дроблении горных пород скважинными зарядами взрывчатых веществ позволяет снизить потребность во взрывчатых материалах и объемы бурения, снизить затраты на вторичное дробление, повысить производительность работы экскаваторов и безопасность горных работ.

Ключевые слова: Скважина, взрывное воздействие на горную породу, увеличение давления и времени воздействия взрыва на массив, турбовзрыв, турбулизатор, конструкция, детонационная волна, вихревые потоки взрывных газов, гидродинамическая теория детонации, механическое напряжение.

Для повышения эффективности взрывного воздействия на горную породу и снижения выхода негабаритов на карьерах рекомендуется увеличение давления и времени воздействия взрыва на массив путем использования турбулизатора. Турбулизатор предназначен для повышения фактического коэффициента использования потенциальной энергии колонковых зарядов промышленных типов взрывчатых веществ (ВВ) за счет повышения скорости вторичных химических реакций догорания ВВ в скважине после прохождения детонационной волны до момента прорыва продуктов детонации на свободную поверхность.

Взрывание скважинных зарядов ВВ с догоранием продуктов детонации в вихревых потоках в скважине до их прорыва на свободную поверхность принято называть «турбовзрывом».

Использование технологии ведения взрывных работ с применением турбулизатора позволяет снизить удельный расход ВВ, повысить выход горной массы с погонного метра взрывной скважины при производстве массовых взрывов на рыхление, улучшить качество взрывной подготовки горной массы, улучшить проработку подошвы уступа и снизить выход негабаритов.

Базовая конструкция турбулизатора представляет собой пластину, изготовленную из стального листа или алюминия, скрученную винтообразно вокруг продольной оси [1] (рис. 1).

Установка турбулизатора во взрывную скважину зависит от принятой на карьере технологии взрывания.

В рабочем положении турбулизатор полностью погружается в заряд ВВ, при этом в вертикальной скважине турбулизатор находится в вертикальном положении (рис. 2), а в наклонной скважине ось турбулизатора ориентируется параллельно оси скважины.

Приведение турбулизатора в действие детонационной волной происходит следующим образом (рис. 3). В скважине 1 при

срабатывании промежуточного детонатора 2 (рис. 3, а) во взрывчатом веществе 4 возникает детонационная волна 5, которая движется по направлению к турбулизатору 6, проходит вдоль его винтообразной пластины (рис. 3, б) и продолжает дальнейшее движение по колонке заряда 4 (рис. 3, в).

Турбулизатор приводится в действие проходящей вдоль него детонационной волной. Давление на фронте детонационной волны (рис. 3, б), а также скоростной напор движущихся за фронтом волны высокоплотных продуктов детонации воспринимаются винтообразной пластиной турбулизатора, где разлагается на силовые составляющие F_x и F_y . Составляющая F_x создает у турбулизатора крутящий момент вокруг его продольной оси, сообщает импульс вращательного движения. Составляющая F_y сообщает ему импульс поступательного движения по скважине. В результате, после прохождения детонационной волны турбулизатор начинает высокоскоростное вращательно-поступательное движение по скважине 7.

В результате этого движения в скважине создаются осесимметричные 8 и продольные 9 вихревые потоки взрывных газов. Одновременно с этим происходит нагнетание газов вглубь



Рис. 1. Базовая конструкция турбулизатора



Рис. 2. Расположение турбулизатора в скважине

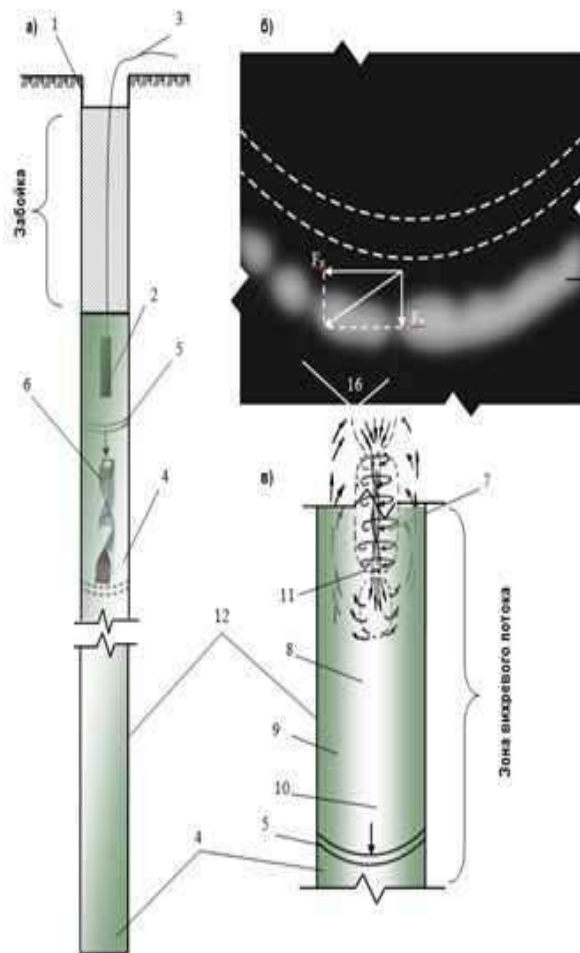


Рис. 3. Приведение турбулизатора в действие детонационной волной: 1 – взрывная скважина; 2 – промежуточный детонатор; 3 – средство взрывания СИВБ; 4 – колонка заряда ВВ; 5 – детонационная волна; 6 – турбулизатор; 7 – высокоскоростное вращательно-поступательное движение турбулизатора по скважине; 8 – осесимметричные вихревые потоки взрывных газов; 9 – продольные вихревые потоки взрывных газов; 10 – зона компрессии газов; 11 – зона депрессии газов; 12 – стенка скважины; 13 – фронт головной ударной волны; 14 – расчётное положение контактной поверхности; 15 – расчётное положение возвратной волны в ПД; 16 – струи продуктов детонации, пронизывающие плазму

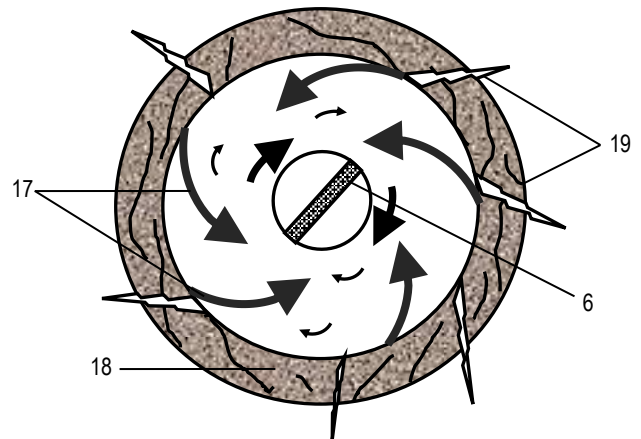


Рис. 4. Образование вихревых потоков взрывных газов в скважине: 17 – мелкодисперсные частицы переизмельчённой породы; 18 – зона бризантного действия взрыва; 19 – трещины массива

скважины, в результате чего перед турбулизатором возникает компрессия газов (зона 10), а позади – депрессия (зона 11). Вихревые потоки 9 срываю со стенки скважины 12 мелкодисперсные частицы переизмельчённой породы 17 (рис. 4), образовавшиеся в результате бризантного действия взрыва в зоне 18. При этом, у стенок скважины концентрация твердых частиц снижается, а ближе к оси скважины – повышается, тем самым облегчая проникновение взрывных газов в трещины массива 19 [1].

Рассмотрим гидродинамическую теорию детонации и распространение ударной волны по турбулизатору согласно схемы, приведенной на рис. 5.

Примем следующие параметры среды перед фронтом ударной волны и за ее фронтом: давление P_0 и P_1 , плотность ρ_0 и ρ_1 , температура T_0 и T_1 . Для того, чтобы найти связь между этими параметрами, воспользуемся законами сохранения массы, импульса и энергии [2].

За время t ударная волна переместится на расстояние Ut , а фронт ударной волны на расстояние Dt . Масса детонационной волны, сжатого за это время, равна $\rho_1(D-U)St$, до сжатия масса равнялась произведению ρ_0DtS . Из закона сохранения массы имеем:

$$\rho_0DtS = \rho_1(D-U)St \quad (1)$$

$$\text{или} \quad \rho_0D = \rho_1(D-U), \quad (2)$$

где ρ_0 – плотность детонационной волны до сжатия, $кг/м^3$; ρ_1 – плотность детонационной волны после сжатия, $кг/м^3$; D – скорость детонации исходного ВВ, $м/с$; U – скорость детонации после прохождения через конструкцию турбулизатора, $м/с$.

Изменение импульса этой массы равно импульсу силы, действующей на нее:

$$(P_1 - P_0)St = \rho_0DStU$$

$$\text{или} \quad P_1 - P_0 = \rho_0DU, \quad (3)$$

где P_0 – первоначальное давление газов внутри скважины, $МПа$; P_1 – давление газов внутри скважины после прохождения через конструкцию турбулизатора, $МПа$.

Поскольку процесс считается адиабатическим, изменение полной энергии массы детонационной волны ρ_0DSt равно сумме работы внешних сил и энергии после прохождения через конструкцию турбулизатора, т.е.

$$P_1USt + E_{ep.} + E_n.$$

Обозначим внутреннюю энергию единицы массы детонационной волны до и после сжатия, соответственно, через e_0 и e_1 , а кинематическую энергию единицы массы после сжатия $mU^2/2$.

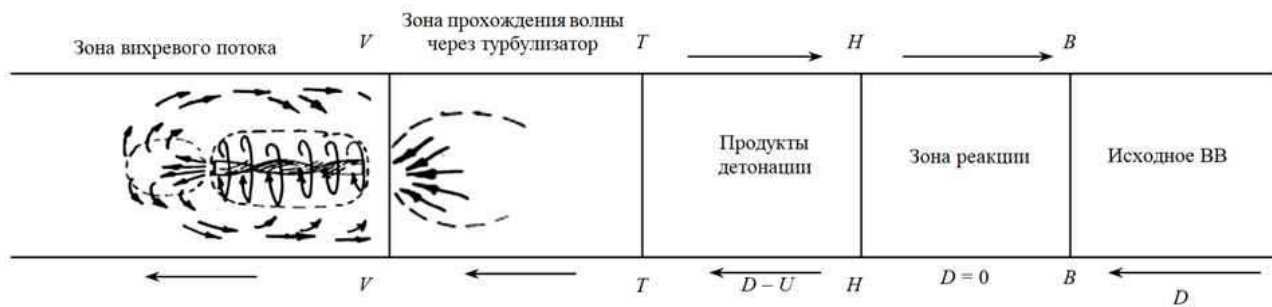


Рис. 5. Схема распространения ударной волны по турбулизатору

Тогда,

$$\rho_0 DSt \left(\varepsilon_1 - \varepsilon_0 + \frac{mU^2}{2} \right) = P_1 S U t + E_{вр} + E_n, \quad (4)$$

где $E_{вр}$ – энергия вращательного движения, Дж; E_n – энергия поступательного движения, Дж; S – площадь поперечного сечения скважины, m^2 .

Определим механическое напряжение на стенки взрывной скважины при использовании конструкции турбулизатора согласно схемы, приведенной на рис. 6.

Длину и скорость вращения детонационной волны определим по формулам:

$$\Delta S = \alpha R, \quad (5)$$

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dt}, \quad (6)$$

$$v = \frac{d(\alpha R)}{dt} = \frac{R d\alpha}{dt} = R\omega \quad (7)$$

где ΔS – длина вращения детонационной волны, м; α – угол вращения турбулизатора, град.; R – радиус кручения турбулизатора, м; v – скорость вращения детонационной волны, м/с; ω – частота вращения, Гц; t – время вращения, с.

Для определения энергии вращательного и поступательного движений воспользуемся общеизвестной формулой определения кинетической энергии:

$$E_k = \frac{M\omega^2}{2}.$$

Из уравнений (5)-(7) следует, что скорость вращения равна $v = R\omega$. Учитывая данное выражение, получим формулу определения энергии вращательного движения:

$$E_{вр} = \frac{M\omega^2 R^2}{2} \quad (8)$$

или

$$E_{вр} = \frac{I\omega^2}{2} \quad (9)$$

где I – момент инерции, кг·м².

В формуле (9) будем учитывать момент инерции для турбулизатора длиной l и массой M , т.е. [3]:

$$I = \frac{1}{12} M l^2. \quad (10)$$

Отсюда энергия поступательного движения будет выглядеть в следующем виде:

$$E_n = \frac{M\omega^2 l^2}{24}. \quad (11)$$

Подставив выражения (8) и (11) в уравнение (4), получим равенство закона сохранения массы:

$$\rho_0 DSt \left(\varepsilon_1 - \varepsilon_0 + \frac{mU^2}{2} \right) = P_1 S U t + \frac{M\omega^2 R^2}{2} + \frac{M\omega^2 l^2}{24} \quad (12)$$

Механическая работа взрыва в скважине при использовании турбулизатора определяется по формуле:

$$A = P_1 S U t + \frac{M\omega^2 R^2}{2} + \frac{M\omega^2 l^2}{24} \quad (13)$$

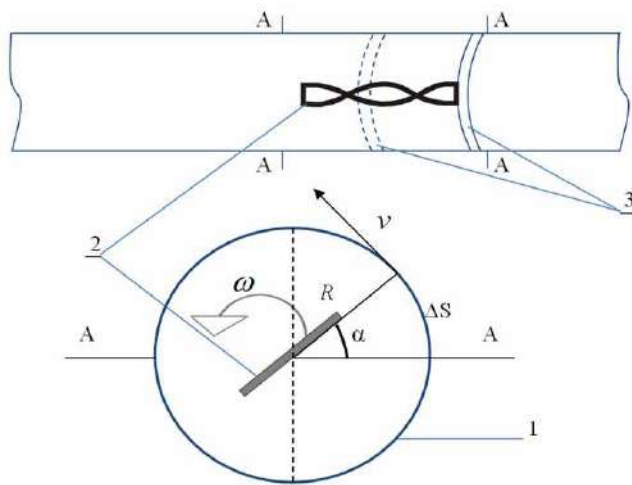


Рис. 6. Схема к расчету механического напряжения на стенки скважины: 1 – взрывная скважина; 2 – турбулизатор; 3 – детонационная волна; R – радиус кручения турбулизатора; α – угол вращения турбулизатора; ω – частота вращения детонационной волны; v – скорость вращения детонационной волны; ΔS – длина вращения детонационной волны

Механическое напряжение на стенки скважины определяется в следующем виде:

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{PS}{S} = P \quad (14)$$

где F – действующая сила, Н; S – площадь поперечного сечения скважины, m^2 ; P – механическое давление, МПа.

$$P = \frac{A}{\Delta V} \quad (15)$$

где ΔV – объем газов, движущихся вращательно-поступательно, m^3 .

$$\Delta V = S\Delta l = S(D-U)t \quad (16)$$

Δl – длина газов, движущихся вращательно-поступательно, м.

Подставив выражения (13), (14) и (16) в (15) получим формулу определения механического напряжения на стенки взрывной скважины при использовании конструкции турбулизатора:

$$\sigma = \frac{P_1 S U t + \frac{M\omega^2 R^2}{2} + \frac{M\omega^2 l^2}{24}}{S(D-U)t}. \quad (17)$$

Таким образом, определено механическое напряжение на стенки взрывной скважины при использовании конструкции турбулизатора. Использование эффекта «турбозрывания» при дроблении горных пород скважинными зарядами взрывчатых веществ позволяет снизить потребность во взрывчатых материалах и объемы бурения, снизить затраты на вторичное дробление, повысить производительность работы экскаваторов и безопасность горных работ.

Библиографический список:

1. Мучник С.В. Разработка и научное обоснование технических и технологических решений по управлению фугасным действием взрыва в горнодобывающей промышленности // Дисс. ... докт. техн. наук. – Новосибирск, 2000. – 327 с.
2. Парамонов Г.П., Виноградов Ю.И., Артемов В.А., Ковалевский В.Н. Теория детонации промышленных взрывчатых веществ. Учеб. пособие: Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). – СПб, 2004. – 102 с.
3. Мирсаидов М.М., Баймурадова Л.И., Гиясова Н.Т. Теоретическая механика // Учебник для студентов вузов. – Ташкент: «Узбекистан», 2008. – 230 с.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, № 4 (87) pp. 21-26

USE OF THE EFFECT OF “TURBO BLASTING” IN CRUSHING ROCKS BY WELL CHARGES OF EXPLOSIVES

¹Zairov Sh.Sh., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department.

²Sharipov Z.S., Deputy Chief Engineer for Mining Operations.

¹Mekhmonov M.R., doctoral student.

¹Arzieva S.I., assistant of the department.

¹Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan.

²Navoi Mining and Metallurgical Combine, Navoi, Uzbekistan.

A method of blasting operations in open pits with the use of a turbulizer is recommended. As a result of the research carried out, the mechanical stress on the walls of the blast hole was determined when using the turbulator design. The use of the “turbo blasting” effect when crushing rocks with borehole charges of explosives allows to reduce the need for explosives and the volume of drilling, reduce the cost of secondary crushing, increase the efficiency of excavators and the safety of mining operations.

Keywords: well, explosive impact on rock, increase in pressure and time of impact of the explosion on the rock mass, turbine explosion, turbulator, design, detonation wave, vortex flows of explosive gases, hydrodynamic theory of detonation, mechanical stress.

References:

1. Muchnik S.V. Development and scientific substantiation of technical and technological solutions for controlling the high-explosive effect of an explosion in the mining industry // Diss. ... doct. tech. sciences. – Novosibirsk, 2000. – 327 p.
2. Paramonov G.P., Vinogradov Yu.I., Artemov V.A., Kovalevsky V.N. The theory of detonation of industrial explosives. Textbook. Benefit: St. Petersburg State Mining Institute (Technical University). – SPb, 2004. – 102 p.
3. Mirsaidov M.M., Baymuradova L.I., Giyasova N.T. Theoretical mechanics / Textbook for university students. – Tashkent: “Uzbekistan”, 2008. – 230 p.

СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ 1M63



ИЧМБН
ONMZ
производственное объединение

Государственное предприятие НГМК
Производственное объединение
"Навоийский машиностроительный завод"
www.ngmk.uz

Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879)227-62-14, 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78
E-mail: ifonmz@ngmk.uz

SYSTEM CERTIFICATION
ISO 9001:2000 SGS

ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА ФОРМИРОВАНИЯ, РАЗВИТИЯ ДЕФОРМАЦИЙ В МАССИВЕ ГОРНЫХ ПОРОД КАРЬЕРА МУРУНТАУ



Халикулов Э.Х.,
директор ЦРУ НГМК



Камолов Ш.А.,
заместитель главного инженера
по горным работам ЦРУ НГМК



Ачилов А.М.,
главный маркшейдер
ЦРУ НГМК



Савуров А.А.,
начальник отдела ПТИО
ЦРУ НГМК

Ushbu maqolada Muruntau-Myutenbay karyeri bortidagi kon jinslarining xarakteristikasi, kon-geologik sharoitlari xisobga olingan xolda karyer bortlaridagi deformatsiyalarning tog jinslari massivida hosil bo'lishi, deformatsiyalarning ososiy parametrlari va rivojlanish sabablari yirik tektonik buzilishlarga bog'lik xolda o'rganilgan va tahlili keltirilgan.

Tayanch iboralar: kon borti, deformatsiya, tektonik buzilishlar, o'pirilishlar, ko'chkililar, kon borti barqarorligi, yoriqlilik, bort barqarorligi monitoringi, kon-geologik sharoitlar.

В статье приводится краткая характеристика горных пород слагающих борт карьера, характер формирования, причины образования и развития деформаций в массиве горных пород, основные параметры деформаций объединенного карьера Мурунтау-Мютенбай с учетом горно-геологических условий месторождения, связанных с наличием крупных тектонических нарушений.

Ключевые слова: борт карьера, деформация, тектонические нарушения, разломы, обрушение, оползень, устойчивость борта карьера, трещиноватость, мониторинг устойчивости бортов, горно-геологические условия.

Оценка безопасности ведения горных работ и устойчивость бортов глубоких карьеров характеризуется весьма сложными горно-геологическими условиями месторождения, связанными с наличием крупных тектонических нарушений (разломов), деформаций, значительной глубиной и длительным временем стояния бортов карьера, а также динамической нагрузкой при ведении горных работ.

Объединенный карьер Мурунтау-Мютенбай является одним из крупнейших карьеров мира по добыче золотосодержащих руд. На сегодняшний день ширина карьера составляет 3,2 км, длина 4,8 км, глубина 630 м, согласно проекту отработки карьера V очереди она достигнет 1080 м.

Складчатая структура Мурунтауского рудного поля усложнена многочисленными разрывными нарушениями, главными из которых являются Южный, Структурный, Северо-восточный и Мурунтауский разломы, которые разбивают рудное поле на пять крупных тектонических блоков. Южный разлом является крупным продольным разломом и относится к числу наиболее важных разломов рудоконтролирующих структур Мурунтауского рудного поля [1-2].

Согласно данным [2-3] структурно-вещественная характеристика Южного разлома следующая: по залеганию, азимут падения 140°-200°, угол падения 70°-90°, мощности зон 15-150 м, по характеру перемещения Южный разлом является левосторонним взброс сдвигом с амплитудой перемещения порядка 500 м по вертикали и более 1000 м по горизонтали.

Породы бесапанской свиты представлены тонко и мелкопереслаивающимися метаалевролитами кварц-слюдистого, слюдисто-кварцевого состава и углеродистыми слюдисто-кварцевыми сланцами. Эти породы находятся в юго-восточной части от разлома бесапанской свиты, генеральное простирание этих пород падает к северу под углом от 15° до 45°. Толщи бесапанской свиты также метасоматические, окварцованы, биотизированы и серицитизированы по массе повсеместно. Степень трещиноватости пород: средняя и сильная. Система трещин отрыва «оползневая» и «трещинно-образованная» распространена на южном борту деформационной зоны. Следует отметить, что начальная стадия трещин отрыва также образуются

валась с юго-западной части от разлома и возможно в дальнейшем ожидается последовательная часть этой деформации на данном борту.

На основе проведенных исследований и анализа, установлено формирование и развитие крупных деформаций на южном борту, в основном обусловлено наличием крупных тектонических нарушений (разлома) на южной части площади месторождения Мурунтау. В настоящее время на объединенном карьере Мурунтау-Мютенбай имеются 8 деформаций, в том числе 6 крупных деформаций расположены на южном борту, 4 из них находятся в стадии развития (рис. 1-3).

Основными причинами развития деформации являются: совпадение направления линии откоса с простиранием пород с азимутом падения в сторону выработанного пространства; породы с юго-восточной стороны южного борта бесапанской свиты достаточно посплошные, срывы, слабая и сильная различно ориентированная трещиноватость (доминируют трещины и некоторые маломощные разломы субширотного направления, ориентированная трещиноватость субмеридионального направления); сейсмическое действие массовых взрывов.

Участок деформации № 39-б расположен на южном борту карьера Мурунтау, между горизонтами +150,0 м и +75,0 м в породах бесапанской свиты. 16 июня 2020 г. на южном борту карьера Мурунтау зафиксировано развитие ранее происшедшей деформации № 39-Б в виде заколообразования горной массы и частичной усадки верхней части уступов предохранительной бермы с гор. +255,0 м до гор. +75,0 м по юго-восточному направлению.

Главной причиной деформационных процессов явилось расположение участка в зоне тектонического влияния мощного Южного разлома, сложенного интенсивно дробленными (до милонитов) и рассланцованными, малопрочными в геомеханическом отношении тектониками, совпадение направления линии откоса с простиранием пород с углом падения в сторону выработанного пространства, к северу-востоку (частично к северу-западу) под углами азимута 34°-30° и падения 20°-40°.

Участок деформации № 56 расположен на южном борту карьера Мурунтау, между горизонтами +405,0 м и +285,0 м, в породах тасказганской и бесапанской свит.

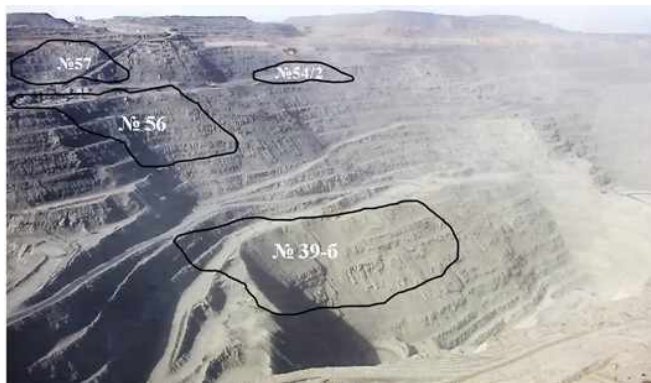


Рис. 1. Деформации на южном борту Мурунтау



Рис. 2. Деформации на северо-западном борту Мурунтау



Рис. 3. Деформации на южном борту Мютенбая

Породы таскаганской свиты распространены в тектоническом блоке, ограниченном с северо-востока Центрально-Мютенбайским разломом, с северо-запада лежащим швом Южного разлома и представлены тонкопереслаивающимися сланцами слюдисто-кварцевого и углеродисто-кварц-слюдистого, углеродисто-слюдистого состава, повсеместно трещиноватые (трещины мелкие, различно ориентированные, доминируют послойные) и рассланцованные. Деформационное явление здесь проявлено в образовании выше отметки гор. +385,0 м трех крупных трещин протяженностью от 100 м до 150 м. В целом эти трещины имеют близширотное направление и крутое (80°-90°) падение, характеризуются небольшими амплитудами перемещения – в основном, не более одного метра.

Причинами деформации явились: расположение участка непосредственно в малопрочных и слабо связанных в геомеханическом отношении тектонитах зоны Южного разлома, а также сравнительно повышенная трещиноватость и рассланцованность пород в зоне тектонического влияния этого разлома; формирование нового нару-

шенного состояния борта карьера в связи с интенсивной разработкой нижних горизонтов; некоторая выпуклость борта карьера в сторону выработанного пространства.

В дальнейшем, неизбежное развитие деформации ожидается в юго-западном направлении от Центрально-Мютенбайского разлома, а северо-восточнее от этого разлома развитие деформационных явлений ожидается в тектонизированных породах Южного разлома, породы бесапанской свиты в этом отношении сравнительно менее благоприятны.

Участок деформации № 57 произошел путем проскальзывания прибортового массива горных пород по плоскости крупного тектонического нарушения. Главными причинами деформации явились неблагоприятное простирание и падение крупного тектонического нарушения скола и горных пород с направлением линий откоса уступов борта карьера. Ускоряющими факторами деформации явились: повышенная трещиноватость, нахождение пород массива в достаточно интенсивно развитой зоне современной коры выветривания, а также дождливые погодные условия. Участок находится в зоне тектонического влияния Южного разлома, по мере отработки нижних горизонтов ожидается дальнейшее развитие деформации.

Участок деформации № 54/2 расположен в значительной части непосредственно в тектонитах Южного разлома и в породах повышенной трещиноватости. Тектонические зоны Южного разлома представлены интенсивно дробленными (до милонитов) смятыми и рассланцованными, углеридизированными, малопрочными в геомеханическом отношении материалами вмещающих пород. Породы участка представлены тонкопереслаивающимися метаалевролитами, сланцами, сильно трещиноватые (трещиноватость мелкая различно ориентированная, послойные срывы), местами дробленные до катаклазитов. Главными причинами деформационных процессов явились: расположение участка непосредственно в малопрочных в геомеханическом отношении тектонитах и сильнотрещиноватых породах; формирование нового напряженного состояния борта карьера в связи с разработкой нижележащих горизонтов; некоторая выпуклость борта карьера в сторону выработанного пространства.

На северном и северо-западном борту карьера Мурунтау имеются два участка деформаций № 50 и № 47 в виде оползня и обрушения (рис. 2).

Участок деформации № 47 в структурном отношении находится в приядерной части крупной Мурунтауской антиклинали, осложненной складками более высокого порядка, и сложен тонкопереслаивающимися сланцами и метаалевролитами углеридисто-слюдистого, углеридисто-слюдисто-кварцевого состава. На фоне общей различно направленной трещиноватости, местами отмечаются участки повышенного развития субширотной системы трещиноватости. Генеральное простирание пород северо-восточное, падение пород в основном пологое и варьирует от 0° до 40° как на северо-запад, так и юго-восток, при этом явно доминирует первое. На участке имеется распространение нескольких крупных тектонических нарушений. Наиболее крупным из них является тектоническое нарушение субширотного простирания и крутого южного падения, мощностью от 2 м до 20 м, залеченное осветленными, ожелезненными катаклазитами и милонитами. Главными геологическими факторами деформации послужили два взаимопересекающихся (под углом около 140°) крупных разлома, на север-северо-востоке – субширотного и на запад-юго-запад-северо-восточного направления, неблагоприятно ориентированные в отношении борта карьера и залеченные непрочными в геомеханическом отношении тектонитами.

Участок деформации № 50 сложен тонкопереслаивающимися сланцами и метаалевролитами углеридисто-слюдисто-кварцевого, слюдисто-кварцевого состава, не повсеместно янослоистыми, смятыми в мелкие, с пологими крыльями складки. Породы участка метасоматически проработаны повсеместно (окварцевание, биотитизация и реже, в виде прослоек амфиболизация). Степень изменения пород в основном сильная, отчего они имеют кварцитовидный облик. Отличается повсеместная послойная повышенная мелкая трещиноватость пород, на фоне которой доминирует ориентированная трещиноватость субширотного

простирается с крутым (от 75° до 90°) северным и относительно пологим (40°–55°) южным падением. Основным дизъюнктивным нарушением участка является расщепляющийся вниз по падению разлом широтного простираения крутого южного падения. Деформация произошла путем малоамплитудных проскальзываний и обрушений по сравнительно пологопадающей субширотной трещиноватости пород. Причинами деформации явились отработка ниже расположенных от +195,0 м горизонтов, повышенная трещиноватость пород участка, климатический фактор – период снеготаяния и дождей и сейсмическое воздействие взрывных работ.

На южном борту участка Мютенбай объединенного карьера Мурунтау-Мютенбай образовались две деформации № 1М и № 2М в виде оползня, обрушения и просадки (рис. 3).

Участок деформации № 1М сложен метаалевролитами кварц-слюдистого, сланцами углеродисто-кварц-слюдистого, углеродисто-слюдистого состава, не повсеместно янослоистые, тонкослоистые (местами до листоватых), смятыми в мелкие с пологими крыльями складки, повсеместно сильно рассланцованные (согласно слоистости) и трещиноватые. Трещины мелкие, различно ориентированные с резким доминированием послонных. Степень интенсивности трещиноватости сильная, местами породы дроблены до катаклазитов и милонитов. Из-за относительно слабой метаморфизации, сильной трещиноватости и рассланцования и находясь в зоне современной коры выветривания, породы практически повсеместно подверглись интенсивному окислению, что привело к значительному снижению их прочностных свойств. Деформационные процессы на участке пока не стабилизированы, не исключено их дальнейшее развитие с увеличением интенсивности. Основными причинами деформации явились: интенсивная трещиноватость и выветрелость пород, неблагоприятное падение местами и простираения пород с направлением линий откоса уступов борта карьера.

Участок деформации № 2М сложен метаалевролитами кварц-слюдистого, сланцами углеродисто-слюдистого, углеродисто-кварц-слюдистого состава, тонкослоистые, местами листоватые, не повсеместно янослоистые, смятыми в мелкие с пологими крыльями складки, повсеместно сильно рассланцованные и трещиноватые. Трещины различно ориентированные, доминируют послонные. Степень развития трещиноватости сильная, местами породы дроблены до катаклазитов и милонитов. Эти породы находятся в южной части от центрально-мютенбайского разлома Тасказганской свиты. Простираение пород весьма изменчивое, от субширотных до субмеридиональных, что в отношении направления откосов уступов составит до 40°–50°, падение – в выработанную сторону. В северной части участка деформации вскрыто тектоническое нарушение скола субши-

ротного простираения, залеченное интенсивно рассланцованными и милонитизированными вмещающими породами. Причинами деформации явились: местами неблагоприятное падение и простираение пород с направлением линии откоса уступов борта карьера; интенсивная трещиноватость и выветрелость пород; пересекающиеся разломы и маломощные трещины; сейсмические и дробящие действия взрыва.

Необходимо отметить, что в период отработки месторождения Мурунтау в целях сокращения плеча транспортировки горной массы, были сформированы внутренние отвалы вскрышных пород и складов руды в карьере. В местах, где имеется возможность их расположения с учетом наличия пространства на северном, западном и южном бортах, а также внешние отвалы вскрышных пород и складов руды на расстоянии 50–70 м от борта по периметру карьера. Одной из предпосылок образования и развития выше рассмотренных деформаций в объединенном карьере Мурунтау-Мютенбай является статическая нагрузка на борт карьера от указанных внутренних и внешних отвалов вскрышных пород и складов руды.

Результаты проведенных исследований и анализа основных параметров деформации бортов объединенного карьера Мурунтау-Мютенбай с даты их образования, представлены в табл. 1.

На основании изучения и анализа причин образования и основных параметров деформации объединенного карьера Мурунтау-Мютенбай можно сделать следующие выводы:

Порядка 80% (№ 56, № 57, № 396, № 54/2, № 1М, № 2М) деформаций объединенного карьера Мурунтау-Мютенбай образовались на южном борту и представлены в виде обрушения, заколообразования, оползня, обрушения и просадки, оползания и просадки.

Образование деформаций на южном борту обусловлено наличием и структурно-вещественной характеристикой крупного продольного Южного разлома рудоконтролирующих структур Мурунтауского рудного поля.

Развитие деформаций происходит в основном из-за совпадения направления линии откоса с простираением пород азимутом падения в сторону выработанного пространства, различно ориентированной трещиноватости, а также квазистатического и сейсмического воздействия массовых взрывов на борт карьера при отработке прибортовых массивов.

Фактический угол откоса борта после образования деформаций составляет 32°–40°, в среднем 36° ближе к углу естественного откоса породы (37°), но намного ниже проектного угла откоса борта, что зачастую приводит к вынужденному защелачиванию (временно) запасов полезных ископаемых до отработки этого участка карьера в новых границах следующей очереди.

Таблица 1

Основные параметры деформаций объединенного карьера Мурунтау-Мютенбай

Наименование	Деформации							
	Мурунтау						Мютенбай	
	№ 56	№ 57	№ 396	№ 54/2	№ 47	№ 50	№ 1М	№ 2М
Дата образования	27.09.19	01.04.21	27.01.20	28.12.14	26.03.09	16.02.07	26.12.13	10.08.20
Место образования деформации	южный борт				северо-западный борт		южный борт	
	+405 м – +300 м	+515 м – +415 м	+165 м – +75 м	+435 м – +315 м	+580 м – +465 м	+495 м – +195 м	+480 м – +375 м	+355 м – +300 м
Вид деформации	начальная стадия оползня	обрушение	заколо-образование	оползень и просадка	оползень	обрушение	оползень и просадка	обрушение и просадка
Размеры деформации								
высота, м	105	100	60	120	115	255	105	55
длина, м	285	235	160	200	350	125	251	173
объем, тыс. м³	390	112,5	52,8	394,7	420	921,7	341,4	82,8
Параметры борта по профилю деформации								
Проектный угол откоса борта	45°	45°	45°	45°	38°	33°	50°	40°
Фактический угол откоса борта после образования деформации	38°	36°	36°	36°	36°	32°	40°	38°

GEOTEKNOLOGIYA

На сегодняшний день горные работы на объединенном карьере Мурунтау-Мютенбай ведутся в контурах IV очереди (затухание) и V очереди отработки (начало вскрытия).

При отработке запасов в контурах IV очереди ликвидируется крупная деформация № 39 на южном борту попадающая в плановое направление горных работ. Также начата ликвидация деформаций № 57, № 54/2, № 56, № 47 и № 1М с введением вскрышных работ в контурах V очереди отработки.

В настоящее время ведётся регулярное инструментальное наблюдение и визуальное обследование за состоянием деформаций № 1М (развитие), № 2М (карьер «Мютенбай»), № 54/2 (развитие), № 56, № 39-Б (карьер Мурунтау), которые находятся в стадии развития.

Деформации № 47, № 50, № 53, № 55 (карьер Мурунтау) находятся в стабильном состоянии.

С увеличением глубины карьера более 1000 м при отработке запасов в контурах V очереди объединенного карьера Мурунтау-Мютенбай обеспечение устойчивости бортов с учетом горнотехнических условий отработки; геолого-структурных характеристик слагающего прибортового массива горных пород; статических нагрузок от внешних и внутренних отвалов, с учетом динамических и сейсмических воздействий горных работ; при этом выбор направления развития горных работ исключающее образование новых и развитие существующих деформаций становится актуальной задачей горного производства.

Библиографический список:

1. Техничко-экономическое обоснование «Отработка карьера Мурунтау (V очередь). I этап», Добычной комплекс. 2018 г. ГУП «Узгеорангеметплити».
2. Золоторудное месторождение Мурунтау. Изд-во: «ФАН» Академии наук Рес. Узб., 1998 г.
3. Савчук Ю.С. Структурные условия размещения золотого оруденения и строение рудных тел месторождения Мурунтау. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. г-м. н.: (04.00.14) // АН КазССР, Ин-т геол. наук им. К.И. Сатпаева. – Алма-Ата, 1987 г. – 20 с.
4. 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 г. – 229 с.

СТАНОК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОНСОЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЙ

НФ-1200



ИЧМБ
ONMZ
Производственное объединение

Государственное предприятие НГМК
Производственное объединение
"Навоийский машиностроительный завод"
www.ngmk.uz

Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879)227-62-14, 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78
E-mail: infony@ngmk.uz

SYSTEM CERTIFICATION
ISO 9001:2000 SGS

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ НАГОРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ



Таджиев Ш.Т.,
старший преподаватель
кафедры "Горное дело" НГГИ



Кобилев О.С.,
старший преподаватель кафедры
"Горное дело" НГГИ



Жабборов О.И.,
ГИП по горным работам
Центрального проектного бюро НГМК



Содиков И.Ю.,
инженер по ПГР
ИЦ по ВНТ НГМК

Ushbu maqolada manbalarni tahlil qilish asosida tog'li konlarni ochiq-yerosti usulda qazib olishning texnologik xususiyatlari ochib berilgan. Ochiq-yerosti konlarining samaradorligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar aniqlandi, ular ochiq-yerosti ishlarining chegaralarini aniqlash uchun dizayn qarorlarini qabul qilishda e'tiborga olinishi kerak.

Tayanch iboralar: tog' yon bag'ridagi karyerlar, texnologik sxemalar, ochiq-yerosti usulda qazib olish.

В данной статье в основе анализа источников выявлены технологические особенности открыто-подземной разработки нагорных месторождений. Определены основные факторы влияющие на эффективность открыто-подземной разработки, которые необходимо будет учитывать при принятии проектных решений по определению границ открыто-подземных работ.

Ключевые слова: карьеры в предгорьях, технологические схемы, разработка месторождений открыто-подземным способом.

Нагорные месторождения благородных металлов, в т.ч. и золота обрабатываются подземным способом, но имеются предпосылки применения открытого способа для отработки верхней части месторождения относительно с большей мощностью рудных тел и рудных зон. К таким месторождениям можно отнести следующие участки отработки [1].

- рудные тела 7 и 51 Знаэтдинского рудного поля Пахтачинского района Самаркандской области;
- рудные тела 1, 14, 15 и 17 месторождения Чармитан Кушрабадского района Самаркандской области;
- рудные зоны 1, 2 и 3 месторождения Урталику Кушрабадского района Самаркандской области.

При этом, в настоящее время отсутствуют определенные методики и требования определения рациональных границ применения открытого и подземного способов отработки в определенных условиях. Основным критерием определения применяемого способа отработки являются технико-экономические показатели на рассматриваемом участке отработки. А проектирование объекта отработки должно вестись с учетом особенностей дальнейшей и даже параллельной эксплуатации карьера и подземного рудника одновременно [2].

Исходной позицией традиционных подходов к проектированию открыто-подземной разработки в настоящее время является само определение понятия «открыто-подземная разработка». Суть этого определения во всех ее вариантах настоящего времени такова: открыто-подземная разработка есть отработка запасов одного месторождения открытым и подземным способами по взаимовлияющим технологическим схемам. При этом, отработка месторождения данными способами может совпадать или не совпадать во времени.

Комбинированная разработка месторождения может иметь различные варианты пространственно-временного соотношения открытых и подземных работ с разделением запасов месторождения на отдельные категории [3]:

- верхняя часть месторождения первоначально обрабатывается карьером, после прекращения работ, в котором дальнейшая выемка запасов на глубину производится только подземным способом;
- переход на открытый способ разработки месторождения с ранее применявшегося подземного способа, при этом очистные работы на подземном руднике прекращаются;

– совместная разработка месторождения открытым и подземным способом.

Результаты исследований показывают, что применение открыто-подземного способа наиболее эффективно при углах падения залежи 50-55° и более, мощности 150-200 м и протяженности порядка 4-5 км и более [4].

Если учитывать лишь взаимовлияние технологических схем двух способов, то могут создаться и такие условия, при которых станут невозможными технологические схемы открытого или подземного способов в их нормальном виде. Они станут невозможными либо по экономическим соображениям, либо по условиям безопасности.

Поэтому суть открыто-подземной разработки точнее можно выразить следующим определением ее понятия: открыто-подземной разработкой называется способ отработки одного месторождения по единой технологической схеме, представляющей комбинацию элементов открытого и подземного способов ведения работ с учетом взаимной компенсации снижения технико-экономических показателей лимитирующих процессов.

Согласно определению, оптимальный вариант открыто-подземной разработки – единая технологическая схема независимо от времени отработки отдельных частей месторождения, которая компенсирует снижение технико-экономических показателей открытого и подземного способов, происходящих при их взаимном (неблагоприятном) влиянии.

В соответствии с таким подходом, при проектировании нагорного месторождения с открыто-подземной разработкой горно-экономические задачи решаются с учетом снижения показателей открытого и подземного способов при раздельном их применении на данном месторождении. Для компенсации этого снижения технологическая схема открыто-подземной разработки при решении горно-экономических задач должна учитывать изменения в расчетных параметрах и в методах расчета.

При необходимости значительной компенсации эти параметры могут изменяться настолько, что потребуют новых методов установления исходных данных для расчетов. То есть в этом случае, открыто-подземная разработка проявится как новый способ. Величина изменения параметров технологических схем при открыто-подземной разработке связана со степенью компенсации технико-экономических

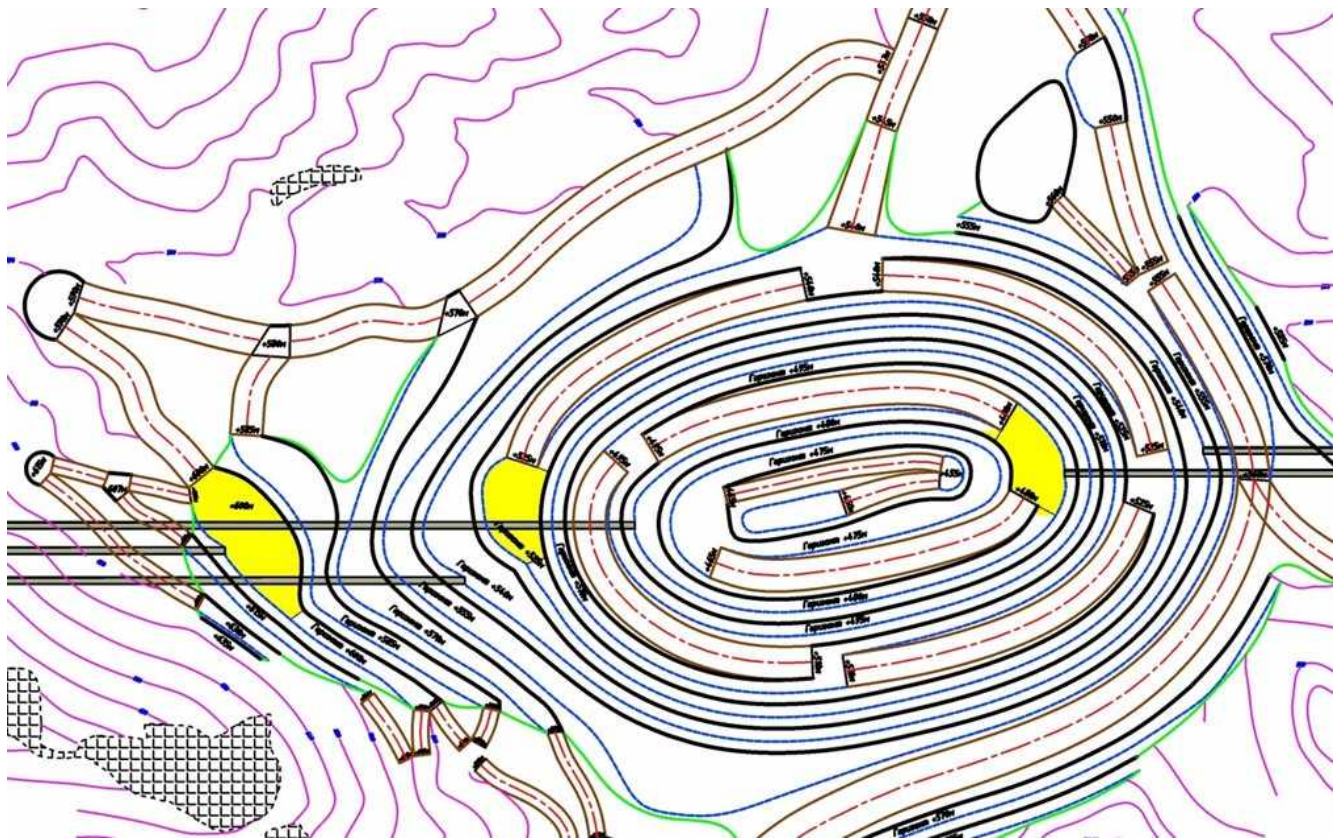


Рис. 1. Финальная форма карьера по отработке рудного тела № 51 Зиаэтинского рудного поля с учетом размещения на бортах карьера специальных площадей под промплощадки перспективных штольневых горизонтов

показателей. Поэтому при оценке вариантов технологических схем открыто-подземной разработки можно использовать эту связь для выбора оптимального варианта из возможных. С учетом приведенных положений мы в дальнейшем будем пользоваться понятиями «степень (доля) компенсации» и «эффект компенсации (или эффект мероприятий)».

Эффект компенсации означает денежное выражение компенсации, измеряемой в долях единицы. Степень компенсации выражает долю возможного улучшения экономических показателей варианта открыто-подземной разработки по сравнению с раздельной отработкой месторождения открытым и подземным способами Z_{Δ} в переходной зоне (смежной зоне) [1].

Наиболее удобно представлять эту долю через возможное увеличение глубины разработки месторождения открытым способом под влиянием элементов комбинации. Такой подход связан с тем, что открыто-подземная разработка предполагает преимущественное применение открытого способа (приоритет) путем расширения его области в глубь месторождения. При этом приоритет обеспечивается степенью увеличения глубины разработки в зависимости от величины экономического эффекта, который компенсирует снижение технико-экономических показателей чисто открытого способа на данной глубине. Таким образом, здесь взаимосвязаны доля компенсации и экономический эффект этой доли [5].

Для оценки варианта открыто-подземной разработки все это можно выразить следующей формулой:

$$R = \Pi \cdot 100 / Z_{\Delta} (\Phi_{ОСН} + \Phi_{ОБ}) = \max$$

где R – уровень рентабельности предприятия, %; Π – сумма прибыли предприятия, руб.; Z_{Δ} – доля компенсации помех, доли ед.;

$\Phi_{ОСН}$, $\Phi_{ОБ}$ – основные фонды и оборотные средства предприятия соответственно, руб.;

$$Z_{\Delta} = H_0 / H_K$$

Здесь H_0 – глубина разработки при открытом способе

(определяется известной формулой), m ; H_K – глубина разработки с учетом открыто-подземной отработки, m .

$$H_K = H_0 (1 + n_{КОМ} / n_{\phi})$$

где $n_{КОМ}$, n_{ϕ} – граничные коэффициенты вскрыши для глубины, соответственно комбинированным и открытым способами. При оценке по приведенным затратам:

$$Z_n = Z_{\Delta} \left(\frac{\sum_{i=t_n}^T C_i K_{П.З}^{i-t_n}}{T - n_{\phi}} + E_H \frac{n_{\phi}}{n_H} \sum_{i=1}^{n_{\phi}} K_i K_{П.З}^{t_n-i} \right) = \min,$$

где C_i , K_i – текущие затраты (себестоимость) и капитальные вложения по каждому варианту соответственно; $C_i K_{П.З}^{i-t_n} K_{П.З}^{t_n-i}$ – коэффициенты приведения затрат будущих и прошлых лет соответственно; E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_H = 0,12$; T – продолжительность оцениваемого периода с начала строительства объекта, лет; n_{ϕ} , n_H – фактический и нормативный сроки строительства объекта соответственно, год; t_n – год приведения затрат; i – рассматриваемый год затрат. Выражение в скобках представляет приведенные затраты на добычу с учетом фактора времени по открытому способу разработки на данном месторождении.

Приведенные оценочные формулы предполагают наличие вариантов разработки. Зная варианты разработки, можно ориентировочно (предварительно) подсчитать коэффициенты их эффективности. Затем можно установить основные технико-экономические параметры по технологическим схемам и оценить вариант точнее.

Эти признаки позволяют найти элементы, по которым формируются варианты разработки.

Зная варианты разработки, можно ориентировочно (предварительно) подсчитать коэффициенты их эффективности. Коэффициент эффективности позволит отнести данное месторождение к определенной группе по классификации. Затем можно установить основные технико-экономические параметры по технологическим схемам и оценить вариант точнее.

При проектировании карьеров традиционными методами, когда сравниваются 2-3 варианта развития горных работ, лучший вариант может быть пропущен. Поэтому с появлением современных компьютерных технологий проектирования появилась реальная возможность поиска оптимального варианта развития карьера, который обеспечивает [6]: минимальные объемы разработки при максимальном извлечении запасов месторождения; равномерное распределение объемов разработки во времени. При этом следует иметь в виду, что составной частью такого варианта является построение нерабочего борта карьера с параметрами, обеспечивающими минимальные объемы вскрыши при сохранении безопасности горных работ.

Итак, следует отметить, что условия, определяющие эффективность открыто-подземной разработки, выражаются взаимодействием следующих факторов:

1. *Подход к понятию комбинированного способа.* Взаимодействие показателей, определяющих эффективность способа, зависит от понятия сущности самого способа.

2. *Новизна применяемых технологических решений.* При эксплуатации переходной зоны месторождения, где по экономическим результатам два способа (открытый и подземный) уравниваются, сте-

пень отличия комбинированного способа от традиционных способов (новизна) будет выражать его эффективность.

3. *Глубина разработки.* От глубины разработки зависит степень совершенства комбинированного способа, так как с увеличением глубины в технологические решения будут включаться все больше элементов подземного (менее производительного) способа который необходимо будет учитывать.

4. *Соотношение граничных коэффициентов вскрыши комбинированного и открытого способов.* Это соотношение, с одной стороны, влияет на глубину разработки, с другой – определяет долю компенсации помех (неблагоприятных действий факторов).

5. *Метод оценки комбинированного способа.* Может быть использована предварительная оценка, не требующая детальных расчетов по всем показателям, или окончательная оценка с подробным просчетом множества показателей.

При таком определении эффективности разработки прослеживаются закономерности качественного и количественного изменений показателей вариантов; выбор варианта разработки производят более упрощенным, последовательным методом, а технико-экономические показатели определяют при минимальном объеме расчетов.

Библиографический список:

1. Рабочий проект отработки запасов рудного тела № 51 Зиаэтинского рудного поля, разработанный ЦПБ НГМК.
2. Мухтаров Т.М. Комбинированный способ разработки месторождений полезных ископаемых. – М.: Наука, 1988. – 231 с.
3. Каплунов Д.Р., Шубодеров В.И. Перспективы разработки рудных месторождений комбинированным способом // Горный журнал. – 1997. – №8. – С. 16-18.
4. Каплунов Д.Р., Рыльников М.В., Блюм Е.А., Красавин А.В. Научные аспекты выбора геотехнологической стратегии освоения рудных месторождений комбинированным способом // ГИАБ, 2003. – №1. СЛ42.
5. Каплунов Д.Р., Юков В.А. Геотехнология перехода от открытых к подземным горным работам. – М.: Горная книга, 2007. – 267 с.
6. Кабисов Х.Г., Харебин М.П. Исследование влияния формы и размеров зарядных камер на эффективность разрушения горных пород на нагорных карьерах. Фонды Карьероуправления «Кавдоломит» СКГТУ, 1994.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, № 4 (87) pp. 29-33

STUDY OF TECHNOLOGICAL FEATURES OF OPEN-UNDERGROUND DEVELOPMENT OF NAGORNY FIELDS

¹Tadjiev Sh.T., Senior Lecturer, Department of Mining, sh_tadjiev@mail.ru

¹Kobilov O.S., Senior Lecturer, Department of Mining, kobilov_o@mail.ru

²Jabborov O.I., CEP for Mining Operations of the Central Design Bureau.

²Sodikov I.Yu., underground mining engineer IC for the INT NMCC

¹Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan.

²Navoi Mining and Metallurgical Combine, Navoi, Uzbekistan.

In this article, the basis of the analysis of sources revealed the technological features of the open-underground development of nagornal deposits. The main factors for the effectiveness of open-underground development, which will need to be taken into account when making project decisions to determine the boundaries of open-underground work.

Keywords: quarries in the foothills, technological schemes, open-underground mining.

References:

1. Mukhtarov T.M. Combined way of developing mineral deposits. – M.: Science, 1988. – 231 p.
2. Kaplunov D.R., Shubterers V.I. Prospects for the development of ore deposits by a combined method // Mountain Journal, 1997. – №8, pp. 16-18.
3. Kaplunov D.R., Rylnikov M.V., Blum E.A., Krasavin A.V. Scientific aspects of choosing a geotechnological strategy for mastering ore deposits by a combined method // GIAB.-2003, №1.SI42.
4. Kaplunov D.R., Yukov V.A. Geotechnology of the transition from open underground mining. – M.: Mountain book, 2007. – 267 p.
5. Kabisov H.G., Hrebrein M.P. Study of the effect of the shape and sizes of charge chambers on the effectiveness of the destruction of rocks on the high-nest careers. Cavdolomit Country Control Funds, 1994.
6. The working draft of the reserves of ore bodies No. 51 of the Ziaethinsky ore field, developed by the CPB of NGMK.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НОВОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА ЗОЛОТО–СЕРЕБРЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗИРАБУЛАК–ЗИАЭТДИНСКИХ ГОР



Турсебеков А.Х.,
ведущий научный сотрудник
Института геологии и геофизики
им. Х.М. Абдуллаева, к.г.-м.н.



Садыкова Л.Р.,
заведующий отделом «Математической
геологии и геодинамики»
Института геологии и геофизики
им. Х.М. Абдуллаева, д.г.-м.н.



Шукуров Ш.Р.,
младший научный сотрудник
Института геологии и
геофизики им. Х.М. Абдуллаева



Ахмедов К.А.,
начальник Госгеолфонда
Госкомгеологии РУз.

Maqolada Zirabuloq-Ziaetdin tog'larida birinchi marta oltin-kumush konlarining yangi Lolazor, Rabidjan, Akmazar, Qoraqutan, Yangi-Davon va boshqa sanoat turlari va ruda hosilalari aniqlandi. Bu turdagi rudalar uchun oltin va kumushning mineral-geokimyoviy asoslari va paydo bo'lish shakllari aniqlangan. Oltinning asosiy massasi – mahalliyashgan, mustaqil, yuqori ko'rsatkichli (Au= 70-100%) bo'ladi, o'rta ko'rsatkichli (40-69%) va quyi ko'rsatkichli (17-40%), shuningdek oltinning intermetallidlari ham uchraydi: ferroaurid (AuFe₂) va auroarsenid (Au, As). Bundan tashqari qo'shimchalar ko'rinishida mustaqil oltinning gipergenez bosqichini boshidan kechirgan jins hosil qiluvchi minerallarda, ikkilamchi sulfid bilan boyitilgan minerallarda va samarali sulfid hosilalarida: pirit, arsenopirit ("ko'rinmas" qattiq oltin) va antimonit (mustaqil oltin) uchraydi.

Tayanch iboralar: ruda, kon, geologiya, geokimyo, mineralogiya, oltin, kumush formasiyalari, geokimyoviy assosiasiyalar, unga hamroh bo'lgan elementlar, paydo bo'lish shakllari, tipomorf asoslari, Zirabulak-Ziaetdin tog'lari.

В статье, впервые для Зирабулак-Зиаэтдинских гор выявлен новый высоко комплексный промышленный тип золото-серебряных месторождений и рудопроявлений: Лолазор, Рабиджан, Акмазар, Каракутан, Янги-Давон и др. Для данных типов руд выявлены минералого-геохимические особенности, формы нахождения золота и серебра. Основная масса золота – самородное, свободное, высокой пробыности (Au = 70-100%), средней пробыности (40-69%) и низкой пробыности (17-40%), а также присутствуют интерметаллиды золота: ферроаурид (AuFe₂) и ауарсенид (Au, As). Кроме этого свободное золото в виде примесей установлено в породообразующих минералах претерпевших стадию гипергенеза, в минералах вторичного сульфидного обогащения и продуктивных сульфидных образованиях: пирите, арсенопирите («невидимое» упорное золото) и антимоните (свободное золото).

Ключевые слова: руда, месторождения, геология, геохимия, минералогия, золото-серебряные формации, геохимические ассоциации, сопутствующие элементы, формы нахождения, типоморфные особенности, Зирабулак-Зиаэтдинские горы.

В эндогенных коренных месторождениях различного минерального состава, золото представлено в виде самородного золота, минералов золота и в рассеянной форме в тесной связи с сульфидами. Присутствие невидимого золота в сульфидах придает рудам упорные свойства. Поэтому данные по распределению «упорного» золота в рудах и отдельных минералах имеют большую ценность для разработки рациональных схем обогащения руд. Проблема «упорного» золота приобретает большое значение в связи с тем, что открыты многочисленные месторождения вкрапленных золотых руд, обладающие большими запасами с упорными свойствами. В последнее время по невидимому золоту в месторождениях посвящены многочисленные публикации [1-4 и др.]. Однако минеральный состав руд, формы нахождения золота в сульфидах, а также рудообразующие геохимические системы недостаточно были изучены.

В Зирабулак-Зиаэтдинском регионе насчитывается порядка 110 проявлений (рис. 1) и месторождений с золоторудной минерализацией различного рудно-формационного типа [6]. Золоторудные месторождения Каракутан и Янги Давон относятся к среднемасштабным по запасам золота, представленным вкрапленными, прожилково-вкрапленными, реже жильными рудами. Проведенные ранее исследования изучались инструментальным нейтронно-активационным и микрорентгено-спектральным аналитическими методами которые позволяют установить золото в арсенопирите однако сопоставление некоторых типов золоторудных проявлений региона с эталонными объектами нами проведены впервые.

Геологическое строение месторождений. Зирабулак-Зиаэтдинские горы расположены в Южном Тянь-Шане и входят в состав двух структурно-формационных зон: Зарафшано-Алайской и Рабинджан-Катармайской. Большая часть горного сооружения входит в состав Зарафшано-Алайской структурно-формационной зоны, только северные склоны Зирабулак-Зиаэтдинских гор и их перекрытые предгорья относятся к Рабинджан-Катармайской СФЗ. Границей структурно-формационных зон является Кутчи-Саппенский разлом, представленный зоной интенсивно дробленных и милонитизированных пород мощностью до 100 м субширотного простирания.

Эталонное золоторудное месторождение Каракутан. Каракутанское месторождение локализовано на северном крыле Катармайской антиклинали, осложненном тектоническими элементами более высоких порядков, и приурочено к зонам повышенной трещиноватости, проявляющимся в участках пересечения разломов широтного и северо-восточного простираний. Структурно-морфологические особенности руд и существенные количества сульфасолей среди минералов полиметаллической ассоциации свидетельствуют о средних и малых глубинах формирования месторождения.

Каракутанское рудное поле сложено метаморфизованными вулканогенно-осадочными породами, в основном второй (D₁kt₂) и частично, третьей (D₁kt₃) подсвет катармайской свиты. По преобладающему характеру минерализации Каракутанское поле относится к золото-кварцевой, умеренно-сульфидной формации.

По своим морфологическим особенностям месторождение Каракутан отнесено к типу трещинно-жильных в связи с тем, что наиболее



Рис. 1. Схема цифровой геологической карты Зирабулак-Зиаэтинского региона (по Бухарину А.К.) и рудные (Au, Au-Ag, Ag) объекты

характерными для него является существенно кварцевые тела, образовавшиеся в участках пересечений либо сопряжений разноориентированных тектонических структур.

Месторождение Янги Давон расположено в пределах северного крыла Катармайской антиклинали, осложненно го субширотными и северо-восточными крупнопадающими разрывами Кизбибинской ветви глубинных разломов. Вмещающими породами являются метаморфизованные эффузивно-терригенные отложения третьей и четвертой подсвит катармайской свиты нижнего девона.

В отложения внедрены субширотные дайки кислого и основного составов. Вещественный состав рудных тел разнообразен, характеризуется распределением жильных и прожилковых кварцевых систем в тектонических зонах. Золото преимущественно свободное в самородной форме, мелкое, в кварце. По минералогическому составу руды относятся к золото-сульфидно-кварцевой формации, по содержанию сульфидов (<2%) – к убогосульфидной.

Рудопроявления Рабинджан расположен к северо-востоку от восточного окончания Зирабулакских гор. Породы Рабинджан-Катармайской структурно-формационной зоны представлены рабинджанской и катармайской свитами перекрытыми чехлом мезокайнозойских образований, интрузивные породы представлены штоком гранодиорит-

Таблица 1

Содержание элементов в минералах (по данным пробирного и химического анализа), в г/т

Минерал	Au	Ag	Ag/Au	Se	Te	Se/Te
Пирит	8,0	242	30,2	90	следы	90,0
	39	88	2,2	520	350	1,4
Арсенопирит	34	76	2,2	350	300	1,1
	0,0-7,0 2,1	5,3-48,5 24,7	11,8	0	0	0

Таблица 2

Средний химический состав литофильных элементов вмещающих оруденение пород месторождений и рудопроявлений Зирабулак-Зиаэтинских гор (по данным масс-спектрометрии), %

Месторождения и рудопроявления	Na	Mg	Al	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Si	Ba	Sr
Полазор	0,40	0,33	1,4	0,35	0,71	0,10	0,01	8,45	89,20		
Рабинджан	0,31	0,80	3,0	0,80	11,1	0,80	0,28	10,92	72,82		
Акмазар	1,65	0,55	4,6	1,12	1,22	0,09	0,15	5,10	85,60	0,07-0,073 0,030	0,02
Каракутан	1,50	4,50	4,6	1,2	6,5	0,45	0,10	5,10	76,6		
Янги-Давон	4,6	5,4	11,3	1,1	6,2	0,41	0,16	5,61	63,96		

Таблица 3

Среднее содержание халькофильных элементов в рудах золотосеребряных месторождений и рудопроявлений Зирабулак-Зиаэтинских гор (по данным масс-спектрометрии), г/т

Месторождения и рудопроявления	Sn	Sb	Hg	Te	Cu	Tl	Zn	Cd	As	Se	Pb	Bi	W	Mo
Полазор	2,2	3,7		4,3	213		423		400	5,7	48	329	1,6	10,0
Рабинджан	52,8	119		1,7	>4000		122		760	8,1	97	38,0	48,5	27,0
Акмазар	6,3	6,0		1,5	115		100		3130	4,5	114	1,1	3,7	12,0
Каракутан	5,2	100	1,3	1,4	125	0,5	627	2,1	730	16,1	550	1,25	5,0	5,1
Янги-Давон	10,3	21,0		2,0	150		500		1310	9,0	100	3,40	10,3	8,2

Таблица 4
Химический состав минералов серебра (фрейбергит)
по данным микрозондирования, %

Fe	Cu	Ag	S	As	Se	Sb	Hd	Zn	Ni
2,48	26,65	13,58	23,52	0,42	0,27	27,02	0,74	5,92	
6,86	21,91	19,79	22,82	0		26,35		1,36	
4,03	24,32	18,28	23,21	0,07		26,62		2,24	
4,12	25,13	18,06	23,38	0,26		26,79		2,23	
2,98	22,56	19,33	24,07	0,78		25,43		4,72	0,13
3,42	24,33	19,13	22,18			24,92		5,18	0,95
4,72	24,61	19,03	22,93			27,75		1,74	0,12
4,60	24,05	19,28	23,31			27,04		1,77	
7,36	26,28	12,69	25,63	1,51		24,53		3,22	
10,0	24,56	11,38	27,12			21,71		3,42	
13,79	23,42	10,86	27,92	0,30	0,11	22,42		1,76	
14,95	22,21	10,34	28,87		0,07	21,59		1,72	
18,61	17,41	10,95	33,51	0,10		18,09		1,25	
6,41	27,45	4,11	25,39	0,86	0,20	11,29	1,28	4,29	
5,24*	28,34	8,15	24,96	0,64	0,34	24,30	4,80	3,92	
0,09	30,03	11,50	23,43	0,78	0,44	25,69	2,59	5,54	
0,91	30,06	10,43	23,70	1,83		25,24	2,20	5,63	
10,95*	23,30	6,91	29,57	0,69		20,30	4,61	3,68	
2,52	32,49	5,53	25,58	1,38		25,85		6,65	
2,58	32,56	5,79	25,19	1,59		26,07		6,21	
16,05	18,37	13,03	31,97	0,34		18,92		1,32	

Примечание: * швацит – ртуть содержащая разновидность фрейбергита.

порфиоров и дайками спессартитов, прорывающими отложения рабинджанской свиты [7]. Рудная минерализация на поверхности представлена малахитом, азуриком, хризокolloй, охрами гидроокислов железа. Глубина зоны окисления достигает 80-100 м от поверхности. Золотая минерализация наблюдается по скарновым телам и зонам измененных пород.

Рудопоявление Акмазар расположено в 1,5 км юго-западнее известного месторождения Каракутан. В геологическом строении участвуют образования вулканогенно-карбонатной первой подсвиты каттармайской свиты, интрузивный комплекс представлен дайками лапрофиров. Золоторудная минерализация приурочена к зоне окварцевания и ожелезнения сланцев.

Рудопоявление Лолазор расположено на северном склоне Зирабулакских гор, приурочено к тектонически ослабленной зоне из серии швов субширотного простираения по северной оконечности выходов палеозойских пород Зирабулакского интрузива. Тектоническая зона субширотного простираения в отложениях саппенской свиты – D₁₋₂sr включает в себя метаморфические сланцы катармайской свиты, известняки и доломиты нижнего-среднего девона, песчаники и сланцы алтыаульской свиты [7]. В узле пересечения СВ и СЗ разломами проявлены дайки основного состава и минерализация золота.

Первые сведения по минералогической характеристике одного из пляды золоторудных месторождений Зирабулак-Зиаэтдинских гор месторождения Каракутан отражена в работах [8-12]. Основная концентрация золота по их данным приурочена к кварцевым жилам и прожилкам и в меньшей степени к зонам окварцевания кварц-гидрослюдистым и кварц-хлоритовым сланцем, что не подтверждается нашими исследованиями.

Таблица 5
Химический состав минералов серебра
(по данным микрозондирования и сканирующего микроскопа), %

Минерал	Fe	Cu	Ag	S	Se	Te	Sb	Zn	Pb	Bi	As	SO ₃
Аргентит	-	-	87,60	12,27	0,13	-	-	-	-	-	-	-
-/-	1,44	-	87,47	12,22	0,3	-	-	-	-	-	-	-
-/-	1,44	-	84,26	14,34	-	0,06	-	-	-	-	-	-
-/-	1,11	-	84,7	14,16	-	0,06	-	-	-	-	-	-
Рамдорит	6,09	0,28	17,05	22,15	0,21	0,28	18,24	0,03	35,68	-	-	-
-/-	12,60	0,12	21,38	25,60	0,47	1,34	17,49	0,02	21,71	-	-	-
-/-	10,71	0,21	18,55	26,57	0,41	0,25	20,52	-	22,78	-	-	-
-/-	8,00	0,43	7,73	23,22	0,45	0,27	22,99	0,04	36,87	-	-	-
Рамдорит+ Галенит	3,19	0,16	7,63	15,32	0,23	-	18,34	-	65,76	-	-	-
-/-	8,47	0,05	12,04	19,80	0,36	2,57	8,02	0,11	48,01	-	-	-
Гессит+ Пирит	10,35	-	49,73	11,55	-	28,36	-	-	-	-	-	-
-/-	5,49	-	56,83	5,44	-	32,25	-	-	-	-	-	-
Науманит+ Галенит	4,44	0,12	11,94	10,27	6,71	0,58	-	-	68,74	-	-	-
Науманит + Агвиларит	2,46	-	69,75	4,25	18,87	1,86	-	-	1,88	-	-	-
-/-	3,19	0,10	71,22	5,69	17,58	1,31	-	-	0,92	-	-	-
Науманит	-	1,12	72,22	-	19,61	1,27	-	-	5,78	-	-	-
-/-	-	0,40	70,22	-	19,83	-	-	-	0,96	-	-	-
Накасит	0,41	11,96	16,18	18,32	-	0,46	19,58	1,29	31,21	-	-	-
-/-	0,27	13,62	5,25	19,47	0,68	0,10	23,12	1,71	36,57	-	-	-
-/-	0,40	12,13	4,0	19,80	0,06	1,40	22,83	1,81	38,29	-	-	-
-/-	0,34	12,20	17,0	18,23	0,50	-	19,84	1,16	31,21	-	-	-
Полибазит	0,26	16,46	36,51	17,96	0,4	-	17,88	0,46	4,27	-	-	-
Агвиларит	11,10	-	59,11	10,72	19,07	-	-	-	-	-	-	-
-/-	6,13	-	66,22	5,22	22,43	-	-	-	-	-	-	-
-/-	4,92	-	62,06	1,69	21,74	-	-	-	-	-	-	-
Полибазит	-	32,26	20,93	21,65	-	-	25,12	-	-	-	-	-
Агвиларит	7,38	-	65,65	7,57	21,41	-	-	-	-	-	-	-
Аргентит+ Клаусталит	1,44	0,12	11,94	10,27	10,12	-	-	-	68,74	-	-	-
Штроймерит	-	23,8	53,27	18,13	-	-	-	-	-	-	-	-
Аргентит+ Халькопирит	21,55	23,86	13,27	38,13	-	-	-	-	-	-	-	-
Стефанит (2)	0,09	29,23	-	26,37	-	0,76	21,72	3,32	-	-	-	-
Матильдит+ Лелингит+ Клаустолит	8,55	-	14,54	17,29	3,84	0,02	-	-	-	34,98	12,72	-
Анимикит+ Штроймерит	-	24,33	15,26	26,28	-	-	14,82	-	-	-	-	-
Аргентит+ Халькопирит	13,50	15,39	14,0	30,80	-	-	-	-	-	-	-	-
Аргентинит+ Халькозин	3,72	40,02	37,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Самородное+ серебро	-	-	99,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Аргенторозит	4,95	-	15,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Самородное золото установлено в кварце, арсенопирите и окислах железа (табл. 1), по нашим данным и в других минералах. Пробность золота установлена в кварце, арсенопирите и окислах железа (табл. 1), по нашим данным и в других минералах. Пробность золота из кварца в среднем составляет 650, в окислах железа 744, по нашим данным пробность золота варьирует в широких пределах.

В результате геолого-минералогического картирования золото-серебряных месторождений и рудопоявлений; Лолазор, Рабинджан, Акмазар, Каракутан и Янги-Давон ранее считавшимися золоторудными объектами [8-12], было отобрано более 50 представительных проб для проведения геохимических, минералогических и аналитических исследований (спектральный, химический, пробирный, масс-спектрометрический, рентгенофазовый, микрозондовый и сканирующий электронно-микроскопический (табл. 2).

По химическому составу матрица вмещающих пород различных типов руд золото-серебряных месторождений и рудопоявлений относится к очень сложной гетерогенной геохимической системе (табл. 2).

Для различных типов руд выделяется следующий ряд геохимических ассоциаций элементов (в %):

1) золото-серебряное рудопоявление Рабинджан: Si (72,82) > Fe (10,9) > Ca (11,10) > Al (3,0) > Mg (0,80) > K (0,80) > Ti (0,80) > Na (0,31) > Mn (0,28);

2) Каракутан: Si (76,6) > Ca (6,50) > Al (4,60) > Mg (4,50) > Na (1,65) > K (1,2) > Ti (0,45); > Mn (0,10);

Таблица 6

Вертикальное распределение золота и серебра в минералах вмещающих пород подвергшихся гипергенезу. Зоны окисления, зоны вторичного сульфидного обогащения и первичных гипогенных рудах (по данным микронзондирования и сканирующего электронного микроскопа)

Зоны	Минерал	Кол-во анализ	Содержание (%)	
			Au	Ag
Вмещающие породы	Кварц	3	0,0-0,21 0,11	
	Альбит	1	0,9	
	Гидрослюда (Иллит)	12	0,0-0,49 0,15	
	Хлорит	16	0,0-0,50 0,14	
	Гидробитит	1	0,29	
	Галлуазит	1	0,08	
	Монацит	26		0,0-7,39 2,13
Зона окисления	Гетит, Гидрогетит	27	0,0-0,52 0,11	0,0-0,21 0,04
	Англезит	1		0,09
	Каракутанит	3		1,34-1,38 1,36
	Биндгеймит	5	0,10	0,0-0,65 0,28
	Скородит	3		0,0-0,31 0,52
	Шультенит	1		0,65
	Платнерит	2		0,11
	Миметизит	1		0,02
Зона вторичного сульфидного обогащения	Рузвельтит	1		0,03
	Ковеллин	2	0,05	0,10
	Диагинит	3	0,0-0,10 0,05	0,01-0,16 0,10
	Халькозин	3	0,01-0,10 0,07	0,06-0,29 0,18
	Мохит	3		0,0-0,35 2,0
*оксид Sn,Cu	1		0,29	
Первичные гипогенные руды	Пирит	78	0,0-0,89 0,042	0,0-0,58 0,022
	Арсенопирит	47	0,0-0,21 0,02	0,0-0,22 0,04
	Антимонит	4	0,24-0,49 0,082	0,05-0,13 0,082
	Халькопирит	8		0,0-0,16 0,05
	Сфалерит	21		0,0-0,43 0,08
	Галенит	27		0,0-0,92 0,20
	Кобальтин	1	0,02	0,01-0,16 0,10
	Герсдорфит	7		0,0-0,20 0,05
	Геокронит	5		0,0-0,65 0,22
	Бурнанит	9		0,07-0,41 0,23
	Буланжерит	13		0,05-2,09 0,60
	Бертьерит	1		0,08
	Тетраэдрит	12		0,07-3,38 0,90
	Тенантит+Тетраэдрит	5		0,53-1,37 0,86
	Тенантит	2		0,15
	Фюлепит	3		0,01-0,18 0,10
	Леленит	2		0,10

Таблица 7

Содержание золота и серебра в месторождениях и рудопроявлениях Зирабулак-Зиаэтинских гор (по данным пробирного и масс-спектрометрического анализов), в г/т

№	Месторождения и рудопроявления	Пробирный		Масс-спектрометрический	
		Au	Ag	Au	Ag
1.	Лолазор	0,6-16,4 8,3	<5	8,24-12,5 9,5	1,60-1,80 1,70
2.	Рабиджан	1,9-4,7 3,9	6,1-12,2 10,0	0,88-2,54 1,8	0,30-2,0 1,7
3.	Лопан	0,2-4,4 1,8	<5-177,8 46,5	0,44-1,22 0,70	0,22-150 35,08
4.	Акмазар	0,2-53,1 4,9	1,5-14,4 5,5	0,20-19,0 3,0	0,10-3,10 1,22
5.	Каракутан	0,55-8,6 4,15	1,6-16,8 7,86	0,16-3,91 2,93	1,6-6,7 5,0
6.	Янги-Давон	6,84	10,32		

Примечание: в скобках показано количество проанализированных проб.

Таблица 8

Химический состав минералов золота в рудах серебряных месторождений (по данным микронзондирования и сканирующего электронного микроскопа), в %

Сканирующий эл. микроскоп			Микронзондовый анализ, (%)						
Au	Ag	Fe	Au	Ag	Fe	Cu	As	S	Si
100			99,82		100				
100			90,17	7,2	2,36	0,18			
100			90,08	0,06	7,99	1,13		0,6	
100			87,92	12,08					
100			85,02	12,60	2,06	0,03			
100			83,74	13,37	2,88	0,01			
99,29	19,71		83,77	13,43	2,87	0,03			
98,80	2,0		82,94	14,31	2,60	0,14			
99,80	0,20		81,96	18,06					
87,92	12,10		81,72	18,28					
87,30	12,70		81,44	16,25	2,55	0,23		0,3	
81,90	18,10		76,82	12,0					11,28
81,40	18,60		76,04		21,78		2,40		
81,50	18,50		75,29		22,32	0,05	2,59		
79,01	22,99		67,28	31,0	1,08	0,28			
86,35	13,55		67,16	31,58	1,08	0,28			
75,90	24,10		66,17	31,00	1,07	0,26			
74,28	25,65		64,40	34,76	1,02		0,81		
79,01	20,99		63,38	35,37	1,02				
74,30	35,30		65,33	29,22	5,50				
71,50	28,5	1,20	62,83	35,37	1,07	0,26	0,47		
62,31	37,69		47,15				53,85		
83,30	19,70		35,60	61,58	2,79	0,03		0,05	
87,12	12,88		35,67	57,40	6,98				
			37,69	62,30					
			34,83	62,40	2,78				
			18,08	80,43	1,42	0,07			
			17,31	80,66	1,86	0,17			

Таблица 9

Химический состав минералов платины (по данным сканирующего электронного микроскопа)

Минерал	Pt	Fe	Ag	S	O	P	Ce	La	Nd	Sm
Поликсен	91,65	8,35								
Поликсен+аргентит+монацит	3,65	1,41	7,06	3,61	27,74	11,52	11,07	11,19	8,85	2,86

Таблица 10

Микронные включения золота (100 %) (по данным сканирующего электронного микроскопа)

Элемент	Тип линии	Условная концентрация	Отношение, k	Вес, %	Сигма, %	Название эталона	Предустановленный эталон	Дата калибровки эталона
Au	M серия	0,24	0,00237	100,00	0,00	Au	Да	
Сумма:				100,00				

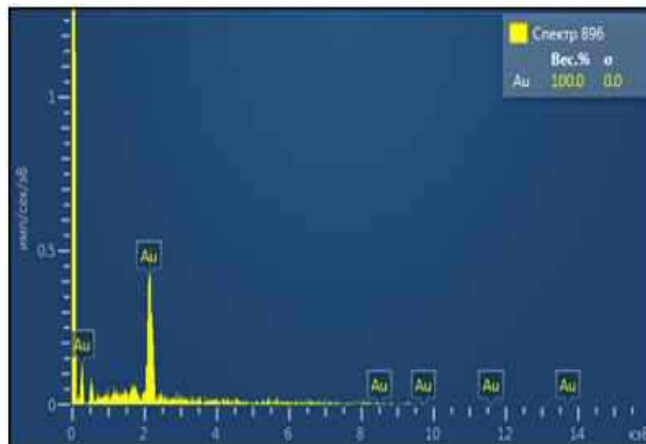


Рис. 2. Микронные включения золота (100 %)

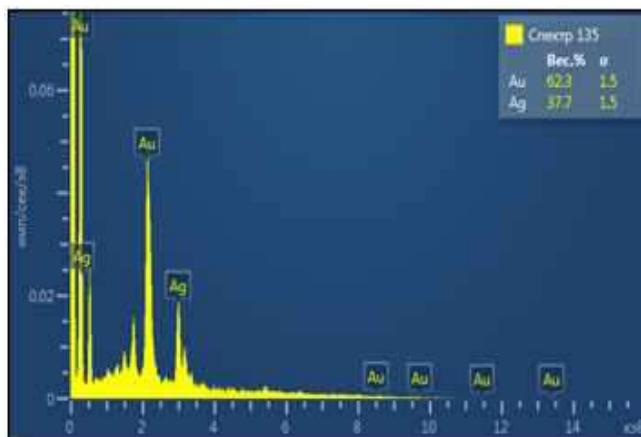
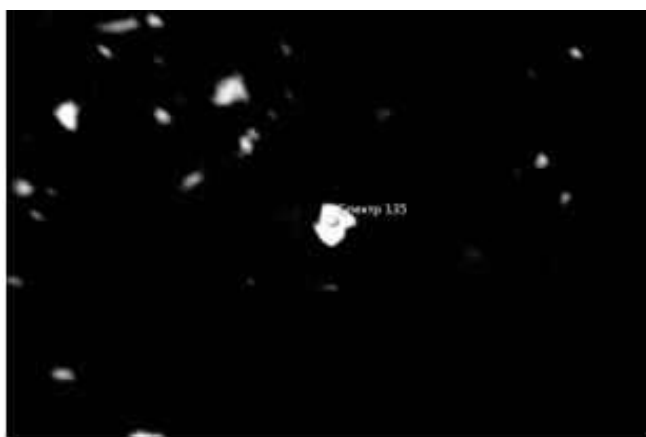


Рис. 3. Микронные включения интерметаллида (Au, Ag) в ассоциации с пиритом и арсенопиритом

Таблица 11

Микронные включения интерметаллида (Au, Ag) в ассоциации с пиритом и арсенопиритом (по данным сканирующего электронного микроскопа)

Элемент	Вес, %	Сигма Вес, %
Ag	37,69	1,50
Au	62,31	1,50
Сумма:	100,00	

3) Янги-Давона: Si (63,96) > Al (11,3) > Ca (6,2) > Fe (5,61) > Mg (5,4) > Fe (5,10) > Na (4,60) > K (1,10) > Ti (0,41) > Mn (0,16).

По минеральному составу они относятся к силикатно-алюмосиликатно-карбонатному минеральному типу.

Необходимо отметить на присутствие высоких содержаний Fe (5,10-10,9%) в данном минеральном типе – показатель окисленности руд:

1) Лолазор: Si (89,20) > Fe (8,40) > Al (1,4) > Ca (0,71) > Na (0,40) > K (0,35) > Mg (0,33) > Ti (0,10) > Mn > (0,01);

Акмазар: Si (85,60) > Fe (5,10) > Al (4,6) > Na (1,65) > Ca (1,22) > K (1,12) > Mg (5,5) > Mn > (0,15) > Ti (0,14).

По минеральному составу они относятся к силикатно-алюмосиликатному минеральному типу с незначительным содержанием карбонатов и высоким содержанием Fe (6,8%). Резкое колебание содержаний K, Na, Si, Al, Fe, Mg, Ca во вмещающее оруденение пород показатель интенсивности гипергенных процессов, где происходит перегруппировка элементов.

Рудообразующая геохимическая система различных типов руд золото-серебряных месторождений и рудопроявлений представлены следующими элементами (в порядке изменения содержаний); S > As > Cu > Zn > Sb > Bi > Sn > Se > Te > Cd > Hg, присутствуют также Mo > V (табл. 3).

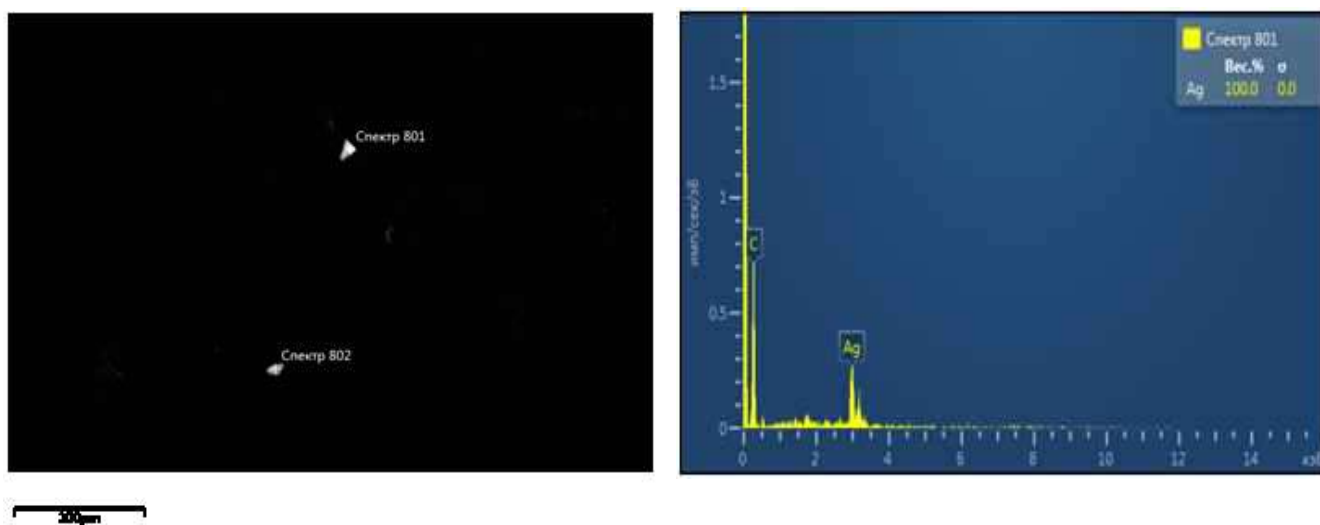


Рис. 4. Микронные выделения самородного серебра

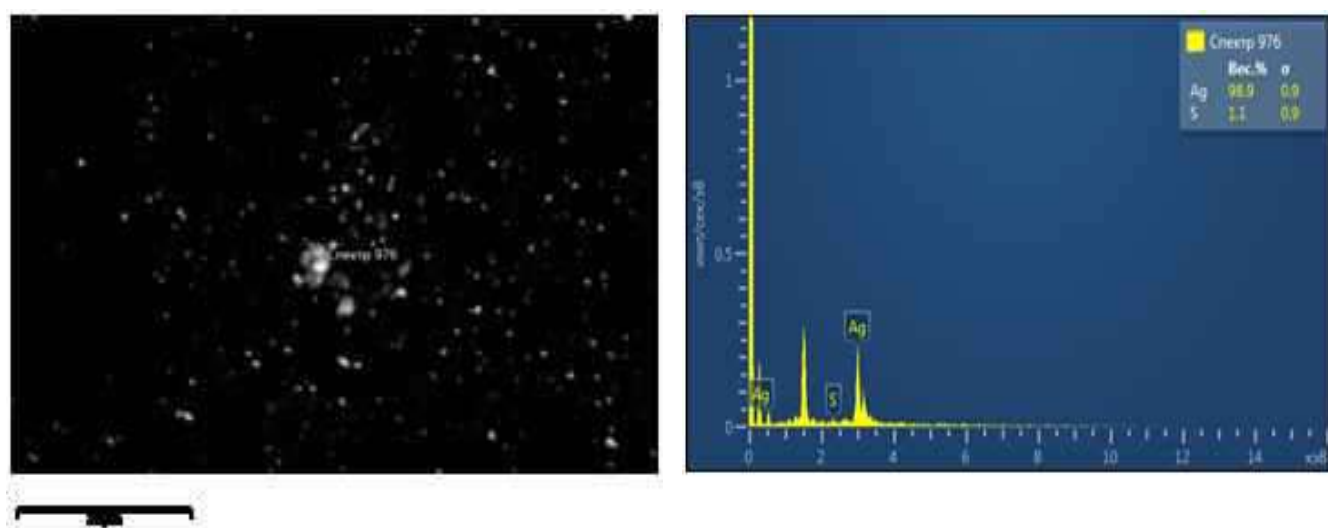


Рис. 5. Микронные выделения аргентита в ассоциации с пиритом и арсенопиритом

Микронные выделения самородного серебра (по данным сканирующего электронного микроскопа) Таблица 12

Элемент	Тип линии	Условная концентрация	Отношение k	Вес, %	Сигма, %	Название эталона	Предустановленный эталон
Ag	L серия	0,19	0,00193	100,00	0,00	Ag	Да
Сумма:				100,00			

Микронные выделения аргентита в ассоциации с пиритом и арсенопиритом (по данным сканирующего электронного микроскопа) Таблица 13

Элемент	Тип линии	Условная концентрация	Отношение k	Вес, %	Сигма, %	Название эталона	Предустановленный эталон
S	K серия	0,00	0,00002	1,09	0,91	FeS ₂	Да
Ag	L серия	0,13	0,00134	98,91	0,91	Ag	Да
Сумма:				100,00			

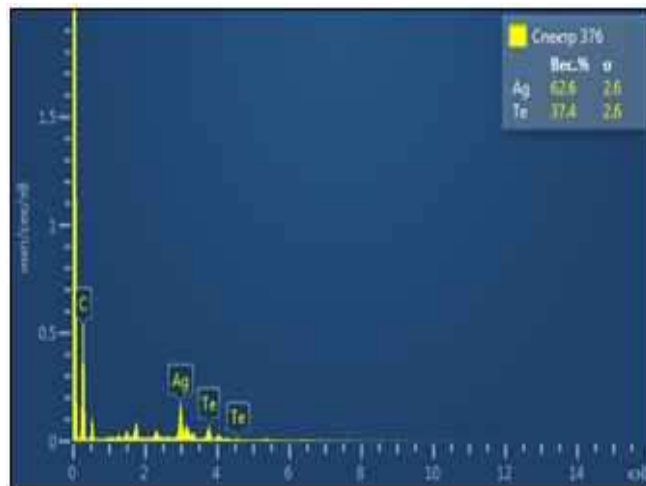
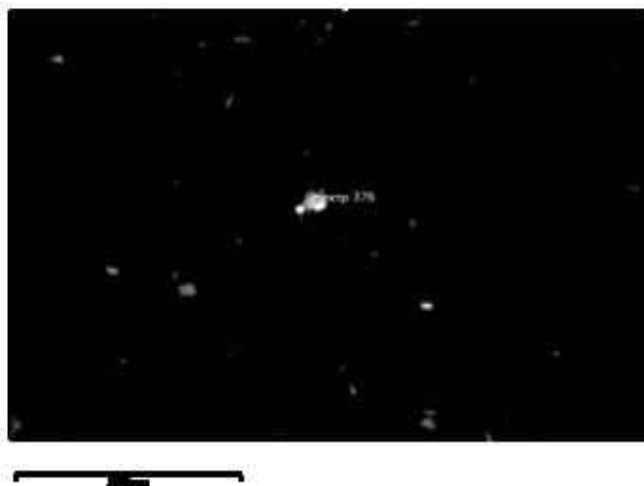


Рис. 6. Микронные выделения гессита

Таблица 14

Микронные выделения гессита (по данным сканирующего электронного микроскопа)

Элемент	Тип линии	Условная концентрация	Отношение к	Вес, %	Сигма, %	Название эталона	Предустановленный эталон
Ag	L серия	0,10	0,00105	62,62	2,63	Ag	Да
Te	L серия	0,06	0,00050	37,38	2,63	HgTe	Да
Сумма:				100,00			

Из вышеизложенного следует, что золото-серебряные месторождения являются высоко комплексными образованиями, содержания некоторых элементов вышекарковые (Se, Te, Cd, Hg, Mo, Bi, Sn). Данный промышленный тип золото-серебряных месторождений по совокупности присутствующих геохимических ассоциаций элементов очень сильно отличаются от золоторудных месторождений черносланцевой формации [15-22].

При формировании золото-серебряных месторождений принимала непосредственное участие три продуктивных геохимических ассоциаций: 1) Au-Ag-S-As; 2) Ag-Cu-Pb-Zn и 3) Ag- Sb -Hg (табл. 3), что соответствует золото-пирит-арсенипиритовой, серебро-халькопирит-сферолит-галенитовой и серебро-антимонит-блеклорудно-киноварной минеральным ассоциациям (табл. 4-5).

Первичные гипогенные руды золото-серебряных месторождений и рудопроявлений залегающих в черносланцевых формациях – Лолазор, Рабиджан, Акмазар, Каракутан, Янги-Давон формировались неоднократно, в ходе последовательных геодинамических режимов и вовлечение в гипергенные процессы гипогенных продуктивных сульфидных и сульфосольных ассоциаций (окислительные процессы), формировались сернокислые хлор и бром содержащие растворы, с которыми мигрировали Au, Ag, Fe, S, As, Sb, Cu, Zn, Pb, Mo, Co, Ni, W, Se, Te, Mg, Cd с образованием в дальнейшем минеральных ассоциаций зон вторичного обогащения и окисленных руд (табл. 6).

Содержание золота и серебра по данным пробирного анализа в рудах золото-серебряных месторождений колеблется в широких пределах от 0,2 до 8,3 г/т, в среднем составляет 4,94 г/т; серебра от 1,5 до 16,8 г/т в, среднем составляет 14,2 г/т.

Отношение золота к серебру составляет 1:3,5 (табл. 7). По данным масс спектрометрии содержание золота колеблется от 0,18 до 19,0 г/т, в среднем составляет 3,6 г/т; серебра от 0,10 до 150 г/т, в среднем составляет 9,1 г/т.

Отношение золота к серебру 1:2,6 (табл. 7).

По химическому составу 75% золотин относится к высокопробному золоту (Au=70-100%), 14% относится к средней пробности (Au=40-69%) и незначительная часть относится к низкопробному золоту (Au=17-40%), (табл. 8, рис. 2, 3).

В виде примеси в самородном золоте присутствуют Fe, Cu, As, S. (табл. 8). Нами впервые установлены интерметаллиды золота, ферроаурид AuFe₃ (Fe= 22,32%, Cu=0,5%, As=2,59, Au=75,29%) и аураорсенид AuAs (Au=46,15, As=53,85), (табл. 8).

Следует особо отметить, что количество высокопробного золота увеличивается после размерности минеральных индивидов <1 мкм (данные растрового электронного микроскопа), (табл. 9).

Кроме собственных минеральных форм золота, установлено присутствие золота в кварце (0,11%), альбите (0,09%), гидрослюде (0,15%), хлорите (0,14%), гидробиотите (0,29%), галлуазите (0,08%), гетите и гидрогетите (0,11%), биндгеймите (0,10%), ковеллине (0,05%), халькозине (0,07%), данный тип золота легко поддается цианированию, так как оно адсорбировано в результате образования вышеуказанных минералов и присутствует в виде невидимого ультрамелкодисперсного самородного золота (табл. 6).

Кроме вышеперечисленных минералов, золото установлено в продуктивных первичных сульфидных минералах: пирит (0,042%), арсенипирите (0,020%) – упорное золото, а также в антимоните (0,26%), в герсдорфите (0,02%) – легко извлекаемое при цианировании.

Из всех перечисленных минералов только пирит и арсенипирит содержат в сумме (0,068%) связанного, невидимого и «упорного» золота, с технологической точки зрения в других минералах золото присутствует в свободной форме (микронное или адсорбированное) не входящие в кристаллическую структуру искомым минералов, они легко цианируемые в технологических процессах [5, 6].

По объему «упорное» золото в сульфидах (арсенипирит, пирит) составляет всего 3% от общего количества самородного золота и примесного золота в других минералах (97%). Золото связанное с органическим веществом отсутствует, так как оно представлено в основном виде графитам, в котором золото присутствует в самородной форме в виде микронных включений.

Кроме самородного золота в различных типах руд золото-серебряных месторождений впервые установлена минеральная форма нахождения платины - поликсен (Pt, Fe) в странной ассоциации с аргентитом и монацитом (табл. 9).

Форма нахождения серебра в различных типах руд представлена самородной формой (100%) интерметаллидом (Au, Ag) и минеральными формами нахождения [14]. (табл. 5).

Геохимические особенности серебра более разнообразнее чем золота, серебро присутствует во всех типах руд золото-серебряных месторождений. Основными формами нахождения серебра являются:

- 1) самородное серебро (100%);
- 2) сульфиды серебра – аргентит (Ag_2S), штромейрит ($\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Ag}_2\text{S}$), матильдат (AgBiS_2);
- 3) антимониды: рамдорит ($\text{Ag}_2\text{Pb}_3\text{Sb}_5\text{S}_9$), накасцит ($\text{Pb}_4\text{Ag}_3\text{CuSb}_{12}\text{S}_{21}$), стефанит ($\text{Ag}_3\text{Sb S}_{14}$), полибазит ($(\text{AgCu})_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$), фрейбергит ($(\text{Ag,Cu})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$), анимикит (Ag,Sb);
- 4) сульфат серебра аргенторозит $\text{Ag}(\text{Fe}^{3+})_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$;
- 5) селениды серебра: науманит (Ag_2Se) (Ag_4SeS);
- 6) теллуриды серебра: гессит (Ag_2Te). В общей сложности установлено 14 минералов серебра (табл. 10-14, рис. 4-6).

Для золото-серебряных месторождений широким распространением пользуются блеклые руды, которые представлены следующими минеральными образованиями: тетраэдритом, тетраэдрит-тенантитом и тенантитом. Для данных минеральных образований нами выделяются следующие разновидности для тетраэдрита: Ag – содержащий – фрейбергит с содержанием серебра от 4,11 до 19,79%; Fe – содержащий – ферриттетраэдрит с содержанием железа до 18,61%; Hg – содержащий швацит с содержанием ртути до 4,80%; Zn – содержащий – зандбергит с содержанием цинка до 6,65%; Pb – содержащий пльомбит с содержанием свинца до 7,05%. (табл. 5, 6).

Присутствие столь значительных разновидностей блеклых руд объясняется участием их в разновозрастных продуктивных геохимических ассоциациях элементов: Au – S – As; Ag – Cu – Pb – Zn; Sb – As – Hg при формировании золото-серебряных месторождений.

В заключении следует особо отметить, впервые для Зирабулак-Зиаэтинских гор выявлен новый высоко комплексный промышлен-

ный тип золото-серебряных месторождений и рудопроявлений Лолазор, Рабиджан, Акмазар, Каракутан, Янги-Давон и др.

Для данных типов руд выявлены формы нахождения золота и серебра. Основная масса золота – самородное, свободное, высокой пробыности (Au = 70-100%), менее средней пробыности (40-69%) и низкой пробыности (17-40%), присутствуют также интерметаллиды золота: ферроаурид (AuFe_3) и ауоарсенид (Au, As). Кроме этого свободное золото в виде примесей установлены в породообразующих минералах претерпевших гипергенез, минералах вторичного сульфидного обогащения и продуктивных сульфидных образованиях: пирите, арсенопирите («невидимое» упорное золото) и антимоните (свободное золото).

Серебро в различных типах руд присутствует в основном в минеральной форме (интерметаллид Au, Ag, самородное серебро, сульфиды серебра, теллуриды серебра, селениды серебра, сульфосоли серебра) и присутствуют незначительно в виде примеси в продуктивных минералах, пирите и арсенопирите («невидимое» упорное серебро), а также в антимоните (свободное серебро) или образуют смесь минерала серебра и антимонита. Установлено 14 минералов серебра (табл. 5, 8).

Полученные результаты изучения различных типов руд золото-серебряных месторождений и продуктов их технологического передела данных руд на НГМК (месторождения Каракутан) позволили заключить, что разработанная технология извлечения золота из подобных золото-серебряных руд универсальна. Применение «обжиговой» технологии позволило «невидимое упорное» золото и серебро находящееся в пирите и арсенопирите освободить в связи с переходом сульфидов в другие минеральные образования (гематит, пирротин, леленгит), анализ данных минералов (микросондированием) золота и серебра в них не установлен [13].

И к этому следует добавить, что органическое вещество в данных типах месторождений и рудопроявлений представлено графитом, а золото в нем находится в самородном состоянии.

Библиографический список:

1. Рудаков В.В., Казимиров М.П., Григоров С.А. О новом экономическом классе коренных месторождений золота России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. Спец. выпуск. Драгоценные металлы, 2004. – С. 49-52.
2. Cabri L.G., Chrysoulis S.L., De Villers P.L. et al. The nature of "invisible" gold in arsenopyrite // *Canad. Mineralogist*. V. 27. Pt. 3. 353-362 pp.
3. Cathelineau, Boiron M.C., Holiger P. et al. Gold arsenopyrite: crystal-chemistry, location and state, physical and chemical conditions of deposition // *Economic Geology*. 1989. Monog. 328-341 pp.
4. Chrysoulis S.L., Cabry L.G. The significance of gold mineralogical balances in mineral processing // *Institution of Mining and Metallurgy Teancobides*. 1990. P. 99, 1–10 pp.
5. Волков А.В., Сидоров А.А. Об условиях образования золото-сульфидных вкрапленных руд // Докл. РАН. 2005. – Т. 403, № 2. – С. 220-223.
6. Стратифицированные и интрузивные образования Узбекистана. Монография. – Ташкент: ГП НИИМР, 2000. – 541 с.
7. Садыкова Л.П. и др. Тезисы конференции XV Международная научно-практическая конференция "Новые идеи в науках о Земле" г. Москва 01-02 апреля 2021 г.
8. Баймухамедов Х.Т., Курбанов Л.С., Чеботарева Г.П. Минералого-геохимическая характеристика Каракутанского рудного поля. Рудные формации и основные черты металлогении золота в Узбекистане. – Ташкент: «ФАН», Уз. ССР., 1969. – С. 144-149.
9. Василевский Б.Б., Ежков Ю.Б., Рахимов Б.А., Туресебеков А.Х. и др. Крупные месторождения золота и меди Узбекистана. – Ташкент: НИМР Госкомгеология РУз., 2012. – 116 с.
10. Горев Г.В. Геология Каракутанского рудного поля. – Ташкент: НИМР Госкомгеология РУз., 2012. – С. 140-143.
11. Ефименко И.М., Петров В.М. Основные черты магматизма и металлогении Зирабулак-Зиаэтинских гор в Западном Узбекистане // *Закономерность размещения полезных ископаемых*. Изд.: АН ССР, 1962. – Т. 5.
12. Марченко Л.Г. Наноминералогия золота и платиноидов. Алматы, 2016. – 223 с.
13. Туресебеков А.Х., Ткаченко Е.С., Шукуров Ш.Р. и др. Минералогия и геохимические особенности руд золоторудного месторождения Каракутан. Геология и минеральные ресурсы. №5. 2016. – С. 32-35.
14. Шукуров Ш.Р. Минералогия зоны окисления золото-серебряного месторождения Каракутан. Горный вестник Узбекистана. №1 (84) 2021. – С. 64-66.
15. Штрунц Х. Минералогические таблицы. (Справочник) Гос. изд-во научно-технической литературы по горному делу. – Москва, 1961. – 531 с.
16. Новые данные о минералах Узбекистана. Монография. – Ташкент: «ФАН», 1989. – 303 с.
17. Берман Ю.С., Ботова М.М., Бочек Л.И. и др. Природная система золото-серебро // *Геохимия*. 1978. – С. 1351-1359.
18. Куликов Б.Ф., Зуев В.В. Минералогический справочник технолога-обогапителя. – Ленинград: «Недра», 1985. – 264 с.
19. Петровская Н.В. Самородное золото. – М.: «Наука», 1973. – 345 с.
20. Разин Л.В., Сидоренко Г.А. Анюит AuPb_2 – новый интерметаллид золота и свинца // *Минералогический журнал*, 1989. – Т. 11. № 4. – С. 88–92.
21. Савва Н.Е. Электрум-акантит-айтенбогардитовый минеральный тип золото-серебряного оруденения в трубчатых неках риолитов. В кн.: *Минералогия и генетические особенности месторождений золота и серебра*. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1996. – С. 66–82.
22. Яхонтова Л.К., Грудев А.П. Минералогия окисленных руд. (Справочное пособие). – М.: «Недра», 1987. – 197 с.

GEOCHEMICAL AND MINERALOGICAL FEATURES OF THE NEW INDUSTRIAL TYPE OF GOLD-SILVER DEPOSITS OF ZIRABULAK-ZIAETDIN MOUNTAINS

¹Turesebekov A.Kh., Leading Researcher, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences.

¹Sadykova L.R., head of the department, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences.

¹Shukurov Sh.R., junior researcher.

²Akhmedov K.A., Head of the State Geological Fund.

¹Institute of Geology and Geophysics named after Kh.M. Abdullaev.

²State Committee for Geology of the Republic of Uzbekistan.

In the article, for the first time for the Zirabulak-Ziaetdin mountains, a new highly complex industrial type of gold-silver deposits and ore occurrences is revealed: Lolazor, Rabidzhan, Akmazar, Karakutan, Yangi-Davon, etc. The bulk of gold is native, free, high fineness (Au = 70-100%), medium fineness (40-69%) and low fineness (17-40%), as well as gold intermetallic compounds: ferroauride (AuFe₃) and auroarsenide (Au, As). In addition, free gold in the form of impurities is found in rock-forming minerals that have undergone a stage of hypergenesis, in minerals of secondary sulfide concentration and in productive sulfide formations: pyrite, arsenopyrite ("invisible" refractory gold) and antimonite (free gold).

Key words: ore, deposits, geology, geochemistry, mineralogy, gold-silver formations, geochemical associations, accompanying elements, forms of occurrence, typomorphic features, Zirabulak-Ziaetdin mountains.

References:

- Rudakov V.V., Kazimirov M.P., Grigorov S.A. On the new economic class of primary gold deposits in Russia // Mineral resources of Russia. Economics and Management. Specialist. release. Precious metals, 2004, pp. 49-52.
- Cabri L.G., Chrysoulis S.L., De Villers P.L. et al. The nature of "invisible" gold in arsenopyrite // Canad. Mineralogist. V. 27. Pt. 3, pp. 353-362.
- Cathelineau, Boiron M. C., Holiger P. et al. Gold arsenopyrite: crystal-chemistry, location and state, physical and chemical conditions of deposition // Economic Geology, 1989. Monog. pp. 328-341.
- Chrysoulis S.L., Cabry L.G. The significance of gold mineralogical balances in mineral processing // Institution of Mining and Metallurgy Teancobides. 1990. P. 99, pp. 1-10.
- Volkov A.V., Sidorov A.A. On the conditions of formation of gold-sulfide disseminated ores // Dokl. RAS. 2005. – T. 403, No. 2, pp. 220-223.
- Stratified and intrusive formations of Uzbekistan. Monograph. – Tashkent: GP NIIMR, 2000. – 541 p.
- Sadykova L.R. and others. Abstracts of the XV International Scientific and Practical Conference "New Ideas in the Earth Sciences". – Moscow, 01-02 April, 2021.
- Baymukhamedov Kh.T., Kurbanov L.S., Chebotareva G.P. Mineralogical and geochemical characteristics of the Karakutan ore field. Ore formations and main features of gold metallogeny in Uzbekistan. – Tashkent: "FAN" Uz. SSR., 1969, pp. 144-149.
- Vasilevsky BB, Yezhkov Y.B., Rakhimov BA, Turesebekov A.Kh., et al. Large deposits of gold and copper in Uzbekistan. Ed. NIMR Goskomgeologiya RUz. – Tashkent, 2012. – 116 p.
- Gorev G.V. Geology of the Karakutan ore field. Ed. NIMR Goskomgeologiya RUz. – Tashkent, 2012, pp. 140-143.
- Efimenko I.M., Petrov V.M. The main features of magmatism and metallogeny of the Zirabulak-Ziaetdin mountains in Western Uzbekistan // Regularity of the distribution of minerals. Publ.: AN SSR, 1962. – T. 5.
- Marchenko L.G. Nanomineralogy of gold and platinoids. Almaty, 2016. – 223 p.
- Turesebekov A.Kh., Tkachenko E.S., Shukurov Sh.R. and other Mineralogy and geochemical features of ores of the Karakutan gold deposit. Geology and mineral resources. No. 5, 2016, pp. 32-35.
- Shukurov Sh.R. Mineralogy of the oxidation zone of the Karakutan gold-silver deposit. Mining Bulletin of Uzbekistan. No. 1 (84) 2021. pp. 64-66.
- Shtrunz H. Mineralogical tables. (Reference) State. publishing house of scientific and technical literature on mining. – Moscow, 1961. – 531 p.
- New data on minerals in Uzbekistan. Monograph. – Tashkent: "FAN", 1989. – 303 p.
- Berman Yu.S., Botova M.M., Bochek L.I. et al. Natural gold-silver system // Geochemistry, 1978, pp. 1351-1359.
- Kulikov B.F., Zuev V.V. Mineralogical reference book of the enrichment technologist. – Leningrad: "Nedra", 1985. – 264 p.
- Petrovskaya N.V. Native gold. – M.: "Science", 1973. – 345 p.
- Razin L.V., Sidorenko G.A. Anyuyite AuPb₂ - a new intermetallic compound of gold and lead // Mineralogical journal, 1989. – T. 11. No. 4, pp. 88-92.
- Savva N.E. Electrum-acanthite-aitenbogardite mineral type of gold-silver mineralization in tubular rhyolite necks. In the book: Mineralogy and genetic characteristics of gold and silver deposits. Magadan: ed. SVKNII FEB RAS, 1996. pp. 66-82.
- Yakhontova L.K., Grudev A.P. Mineralogy of oxidized ores. (Reference manual). – M.: "Nedra", 1987. – 197 p.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КАК ФАКТОР ВОДОПРИТОКОВ. ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ И ПРОВАЛЬНЫЕ ВОРОНКИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ «ГУЖУМСАЙ»

Maqolada G'uzumsoyning gidrogeologik va muhandislik-geologik sharoitlarining o'zgarishiga, kon qazish va ko'chki jarayonlarida yer osti suvlarining chiqib ketishiga texnogen omillarning ta'siri yoritilgan.

Tayanch iboralar: shaxta, suv kelishi, suv satxi, suv sarfi, o'pirilib tushish, tektonik yoriqlik, ag'darilish, qulab tushish, tog' jinslari, ma'dan tanasi, yer osti suvi, gorizont, deformatsiya, filtratsiya.

В статье описано влияние техногенных факторов на изменение гидрогеологических и инженерно-геологических условий Гужумсай, отток подземных вод при проведении горных работ и процессов оползней.

Ключевые слова: шахта, приток воды, уровень воды, поток воды, оползень, тектонический разлом, опрокидывание, обрушение, порода, рудное тело, подземные воды, горизонт, деформация, фильтрация.



Курбанов Э.Ш.,
старший научный сотрудник
ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»

Месторождение Гужумсай территориально относится к Кошрабадскому району Самаркандской области Республики Узбекистан и расположено на южных склонах центральной части хребта Нуратау, являющейся частью складчатого сооружения Южного Тянь-Шаня и входит в состав Зарафшано-Туркестанской структурно-формационной зоны Алай-Кокшальской складчатой системы [1].

Сток Гужумсайа прямо зависит от количества выпавших атмосферных осадков, основной сток приходится на зимне-весенний период. По Гужумсайа максимальный расход составляет 1446 л/с (апрель, 2017 г.), минимальный 9,7 л/с (август, 2017 г.) среднегодовой расход 50 л/сек (рис. 1).

В геологическом строении месторождения Гужумсай участвуют интрузивные скальные породы палеозоя и перекрывающие их рыхлые неоген-четвертичные отложения мощностью до 100 м. Интрузив-

ные скальные породы представлены граносиенитами, сиенитами, гранитами, верхнеплиоценовые – алевролитами, глинами с прослоями гравелитов и конгломератов. Четвертичные образования перекрывают породы неогена и представлены аллювиально-пролювиальными щебнистыми отложениями с мелкоземом [2].

По условиям питания, распространения, циркуляции и разгрузки в пределах месторождения в основном выделяются трещинные воды верхнепалеозойских пород и трещинно-жильные воды зон тектонических нарушений [3].

Гидрогеологические исследования подземных горных выработок шахты 1 (режимные наблюдения за водопритоками) показали, что основные пути поступления подземных вод в выработки зон тектонических нарушений, это зоны дробления и повышенной трещиноватости в результате которых образуются трещинно-жильные воды [4].

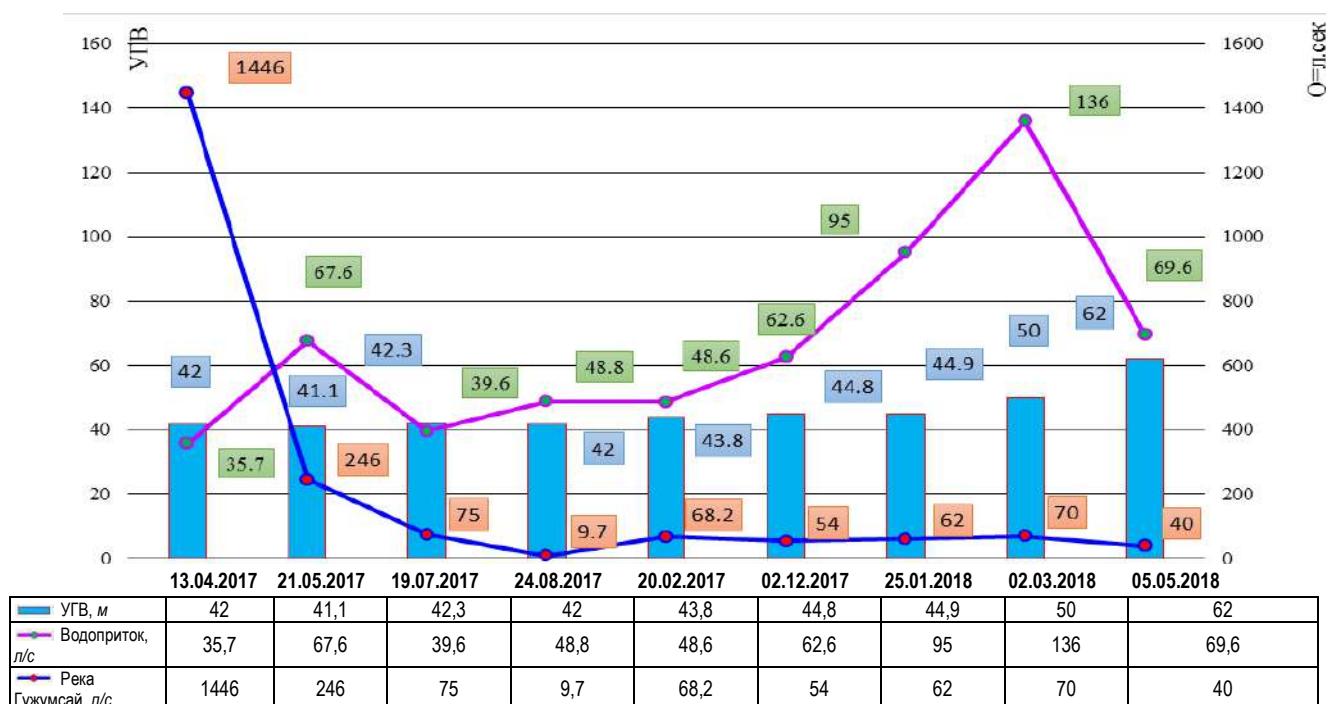


Рис. 1. Совмещенный график изменения уровня грунтовых вод и расхода воды Гужумсай в горных выработках +780 м, +720 м, +660 м, +600 м в период с апреля 2017 г. по май 2018 г.

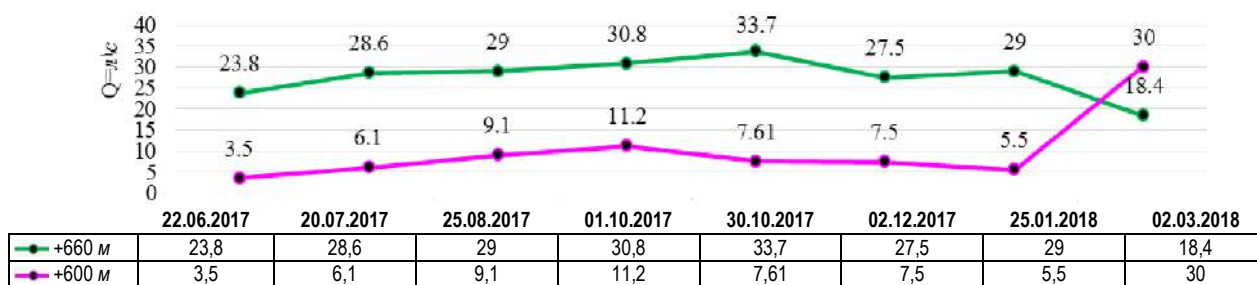


Рис. 2. Изменения расхода водопритоков в горные выработки. Горизонт +660 м, +600 м

По данным режимных наблюдений, скважина 1305 расположена на юго-западе от шахты 1 на 1000-1500 м, уровень подземных вод изменяется от 41,0 до 62,0 м.

На горизонтах +780 м, +720 м, +660 м, +600 м по шахте 1, наблюдения за общими водопритокама составляют от 35,7 до 136,0 л/с.

На горизонтах +660 м, +600 м, по шахте НТС-5Г, в период наблюдений в 2017 г. водоприток составил: горизонт +660 м от 23,8 (июнь) до 18,4 л/с (март); горизонт +600 м от 3,5 (июнь) до 30 л/с (март) (рис. 2) [5].

Гужумсайское месторождение по степени сложности гидрогеологических условий, согласно классификации Плотникова Н.И. относится к категории средней сложности, что обусловлено и мощной тол-

щей покровных обводненных неоген-четвертичных отложений, наличием многочисленных тектонических нарушений, преимущественным распространением трещинно-грунтовых и трещинно-жильных вод, близостью поверхностного водотока.

В обводнении подземных горных выработок участвуют, в основном трещинные и трещинно-жильные воды палеозойских пород. Грунтовая вода неоген-четвертичных отложений тоже участвует в обводнении горных выработок, но в силу низких значений коэффициентов фильтрации коренных пород, несмотря на существенные запасы грунтовых вод, поступление их в горные выработки ограничено. Она поступает главным образом через зоны тектонических нарушений, обладающих более высоким коэффициентом фильтрации [6].

На Гужумсайском месторождении в основном развиты тектонические трещины. Кроме того, имеются трещины разгрузки и искусственного происхождения. Тектонические трещины представлены трещинами отрыва, они круто наклонные, вертикальные, способствуют образованию вывалов (рис. 3).

Большая часть их выполнена кварцем, хлоритом, окислами железа или перетертым материалом. Искусственные (техногенные) трещины возникли под влиянием взрывных работ и горного давления. Они обычно пологие, горизонтальные с углом падения 40-45°.

По результатам замеров трещиноватости построены гистограммы. В подземных горных выработках шахты 1 горизонта +720 м, на гистограмме выделены четыре системы трещин:

I – азимут падения 10-60°; II – азимут падения 80-140°; III – азимут падения 180-280°; IV – азимут падения 310-360°.

Инженерно-геологические свойства горных пород, определяющие особенности значений прочностных показателей свойств, устойчивости и поведения в горных выработках.

Анализ и обобщение и комплексного изучения гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождения, позволяет установить и выявить увеличение водопритока в подземных эксплуатационных добычных и штольневых горизонтах, заблаговременно принять необходимые меры безопасности при горнопроходческих работах в горно-добычном массиве [7].

При подземной разведке и разработке месторождений полезных ископаемых широкое развитие получили образования обрушения и вывалы. Обрушения относятся к горизонтальным и наклонным горным выработкам и образуются в результате обрушения кровли горных выработок, которые формируются в куполообразной форме.

Провалы воронки формируются в неглубоко залеженных горизонтальных горных выработках, проходящих вдоль зоны дробления разломов, круто залегающих рудных тел и при наличии разломов в верхних частях. В отработанных рудных зонах образуются воронки обрушения, при дальнейшем развитии которых в более глубоких горизонтах проходит проседание отдельных блочных структур. Ослабленными зонами являются тектонические разрывы и крупные трещины, а также межконтактные прослои. Они в основном расположены вертикально или под косым углом относительно выработанного пространства.

На поверхности месторождения развиваются различные виды деформаций и типы смещения. Это провалы горных пород, воронки обрушения взаимосвязаны, они могут развиваться последовательно.

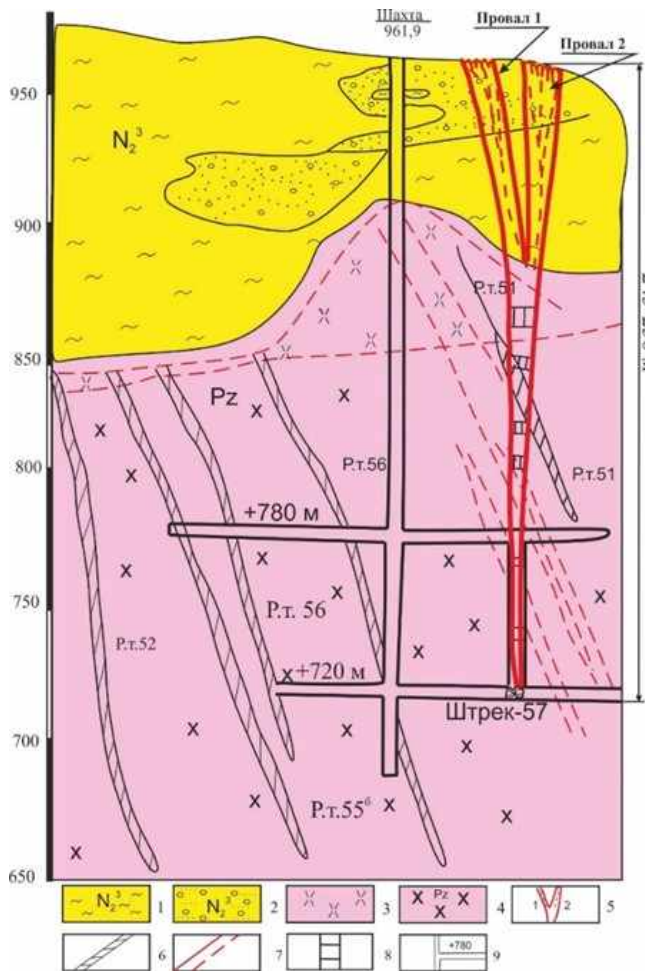


Рис. 3. Геологический разрез месторождения Гужумсай при подземной разработке (составлен с использованием материалов Зармитанской ГРЭ за 1981-1997 гг.): 1 – глины, алевролиты и их возраст; 2 – гравелиты мелкогалечные и их возраст; 3 – кора выветривания граносиенитов; 4 – граносиениты; 5 – провальная воронка; 6 – рудное тело и его номер; 7 – зоны тектонических нарушений; 8 – очистное пространство руды; 9 – горная выработка

Провалы горных пород формируются на тех участках, где горные выработки заложены на небольших глубоких горизонтах вдоль зон дробления разломов над верхней частью отработанных жильных зон, в результате чего образуются воронки обрушения. Дальнейшее развитие которых, расположенных в пределах разрывных нарушений приводит к формированию в глубоких горизонтах провалов конусообразной формы.

17 июня 2017 года в районе шахты 1 месторождения Гужумсай в 300-400 м, проявилась провальная воронка. Признаком проявления которой, явилось первоначальное образование трещин на поверхности в толще лессовидных суглинков охвата диаметром 30-35 м, глубиной захвата до второго горизонта 245-250 м.

Со временем, за пределами воронок началось образование дугообразных трещин, со временем устье воронок начало обрушаться. Выявление и оценка условий формирования существующей провальной воронки, места ее развития, а также изучение геолого-тектонического блочного строения рудной зоны и других участков в целом, дает возможность полагать, что в аналогичных участках при отработке в процессе горно-добычных работ возможны проявления крупных деформаций в виде внезапного проседания большого объема по площади породных масс.

18 сентября 2018 г. образовалась вторая провальная воронка на расстоянии 10-15 м, а первая провальная воронка расширилась на 35-40 м (рис. 4) [1].

Диаметр второй воронки составил 45-50 м, с глубиной захвата до 240 м.

Наблюдения и изучения провальной воронки по состоянию на 18.04.2019 г. показали расширение на 2-3 м, диаметр составил 40-43 м (рис. 5). Вторая провальная воронка расширилась на 4-5 м, диаметр составил 55-65 м на расстоянии 6-8 м.

Технология разработки данного участка осуществляется камерно-столбовой системой с оставлением целиков без закладки выработанного пространства для отработки межблоковых целиков, их разрыхляют с помощью взрыва.

Такая система отработки вызывает в массиве перераспределение напряжений, которые в зависимости от глубины и размеров горных работ, неоднородности массива и сложного геолого-тектонического строения благоприятствуют образованию провальной воронки, а причиной являются массовые взрывы и землетрясения, а также участки провальных воронок непосредственно расположены в зоне тектонических нарушений, которые залегают почти вертикально 70-80° [9].

Таким образом, оценка условий формирования существующих провальных воронок, места их развития, а также изучение геолого-тектонических условий рудной зоны и других участков, в целом дает возможность полагать, что на аналогичных участках при отработке в процессе горно-эксплуатационных работ возможно подобное проявление крупных деформаций в виде провалов пород поверхности месторождения.

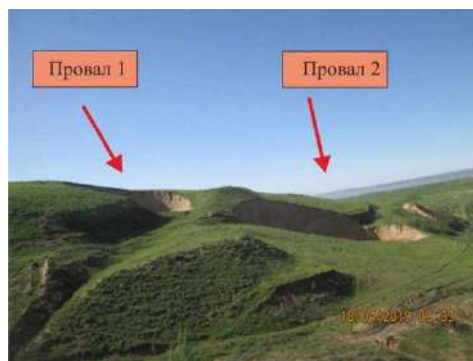


Рис. 4. Видимость на поверхности (по состоянию на 18.04.2019 г.)



Рис. 5. Общий вид, провальная воронка (по состоянию на 18.04.2019 г.)

Главной причиной образования провальной воронки является действие динамических сил от взрыва и работ горнотранспортных средств, а также разгрузки вышележащих литологических разностей пород и снятие упора горнопроходческими работами.

Анализ и обобщения показывают, что горизонт +660 м, общий водоприток по состоянию на 22.06.18 г. составил 23,8 л/с, а 02.03.18 г. расход воды уменьшился до 18,4 л/с. Начиная с горизонта +600 м транспортно-наклонной штольни водоприток расхода воды увеличен до 30 л/с, за счет наклонности проведения горно-проходческих работ.

В заключение необходимо отметить, что время и место проявления провальных воронок совпадает с отработкой межблоковых целиков и их разрыхлением с помощью взрыва.

На обводненность месторождения существенную роль оказывают разрывные нарушения, получившие широкое развитие на площади месторождения, крупные тектонические нарушения, пересекающие скальные палеозойские породы обычно сопровождаются зонами дробления и брекчирования и служат проводниками между водоносными комплексами неоген-четвертичного возраста палеозоя.

Библиографический список:

1. Мирасланов М.М., Закиров М.М. Инженерно-геологические процессы, развитие на месторождениях твёрдых полезных ископаемых Узбекистана: оценка и прогноз. – Ташкент: ГП "Институт ГИДРОИНГЕО", 2015 г. – 166 с.
2. Исоков М.У., Зималина В.Я., Колоскова С.М. Условия размещения золотого оруденения, методика и достоверность разведки на примере месторождения Гужумсай. – Ташкент: ГП НИИИМР, 2013 г. – С. 5-25.
3. Мирасланов М.М., Закиров М.М. Инженерно-геологические процессы, развитие на месторождениях твёрдых полезных ископаемых Узбекистана: оценка и прогноз. – Ташкент, 2015. – 166 с.
4. Абдурахманов Б.М., Курбанов Э.Ш. Анализ и оценка гидрогеологических исследований глубоких горизонтов золоторудного месторождения Гужумсай. Вестник НУУз. – №3/2, 2019. – С. 273-276.
5. Абдурахманов Б.М., Ахунжанов А.М., Курбанов Э.Ш. Гидрогеологические основы по водопонижению, предупреждению и ликвидации водопритоков в горные выработки при освоении месторождений (на примере глубоких горизонтов месторождения «Гужумсай»). Роль науки и практики в усилении устойчивости и актуализации управления рисками проявления экзогенных геологических процессов. Материалы Международной научно-практической конференции, 10-11 октября 2019 г. – Ташкент, 2019 г. – С. 123-125.
6. Курбанов Э.Ш. Ғужумсой олтин конининг гидрогеологик ва муҳандис-геологик шароитини ўрганиш ва таҳлил қилиш. "Табиий глобал ўзгаришларнинг ва техноген шароитларнинг гидрогеологик, муҳандис-геологик ва геоэкологик жараёнларга таъсири: натижалар таҳлили ва ривожланиш башоратлари" Халқора конференция материаллари. – Тошкент, 12 октябр 2018 й. 138-141 б.
7. Курбанов Э.Ш. "Роль гидрогеологических и инженерно-геологических факторов осложняющие разработки глубоких горизонтов месторождения твердых полезных ископаемых". Слёт молодых специалистов Геологической отрасли Республика Узбекистан. Сборник тезисов 2015 г. – С. 45-48.

ВУЛКАНИЗМ И ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ГОР АУМИНЗАТАУ



Амиров Э.М.,
заведующий отделом Института геологии
и геофизики им. Абдуллаева Х.М.,
Госкомгеологии РУз, PhD



Проценко В.Ф.,
заведующий отделом
ГП «Центральная лаборатория»
Госкомгеологии РУз, к.г.-м.н.

Maqola Auminzatau tog'larining janubiy-sharqiy qismida (Markaziy Qizilqum) birinchi marta topilgan magmatogen shakllanishlarni tavsiflashga bag'ishlangan bo'lib, ular qamrovchi uglerodli-terrigen jinslarni yorib chiqqan. Mineralogik va petrografik tadqiqotlar asosida ular vulqon kullarining tufli yotqizilari to'planishi natijasida hosil bo'lgan zich sementlangan (qaynagan) massalar nordon magmaning tufli hosilalariga mansub bo'lishi mumkin degan xulosa qilindi.

Tayanch iboralar: Auminzatau tog'lari, vulqon, dayklar, mineral-petrografik, magma, tuf, magmatik tog' jinslar, vulqon kuli.

Работа посвящена характеристике обнаруженных впервые магматогенных образований, обнаруженных в юго-восточной гряде гор Ауминзатау (Центральные Кызылкумы), которые локализируются в виде секущих тел, по отношению к вмещающим углеродисто-терригенным породам. На основе минералого-петрографических исследований сделан вывод о возможной их принадлежности к туфогенным образованиям кислой магмы, типа плотно спёкшихся (сваренных) масс, сформированных в результате накопления туфового осадка из палящих туч.

Ключевые слова: горы Ауминзатау, вулканизм, дайки, минералого-петрографический, магма, туф, магматические горные породы, вулканический пепел.

Западный Узбекистан по научным обобщениям результатов поисковых и разведочных работ получил характеристику одной из крупнейших рудно-минералогических провинций. Основы представлений о геолого-генетических соотношениях рудных концентраций золота, вольфрама и других металлов с основными геологическими процессами в её пределах заложены Хамрабаевым И.Х. [1]. Дискуссия по вопросам генетических соотношений месторождений золота и вольфрама с основными геологическими процессами продолжается. Выявлены факты, свидетельствующие как в пользу постмагматического гидротермального формирования руд золота в связи с конкретными интрузиями гранитоидов или комплексами даек [2], так и в пользу додайкового и доинтрузивного магматизма [3-5]. В результате: в обобщениях фактических материалов по рудогенезу в Центральных Кызылкумах все чаще приводится вывод о полигенности и полихронности рудных концентраций золота, вольфрама и сопутствующих химических элементов на большинстве крупных месторождений. Локализация подавляющего количества золоторудных месторождений в этом регионе в породах черносланцевых толщ теперь уже признана большинством геологов. Продолжающиеся поиски и разведка рудных объектов на новых площадях подтверждают справедливость таких выводов. Однако в вопросах об источниках металлов, механизмах их экстракции из пород рудофокусирующих осадочно-метаморфических толщ, конкретных интрузивных массивов или мантии диспут даже обострился.

Крупномасштабное картирование показало высокую насыщенность домезозойских образований Западного Узбекистана разнородными и разновозрастными дайками. В виде поясов, пучков и роёв они выявлены во всех горных сооружениях, участвуют в строении Кокпатавского, Мурунтавского и других рудных полей, пересекая рудные тела с проявлениями главных в рудогенезе минеральных парагенезисов [6]. Одной из слабо освещённых проблем рудогенеза в черносланцевых толщах остается роль вулканогенных пород (пирокластических, в особенности) в их составе. Их высокая значимость в создании концентраций золота показана в работах [3, 4]. Ауминза-Бельтауский рудный пояс не является исключением из этих

общих для Западного Узбекистана хронологических и генетических соотношений даек и оруденения.

Здесь магматические породы представлены Ауминзинским и прибрежным Мингчукурским массивами захудуджского гранит-гранодиоритового комплекса Р₁. Шохетауским штоком лейкократовых гранитов и южноауминзинским габбро-диабазовым телом кульджуктауского габбро-гранитного комплекса. Результаты их изучения в последние годы отражены в работе [7].

Породами, вмещающими интрузивы, являются метаморфизованные вулканогенно-осадочные образования, представленные метабазитами, метатупфами, кварцитами, кремнистыми сланцами, известняками, доломитами кургантауской (O₁kr) свиты, углерод-кремнистыми сланцами, песчаниками, алевролитами, слюдистыми сланцами, туфоандезитами с линзами известняков рохатской (O₁²-O₂rh) свиты [8].

Дайковый комплекс представлен жильными телами кварцевых порфиров, аплитов, диоритовых и диабазовых порфиритов, лампрофиров. Мощность даек варьирует от 0,3 до 5 м. Простираение их меридиональное и северо-западное. В пределах Южного окончания Ауминзатау и гряды Акмамбет дайки диабазовых порфиритов и лампрофиров имеют мощность 0,5-3,0 м и преимущественно северо-восточное простираение при вертикальном падении.

На месторождении Аджибугут дайки широко распространены по всей площади. Здесь они представлены лейкократовыми аплитовидными гранит-порфирами, локализованными преимущественно в рудоконтролирующих зонах широтного простираения. Дайки этой группы интенсивно окварцованы, содержат вкрапленность сульфидов (пирит, халькопирит) в пределах зон смятия. В отдельных пересечениях в них устанавливаются содержания золота от 0,2 до 1,8 г/т, серебра – до 63,9 г/т. Изменения пород характерны березитам и эйситам. Вторую группу даек представляют диоритовые порфириты, порфировидные мелкозернистые диориты, диабазы и лампрофиров. Их тела ориентированы диагонально и поперечно к рудоконтролирующей зоне и имеют северное, северо-западное и субмеридиональное простираение (рудопроявление Давон, северо-западный контакт

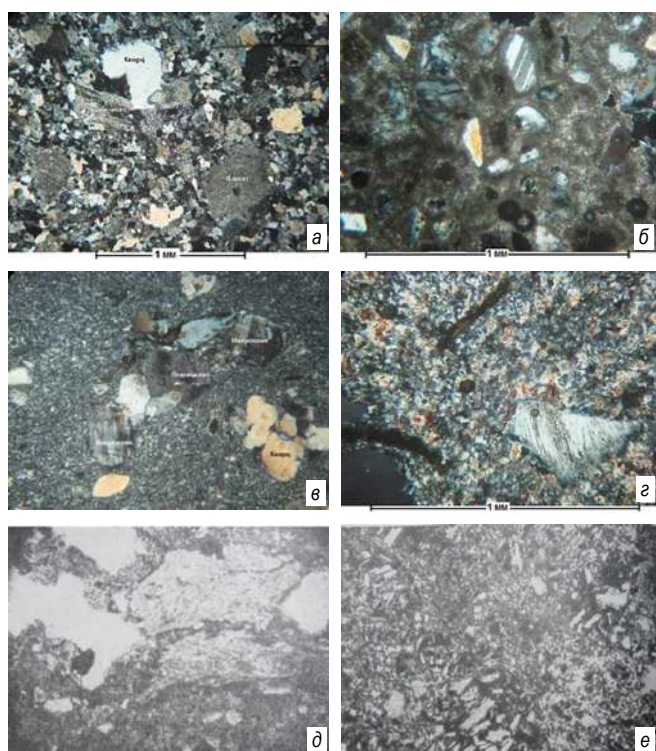


Рис. 1. Структурно-текстурные особенности плотно спёкшихся пирокластических туфов гранитоидной магмы: а - з – неравномернозернистые плотно спёкшиеся туфы в дайкоподобных телах игнибритов на участке Акмамбет; д – «рваный» облик крупных обломков с признаками образования фьяме [9]; е – отложения агломератовых потоков в районе г. Гориса [11]

Алуминзинского массива, Кузубосай и др.). Мощность их 1,0-1,5 м, протяженность 20-50 м. Возрастные взаимоотношения между этими группами не установлены. В дайках второй группы золото не установлено. Изменения представлены слабовыраженным окварцеванием. В пределах месторождения Аджибугут дайки среднего и основного состава выполняют разрывы, ССЗ (340°) простирания и являются секущими по отношению к руде. Подобные взаимоотношения свидетельствуют о послерудном возрасте даек второй группы.

При изучении дайковых образований в юго-восточной гряде Ауминзатау на участке Акмамбет нами обнаружено, что в строении локализирующей их толщи распространены туфогенные образования кислой магмы типа плотно спёкшихся (сваренных) из туфового осадка палаящих туч, прямо указывающих на связь даек первой группы с

вулканизмом магм кислого состава. Только детальные минералогическо-петрографические исследования подобных образований по серии прозрачных шлифов (рис. 1) убеждает в их принадлежности к пирокластическим туфам. И, вероятно, многие из ранее описанных даек кислого состава первой группы представляли собой пласты плотно спекшихся туфов, резко отличающихся от соседствующих метапесчаников, метаалевролитов и сланцев не только по минеральному составу, но и по структурно-текстурным характеристикам. Только изредка в составе таких пластов обнаруживались мелкозернистые туфопесчаники с хорошо сохранившимися обломками (до клиновидных) кварца, полевых шпатов, кремнекварцитов, кислого стекла (рис. 1 б, г, д, е). Характерен «рваный» облик крупных моно- и полиминеральных зёрен, представленных в резко неравномерно зернистых туфах нередко обломками мелкозернистого гранита с характерной для него гипидиоморфнозернистой структурой (рис. 1 в). Идеальная сохранность зёрен практически неизменённого плагиоклаза (рис. 1 а) – дополнительный признак геологически мгновенного их захоронения в плотно спёкшейся массе и полной изоляции от каких-либо растворов. Именно плагиоклазы (повышенной основности, в особенности) быстрее других минералов подвергаются серицитизации и вызванному ею окварцеванию. Об этом свидетельствуют как минералогическо-петрографические исследования пород в шлифах, так и минерально-химические реакции замещения плагиоклаза серицитом или маргаритом [4].

Следует обратить внимание и на контакты пластов игнибритов с другими осадочными породами в толще, кажушимися магматическими. Палящая туча геологически мгновенно оседает на сложно расчленённый рельеф склонов стратовулкана, где могут быть и глубокие промоины) овраги даже с вертикальными стенами. При их заполнении спёкшимся туфом и возникают дайкоподобные тела, секущие напластование ранее осевшего материала. Это один из наиболее вероятных способов формирования секущих дайковых образований горячим материалом палящих туч. Но и холодный пепел в определённых условиях может сформировать секущие тела с резкими контактами с вмещающей средой. «Из твёрдых продуктов вулканических извержений наиболее транспортабельными являются вулканические пеллы. Вулканический пепел образует в пролювиальных отложениях линзы протяжённостью обычно в несколько десятков метров и мощностью от 0,1 до 0,4 м. Они залегают в нижней части склонов и в руслах погребённых оврагов, имеют резкую нижнюю границу. Большая мощность при весьма чистом составе пелла и его резкой подошве объясняется скорее всего выпадением пелла зимой на снежный покров и его концентрацией при таянии снега во временных водоёмах» [11].

Специфичный гранитоидный состав кислой исходной магмы, быстрая изоляция обломков от соприкосновения с водой и воздухом – главные причины слабого проявления эпигенетических изменений и рудоносности мощных туфогенных игнибритовых толщ.

Библиографический список:

1. Хамрабаев И.Х. Магматизм и постмагматические процессы в Западном Узбекистане. – Т.: Изд-во АН УзССР, 1958. – 479 с.
2. Гаврилов А.М. Формы нахождения, особенности распределения и генезис тонкодисперсного золота в сульфидах месторождения Кокпатас (Зап. Узбекистан) и Бакырчик (Вост. Казахстан): Автореф. дисс. канд. г.-м. наук. – Москва, 1974.
3. Проценко В.Ф. Методические рекомендации по комплексному исследованию минерального состава рудных объектов. – Т.: ГП «ИМП», 2019. – 336 с.
4. Проценко В.Ф. Гипотезы и фактография рудогенеза в черносланцевых толщах. – Т.: ГП «НИИМР», 2012. – 264 с.
5. Бертман Э.Б. Минерально-геохимические парагенезисы и зональность месторождения Мурунтау. – Т.: ДАН УзССР, 1975. – №5.
6. Юдалевич З.А., Левченко И.В. Металлогенетическое значение даек Западного Узбекистана // Зап. Узб. Отд. Всесоюзного минералогического общества №34. – Т.: «Фан», 1981. – С. 201-207.
7. Миркамалов Р.Х., Ванесян Г.А., Чирякин В.В., Омонов Х.А. Тектоническая структура домезозойского складчатого основания гор Ауминзатау, Бельтау, Джетьимтау // Геология и минеральные ресурсы, 2014, №6. – С.3-12.
8. Карабаев М.С. Сравнительная характеристика минеральных парагенезисов золото-редкометалльного и золотосеребряного оруденения гор Букантау и Ауминзатау // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2016. – №3. – С. 45-48.
9. Малеев Е.Ф. Семейчинские игнибриты и проблема туфолава // Вулканические фации Камчатки. – М.: «Наука», 1969. – С. 91-104.
10. Малеев Е.Ф. Агломератовые пирокластические потоки // Вулканические фации Камчатки. – М.: «Наука», 1969. – С. 5-34.
11. Ремизов И.Н., Ковалёв П.В., Борисенко Ю.А. Четвертичные вулканические пеллы Левобережной Украины // Вулканизм и формирование минеральных месторождений в Альпийской геосинклинальной зоне (Карпаты, Крым, Кавказ). – Новосибирск: «Наука». Сб. Отд., 1973. – С. 11-14.

МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЛИ В СОВРЕМЕННЫХ ОЗЕРАХ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ



Шарипов Ш.Ф.,
докторант Навоийского отделения
АН Республики Узбекистан



Мирзаев А.У.,
председатель Навоийского отделения АН
Республики Узбекистан д.г.-м.н., профессор

Ushbu maqolada Markaziy Qizilqumning tuzli ko'llari to'g'risidagi ma'lumotlar keltirilgan, hududning o'rganilganlik tarixi va sharhli xaritasi tavsiflangan. Lalyakan va Mulali ko'llarining geologik bo'limlari keltirilgan. Lalyakan va Mulali ko'llari suvlarining kimyoviy tarkibi tahlil qilindi. Bu hududda qo'shimcha geologik qidiruv ishlarini olib borish zarurligi isbotlangan.

Tayanch iboralar: *miniral tuzlar, geologik qirqim, mineral, karbonat, geologik xarita, geologik qidiruv ishlar, kimyoviy tahli, Mutlaq balandlik.*

В материале приведена информация о соленосных озерах Центральных Кызылкумов, описана история изученности района и представлена обзорная карта территории. Представлены геологические разрезы озер Лявлякан и Мулалы. Проведен анализ химического состава вод озер Лявлякан и Мулалы. Обоснована необходимость проведения дополнительных геологоразведочных работ на данной территории.

Ключевые слова: *минеральные соли, геологический разрез, минерал, карбонат, геологическая карта, химический состав, Абсолютная высота.*

Минеральные соли находят широкое применение в народном хозяйстве. Так, например, применение поваренной соли и ее продуктов находит место в 1500 производствах. Также широко применяются хлоридные, сульфатные, карбонатные, бикарбонатные и другие соли.

Минеральные соли – это породы, состоящие из водорастворимых минералов, выпадающих при испарении воды в открытых водоёмах (галогеенные эвапориты).

Месторождения минеральных ископаемых прошлых и современных солей отличаются многообразием химического состава, геологического строения и условиями образования.

На территории Центральных Кызылкумов, развита антропогенная галогенная формация котловинного типа. Здесь установлены современные соленосные озера, Лявлякан и Мулалы, в которых происходит формирование природных минеральных солей. Озера в разные годы были обследованы довольно многочисленными исследователями, в том числе Леоновым В. (1896), Ефимовым А.Д. (1928), Бергманом А.Г. (1935, 1946) Дзенс-Литовским А.И., Дружининой И.Г., Просоедовым И.К., Рабковой З.К. (1960) и др. В опубликованных и фондовых работах имеются сведения по строению и химическому составу озера. Однако минеральный состав солей оставался неосвещенным.

Минеральные соли озера Лявлякан. Озеро Лявлякан расположено в Канимехском районе, Навоийской области в 100 км на север, северо-восточнее г. Канимех и на таком же расстоянии восточнее г. Тамды (рис. 1).

Всего отмечается три наиболее крупных озера: на юго-западе Лявлякан I размером 0,5×4 км., севернее Лакмагон 0,8×0,9 км и восточнее озера Большой Казган 1,3×1,5 км.

К концу лета озера пересыхают. Донные осадки озер сложены следующими солями: галитом, астраханитом, в меньшей степени мирабилитом, эпсомитом, глауберитом.

Восточнее озера Лявлякан I расположены небольшие озера (размером примерно 150×200 м), обозначенные как Лявлякан II, III, IV, VI и VII. Наиболее крупное из них - озеро Лявлякан V имеет размеры 200×300 м (рис. 2).

Абсолютная высота зеркала озера Лявлякан I равна 193 м., прилегающие всхолмленные возвышенности, имеют высоту 30-50 м.

Мощность солей на отдельных озерах небольшая, 2-3 м., на озерах Лявлякан II, III, IV, V, VII от 3 до 6,7 м (на озере V). Коренные глины под озерными осадками лишь на двух озерах Лявлякан III и V.

На остальных озерах обычно под иловыми озерными осадками залегает значительной мощности толща песков (на озере IV более 8 м). Там, где вскрыты коренные палеогеновые породы, мощность песков 20-150 см. [1]

Илы на озерах чаще залегают ниже солей или переслаиваются с ними. Наибольшая мощность илов отмечена на озере Лявлякан III, где она равна 1 м. Илы почти всегда содержат включения кристаллов соли – галита, астраханита, гладберита.

Все соляные озера окружены кольцом песчаных барханов, из которых у южных берегов вытекают родники, питающие озера.

Водно-солевое питание озер осуществляется за счет грунтового потока движущегося ниже палеогеновых глин с востока на запад.

Озера располагаются на продолжении Арнасай-Айдарского понижения, являющегося отмершей древне-сырдарьинской речной долиной, с которой до сих пор сохранилась гидрологическая связь. Соле-накопление происходит в котловине открытого типа.

Литологический состав озерных отложений следующий: на всех озерах, за исключением озера Казган IV, под рапой или сразу с поверхности озера лежит новосадка поваренной соли – галита, мощностью от нескольких см до 75 см (Лявлякан VIII).

Ниже галита на озерах залегает астраханит, загрязненный черным илом, который достигает мощности до 6 м. В Лявляканской группе озер в минеральном составе преобладает астраханит (кроме озера Лявлякан I), а также большую роль играет галит (рис. 2).

На озере Лявлякан I под рапой в центральной части озера залегает корка галита мощностью 0,2-0,5 м. В основании галита лежит слой астраханита. В галите присутствует примесь сульфата натрия и магния в количестве 15%. Группа мелких озер, расположенных восточнее озера Лявлякан, повсюду содержит мощную залежь астраханита, так в скв. №5, пробуренной в центре озера Лявлякан III до глубины 1,82 м, не достигли подошвы астраханитовой залежи. Кроме того, по данным анализов здесь присутствуют примеси галенита и эпсомита. Последний цементирует прозрачные кристаллы астраханита, имеющие размер от долей до 2-5 мм, реже более [2, 3].

Соляные залежи других озер – спутников имеют примерно такой же состав и строение.

В целом, на долю астраханита на озере Лявлякан V приходится 3,50 м; на долю илов – 2-3 м; на галит – 0,6 м и песок – 0,4 м.

Остальные озера Лявляканской группы – Казган и Лакмаган имеют преимущественно маломощную корку галита, под которой лежат илы. В рапе озера Казган имеется повышенное содержание брома – 525,7 мг/л.

На озерах Лакмаган, Казган, Лявлякан I, III и IV местным населением ведется промышленная добыча соли.

Соли на озерах не разведывались. Общие запасы их достигают 2-2,5 млн. т (Рубанов И.В., 1999 г.). Из них на Лявляканской группе озер около 1 млн. солей приходится на астраханит. Присутствие повышенных содержания брома и особенно бора свидетельствует о том, что группа Лявляканских озер является весьма перспективной (табл. 1).

Одним из ценных продуктов природных солей является бишофит. В Узбекистане бишофит представляющий большой практический интерес, был обнаружен Рубановым И.В (1991 г.) в Центральных Кызылкумах в районе Машиккудук, в озерах Лявляканской группы.

Бишофит - это водный хлорид магния $MgCl_2 \cdot 6H_2O$. Образуется из растворов выпадая одним из последних минералов и рапы соле-родного бассейна.

Бишофитовые растворы изучались в озере Лявлякан III (рис. 3). Соляная зелень представляет собой плоско-вогнутую (книзу) линзу галит-астраханитового состава мощностью 1,8-2,0 м и размером 200×300 м.

Соль плотная, но пористая (20-30%). Галит слагает преимущественно верхние слои 3-5 см залежи, остальное – астраханит медового

цвета, средне-кристаллический с сросшимися и отдельными кристаллами размером 1-2 см. Из рапы были отобраны пробы, их химический состав представлен в табл. 2 (по данным Рубанова И.В., 1991 г.) [4].

Проведено сравнение содержания солей в рапе по годам: 1960 г., 1984 г., 2016 г. Если в 1960 г. содержание $MgCl_2$ составляло 98%, а в 1984 - 61%, то в 2016 г. в озере Лявлякан III уже – 28,63%. В этом же году наибольшее содержание $MgCl_2$ характерно для озера Лявлякан II - 49,55% от общей суммы солей.

Химический состав и содержание минеральных солей зависит от притока атмосферных, грунтовых и подземных вод, а также от усло-

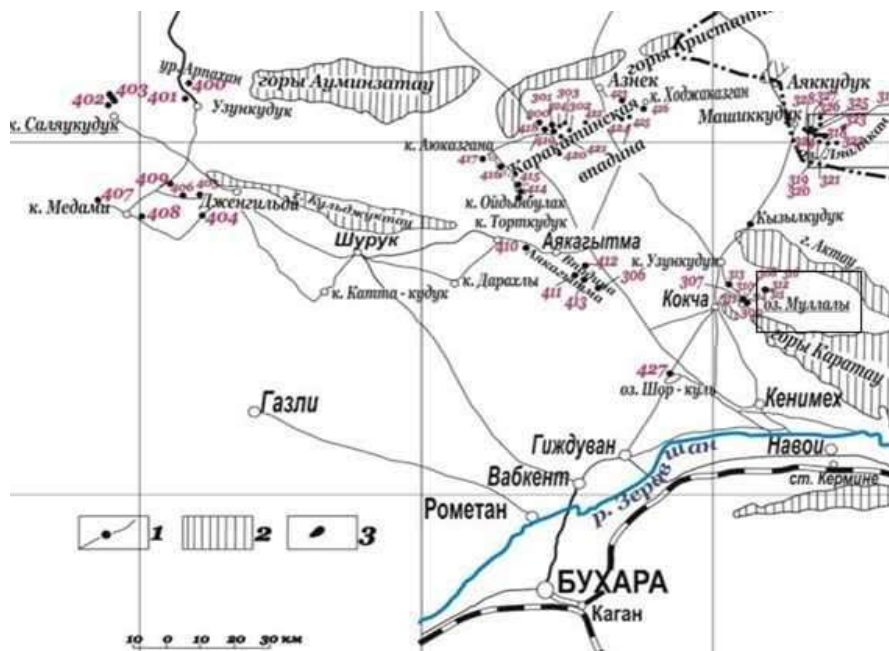


Рис. 1. Обзорная карта озера Лявлякан и Муллалы (по Рубанову И.В.): 1 – маршруты и точки наблюдения в зонах засоления; 2 – выходы палеозоя; 3 – соленые озера и месторождения (подчеркнуты); 4 – контур объекта

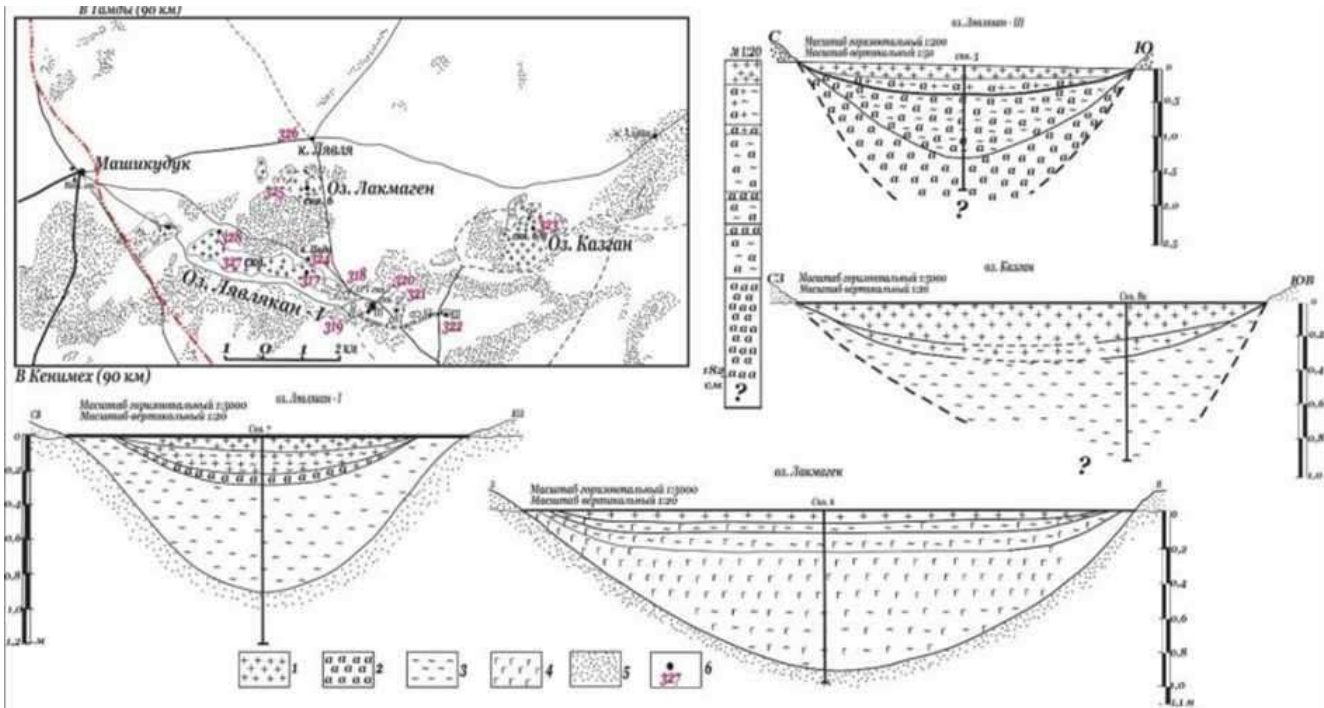


Рис. 2. Схема строения и расположения астраханита и галита на озере Лявлякан (по Рубанову И.В.): 1 – галит; 2 – астраханит; 3 – илы; 4 – гипс; 5 – песок; 6 – точки наблюдения

Химический состав рапы, донных солей и солей из добычных буртов озера Лявляканской группы

катионы	Состав рапы			Донные соли		Соли из добычных буртов		
	Озеро II	Озеро III	Озеро IV	Озеро III	Озеро IV	Озеро I	Озеро III	Озеро IV
Na	3,534	5,315	5,811	31,71	-	25,20	30,54	33,28
K	0,050	0,034	0,025	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Ca	-	-	-	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05
Mg	4,518	3,868	3,502	1,70	1,70	3,77	2,25	1,88
N H ₄	-	-	-	-	-	0,01	0,02	-
Итого:	8,102	9,217	9,338	32,53	-	29,37	32,93	35,22
анионы	Пр.II	Пр.III	Пр.IV	III-Л-2	IV-Л-2	I-Л-3	III-Л-3	IV-Л-4
Cl	14,295	14,239	13,745	51,41	51,41	37,67	46,38	47,87
SO ₄	5,589	8,617	7,117	3,56	3,70	16,74	9,27	12,43
CO ₃	0,043	0,076	0,019	-	-	-	-	-
HCO ₃	0,01	0,01	0,048	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
NO ₃ /NO ₂	0,242	0,236	0,245	-	-	0,03/0,02	0,03/0,01	0,03/0
Итого:	20,174	21,378	21,144	55,07	55,23	54,47	56,75	60,34
Сумма	28,281	30,595	30,512	88,23	-	83,84	89,68	95,56
Состав солей								
Na Cl	8,740	13,323	14,570	76,54	76,54	43,90	66,60	69,83
KCl				0,04	0,04	0,04	0,04	
Mg Cl ₂	12,078	8,268	6,591	6,66	6,66	14,77	8,81	7,36
Na ₂ SO ₄				4,91	5,12	24,42	13,36	18,22
Mg SO ₄	7,004	8,542	8,918					
CaSO ₄				0,34	0,34	0,34	0,34	0,17
Na NO ₃	0,223	0,249	0,281					0,01
K NO ₃	0,129	0,088	0,065					0,03
Ca (HCO ₃) ₂				0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mg(NO ₃) ₂	0,012	0,012	0,058					
Mg CO ₃	0,060	0,106	0,024					
NH ₄ NO ₃				0,04	0,04			
Сумма	28,246	30,588	30,026					
влажность				9,41	9,20	14,51	9,10	2,70
J, мг/л	25,4	20,28	10,14	0,0003%	0,0005%	0,0005	0,0005	0,0005
Br, мг/л	1466,5	929,3	699,1	0,028%	0,023%	0,021	0,019	0,017
Br O ₃ , мг/л	239,8	170,4	76,5					
Н.о.				1,79	1,87	1,68	1,48	1,40
Сухой остаток, г/л	358,30	388,490	385,392					
Сумма				99,74	100,17	100,14	99,76	99,75

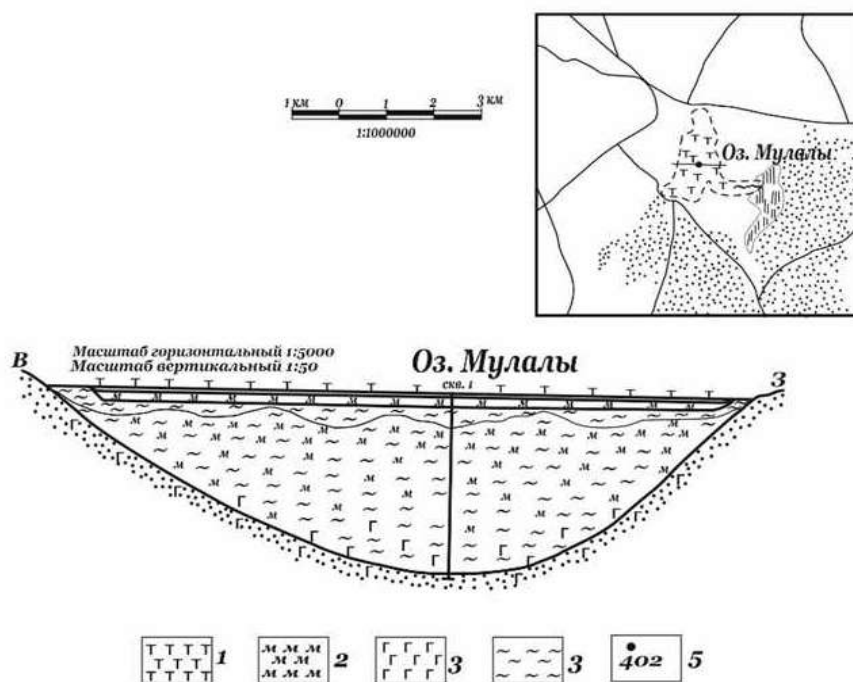


Рис. 3. Схема расположения и строения месторождений сульфата натрия на оз. Мулалы (по Рубанову И.В.): 1 – тенардит (пушонка); 2 – мирабилит; 3 – гипс; 4 – илы; 5 – точки наблюдения

вий испарений. Потому необходимы многолетние наблюдения, для выявления закономерностей размещения бишофита в озерах.

Минеральные соли озера Мулалы. Озеро Мулалы расположено в Канмехском районе, Навоийской области в 40 км на север от г. Канмех или в 65 км от ж/д станции Кермень (рис. 1).

Озеро Мулалы имеет овальную форму, вытянутую с севера на юг, более широкую в южной части. У северного конца находится отделенное перешейком в 100 м озеро – солончак Малое Мулалы.

Озеро лежит в котловине, борта которого возвышаются над поверхностью озера на 7-10 м (рис. 3).

В районе озера имеются выходы палеогеновых отложений, часто перекрытые барханными песками.

Длина озера Мулалы до 25 м, ширина до 1 км. Площадь озера Большое Мулалы – до 2,5 км², Малое Мулалы – до 0,5 км² [5, 6]

По происхождению, котловина озера является эрозионной древней долиной, закрытой с северной части и постепенно выклинивается к югу и юго-востоку. По берегам имеются четыре береговые террасы.

Таблица 2

Химический состав отложений озера Мулалы

№ п.п.	№ проб	4	5	7	8	9	10	29	30
		1			Точка 2				
1.	Ca	0,28	1,66	0,12	1,38	1,56	0,34	0,06	0,054
2.	Mg	0,04	0,26	0,02	0,19	0,26	0,06	0,12	0,603
4.	K	0,01	0,05	0,02	0,05	0,05,02	0,26	0,02	0,037
5.	Na	26,03	4,87	0,74	12,53	8,26	30,03	31,3	4,778
6.	сумма	26,72	7,29	0,90	14,15	10,13	30,96	31,42	5,472
7.	HCO ₃	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,058
8.	Cl	0,53	3,46	0,02	1,95	2,84	0,80	2,22	7,746
9.	SO ₄	54,40	10,54	1,91	27,66	18,20	62,65	62,55	1,992
10.	сумма	54,97	14,02	1,98	29,63	21,06	63,48	64,8	9,796
11.	ИТОГО	81,69	21,31	2,88	43,78	31,73	94,44	96,1	15,268
12.	Na Cl	0,59	4,3	-	2,16	2,25	0,96	3,92	9,816
13.	KCl	0,02	0,18	-	0,10	0,10	0,02	0,04	0,039
14.	Na ₂ SO ₄	79,48	9,74	1,98	36,05	21,41	91,47	23,32	2,821
15.	Ca (HCO ₃) ₂	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,077
16.	CaSO ₄	0,92	5,60	0,37	4,65	6,27	1,12	0,17	0,119
17.	Mg Cl ₂	0,16	1,02	-	0,74	1,02	0,23	0,47	2,362
18.	K ₂ SO ₄	-	-	0,40	-	-	-	-	-
19.	(N H ₄) ₂ SO ₄	-	-	0,29	-	-	-	-	-
20.	(N H ₄)Cl	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	-
21.	N H ₄	0,02	0,02	0,08	0,02	0,02	0,02	0,04	0,002
22.	S	0,17	0,22	0,12	0,30	<0,11	1,27	-	-
23.	J	0,25	0,0004	0,17	0,0006	0,0008	0,0008	-	-
24.	Br	0,025	0,0005	0,0006	0,0005	0,0005	-	-	-
25.	Сумма	81,99	21,61	2,85	44,13	32,35	95,17	98,56	152,36
26.	Влажность 105°С	0,60	3,86	2,26	4,98	3,19	0,68	-	-
27.	п.п.п. 900°С	16,60	5,12	17,99	13,0	15,90	3,10	1,07	-
28.	Н.о. 105°С	2,12	73,50	95,30	51,79	64,47	2,92	0,04	85,0
29.	Всего:	100,71	100,73	100,41	100,9	100,01	100,14	100,57	100,236

Доминирующую роль в питании озера играют подземные воды, которые попадают в озерную котловину, как со стороны берега, так и через донные иловые отложения.

На дне и по берегам озера во многих местах встречаются мелкие родники и выходы подземных вод. На поверхности озера развита

белая мучнистая или порошкообразная масса мощностью в 1-5 см, редко более (пухляк). Ниже корка белой или грязновато-белой соли мощностью от 5 см до 10-20 см [7, 8]. По данным Бергмана А.Г. (1934 г.) под солевой коркой залегает ил мощностью в 45 см, в западной части озера до 0,1 м.

Библиографический список:

- Бедер Б.А. К вопросу об изучении минеральных вод и соляно-озерных озер Узбекистана // Материал по гидрогеологии и инженерной геологии УзССР. Вып. 1, Комитет наук УзССР. – Ташкент, 1935. – 450 с.
- Бедер Б.А. Результаты рекогносцировочного обследования соляных озер Тускан, Мулалы и др. УзССР и КазССР. – Ташкент, 1946.
- Бергман А.Г. Краткие сведения о соленых озерах Мулалы, Алеули, Агитма, Чингильды, Султан-Санджар, Ходжали-Саят, Денгиз-Куль // Месторождения, геологическое строение, состав рапы, ориентировочные запасы солей, описание соляных куполов, 1934. – С. 55-61.
- Дзенс-Литовский А.К. «Почва окрестностей озера Мулалы», 1934. – 280 с.
- Мирзаев А.У., Плещенко И.В. Минеральные соли современных озер Центральных Кызылкумах // Актуальные проблемы геологии, геофизики и металлогении. Материалы научно-практической конференции, 2017 г. – С. 314-318.
- Рубанов И.В. «Современные солевые отложения Центральных Кызылкумов», 1961 г. – 71 с.
- Рубанов И.В. Неоген-антропогенные сульфатоносные образования. В кн. Плейстоценовые отложения Узбекистана. Изд-во: «Фан», УзССР, 1973 г.
- Рубанов И.В. и др. Хлор-магниевые растворы (бишофит) Лявляканских озер Кызылкумов – лечебное полезное ископаемое. Узбекский геологический журнал, № 5, 1991 г.

MINERAL SALTS OF MODERN LAKES OF CENTRAL KYZYLKUM

Sharipov Sh.F., Doctoral student.

Mirzaev A.U., chairman, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor.

Navoi branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

The material provides information about the saline lakes of Central Kyzylkum, describes the history of the study of the area and presents an overview map of the territory. Geological sections of lakes Lyavkan and Mulaly are presented. The analysis of the chemical composition of the waters of lakes Lyavkan and Mulaly was carried out. The necessity of carrying out additional geological exploration in this area is justified.

Keywords: Mineral salts, geological section, geological exploration, geological map, chemical composition, Absolute altitude.

References:

1. Beder B.A. On the study of mineral waters and salt-lake lakes in Uzbekistan // Material on hydrogeology and engineering geology of the Uzbek SSR. Issue 1, Committee of Sciences of the Uzbek SSR. – Tashkent, 1935. – 450 p.
2. Beder B.A. The results of the reconnaissance survey of the salt lakes Tuskan, Mulaly and others. UzSSR and KazSSR. – Tashkent, 1946.
3. Bergman A.G. Brief information about the salt lakes Mullaly, Aleuli, Agitma, Chingildy, Sultan-Sanjar, Khojali-Sayat, Dengiz-Kul // Deposits, geological structure, brine composition, approximate salt reserves, description of salt domes, 1934. pp. 55-61.
4. Zens-Litovskiy A.K. "Soil of the vicinity of Lake Mulaly", 1934. – 280 p.
5. Mirzaev A.U., Pleshchenko I.V. Mineral salts of modern lakes of Central Kyzyl Kumakh // Actual problems of geology, geophysics and metallogeny. Materials of the scientific - practical conference, 2017. 314-318 p.
6. Rubanov I.V. "Modern salt deposits of the Central Kyzylkum", 1961. – 71 p.
7. Rubanov I.V. Neogene-anthropogenic sulfate-bearing formations. In the book. Post-Paleozoic deposits of Uzbekistan. Publishing house "Fan", UzSSR, 1973.
8. Rubanov I.V. etc. Chlorine-magnesium solutions (bischofite) of Lalyakan lakes of Kyzylkum - medicinal minerals. Uzbek Geological Journal No. 5, 1991.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ И ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ



Государственное предприятие НГМК
Производственное объединение
"Навоийский машиностроительный завод"
www.ngmk.uz
Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879)227-62-14, 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78
E-mail: infonymz@ngmk.uz



УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД НА ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ № 2



Санакулов К.,
генеральный директор НГМК,
д.т.н., профессор



Адизов Л.А.,
директор ГМЗ-2 НГМК



Ткаченко Е.С.,
заместитель начальника
технологического отдела НГМК

Ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va tayyor mahsulot tannaxini pasaytirishning asosiy yo'nalishlari ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, qazib olish, shuningdek xom ashyodan foydalanishning murakkabligi yo'nalishidagi texnologik jarayonlarni takomillashtirishdir. Silliqlash, tortishish konsentratsiyasi, qalinlashuv, gidrometallurgiya jarayonlarini takomillashtirish bo'yicha GMZ-2da olib borilgan ishlar ko'rib chiqiladi. Qayta ishlangan rudadagi oltin miqdori kamayishi sharoitida texnik echimlarni amalga oshirish samaradorligi ko'rsatilgan.

Tayanch iboralar: *Muruntov koni, silliqlash, tortishish konsentratsiyasi, quyuqlashtiruvchi, flokulyant, tortishish qoldiqlari, sorbtsiya siyanidatsiyasi.*

Основными направлениями повышения эффективности производства и снижения себестоимости готовой продукции, являются усовершенствование технологических процессов в направлении повышения производительности, извлечения, а также комплексности использования сырья. Рассмотрены работы, проводимые на ГМЗ-2, по усовершенствованию процессов измельчения, гравитационного обогащения, сгущения, гидрометаллургии. Показана эффективность реализации технических решений в условиях снижения содержания золота в перерабатываемой руде.

Ключевые слова: *месторождение Мурунтау, измельчение, гравитационное обогащение, сгуститель, флокулянт, хвосты гравитации, сорбционное цианирование.*

В 1958 г. было открыто золоторудное месторождение Мурунтау, самое крупное из известных на Евразийском континенте. Добычные работы на месторождении ведутся с 1967 г. По данным аналитического центра Kitco месторождение Мурунтау в 2020 г. стало мировым лидером по добыче золота (56,7 т), опередив рудник Карлин в США (45,4 т) и российский рудник Олимпиада (34 т). Ресурсная база месторождения Мурунтау сохраняет позицию крупнейшего в мире золоторудника в ближайшие десятилетия.

Переработка золотосодержащих руд месторождения Мурунтау осуществляется по гравитационно-сорбционно-безфильтратной технологии на Гидрометаллургическом заводе № 2 (ГМЗ-2), введенном в эксплуатацию в 1969 г.

В структуре производства золота Навоийского ГМК ГМЗ-2 занимает ведущее место [1]. На заводе осуществляется законченный цикл переработки руды от дробления до аффинажа с получением слитков золота чистотой 999,9%, соответствующих стандарту «London good delivery». Принципиальная схема переработки руд на ГМЗ-2 показана на рис. 1.

Содержание золота в перерабатываемой руде за последние 20 лет (рис. 2) постоянно снижается, данная тенденция будет продолжаться ещё несколько лет. В этой связи обеспечение достигнутого уровня выпуска золота является весьма актуальным вопросом, решение которого может обеспечиваться за счет реализации технических решений направленных на усовершенствование технологических процессов и аппаратного оформления схемы переработки в направлении *повышения производительности и извлечения золота*, которые в свою очередь определяют улучшение экономической эффективности работы предприятия и снижение себестоимости выпускаемой продукции.

Анализ рис. 2 показывает, что содержание золота в перерабатываемой руде снизилось более чем в 2 раза (с 2,57 до 1,25 г/т), при этом резкого снижения извлечения золота не произошло, а с 2019 г. обеспечивается повышение извлечения золота при снижении его содержания в руде.

В настоящей публикации рассмотрен комплекс работ по повышению производительности завода и глубины извлечения золота, проводимых в последние годы.

Проектная производительность завода первой очереди (1969 г.) составляла 5 млн. т, на сегодня достигнутая производственная мощность завода составляет 47 млн. т в год, с прогнозным увеличением до 51 млн. т к 2022 г. (рис. 3).

Повышение производительности завода в 2009-2018 гг. без расширения парка измельчительного оборудования обеспечивалось за счет:

- сокращения времени ремонтов и аварийных простоев мельниц. Фактический коэффициент использования оборудования (КИО) мельниц ММС был увеличен с 0,892 (2009 г.) до 0,936 (2018 г.), для мельниц МШЦ данный показатель составляет 0,876 и 0,947 соответственно;
- снижения крупности исходной руды питания мельниц по классу +100 мм с 19% (1997-2017 гг.) до 9% (2018 г.) за счет совершенствования технологии ведения добычных работ;
- внедрения автоматизированных систем управления мельничных блоков (GrindEXPERT) на базе платформы «NeuroModel», которая позволила оптимизировать ведение процесса измельчения [2].

В 2018-2019 гг. для повышения производительности рудоподготовительного передела завода разработана и внедрена усовершенствованная схема измельчения, предусматривающая замену насосов во второй стадии измельчения на более производительные и установку дополнительных гидроциклонных установок. При этом повышение производительности обеспечивается путём оптимизации циркулирующей нагрузки мельниц II стадии и обеспечения номинальной нагрузки на классификатор, за счет перераспределения песков гидроциклонов в необходимом соотношении.

Проведенная модернизация 26-ти мельничных блоков позволила повысить производительность по переработке руды на ГМЗ-2 с 38,8 до 41,2 млн. т в год (на 2,4 млн. т в год).

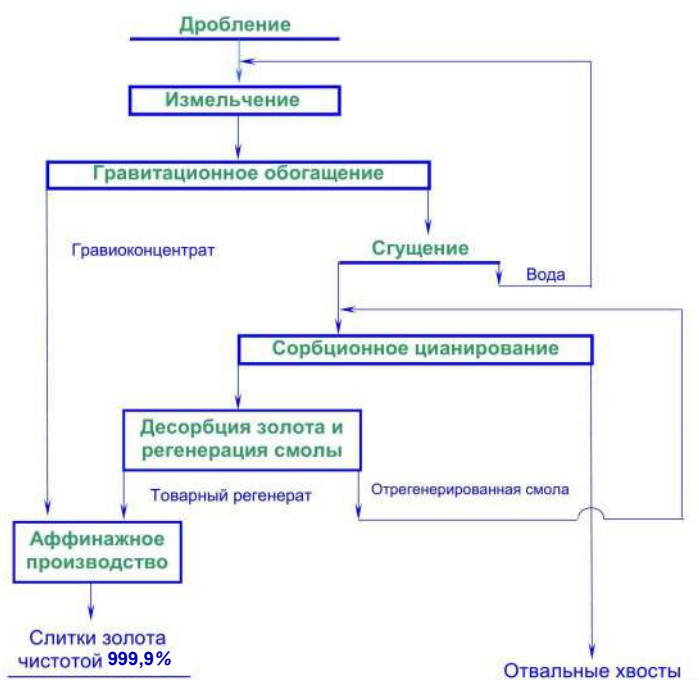


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема переработки руд на ГМЗ-2

В 2018 г. выполнено ТЭО проекта «Расширение перерабатывающих мощностей ГМЗ-2» обеспечивающего увеличение производственной мощности ГМЗ-2 до 50 млн. *t* в год. Данным проектом, включенным в инвестиционную программу развития комбината, предусматривается строительство пяти дополнительных высокопроизводительных мельничных блоков (по 2,4 млн. *t* каждый) на базе мельниц ММС90х30 и МШЦ 55х75. Апробация усовершенствованной схемы измельчения на 29-м и 30-м мельничных блоках пока-

зывает достижение производительности не менее 2,5 млн. *t* в год на каждом блоке, что учтено при проектировании 31-го и 32-го блоков.

Таким образом, внедрением усовершенствованной схемы измельчения обеспечивается производительность завода не менее чем 51 млн. *t* в год строительством четырех мельничных блоков (вместо запроектированных пяти), что позволяет существенно снизить затраты на реализацию проекта.

Цех сгущения включает в себя 25 сгустителей диаметром 50 м (общая площадь сгущения 49000 м²). Увеличение производительности цеха сгущения обеспечивается модернизацией сгустителей с установкой питающего колодца усовершенствованной конструкции, разработанной специалистами комбината (рис. 4).

Модернизация питающего колодца обеспечивает повышение производительности сгустителя с 1000 м³/ч до 1350 м³/ч (на 30-35%) за счет более эффективной флокуляции и авторыбавления питания; при этом удельная производительность сгущения увеличивается с 2,75 до 3,58 т/м²·сут.

Использование современных флокулянтов нового поколения позволяет значительно увеличивать скорость осаждения и интенсифицировать процесс сгущения.

К примеру, в 2019 году в условиях ГМЗ-2 проводились промышленные испытания флокулянта Налко 8172. При дозировке смеси флокулянтов ПАА (15 г/т) и Налко8172 (10 г/т) стабильно достигнута производительность по исходной пульпе 1500 м³/ч (337,2 т/ч по твердому), что соответствует удельной производительности сгущения 4,13 т/м²·сут. При этом обеспечивался уровень осветленного слоя 150 см и плотность сгущенной пульпы 1480 г/л (Ж:Т=0,92 или 52% тв.).

Таким образом, использование флокулянта Налко 8172 позволяет увеличить производительность реконструированных сгустителей в среднем на 15%, стабилизировать их работу, а также сглаживать колебания вещественного состава руд, за счет высокой эффективности флокуляции глинистых и шламистых пульп.

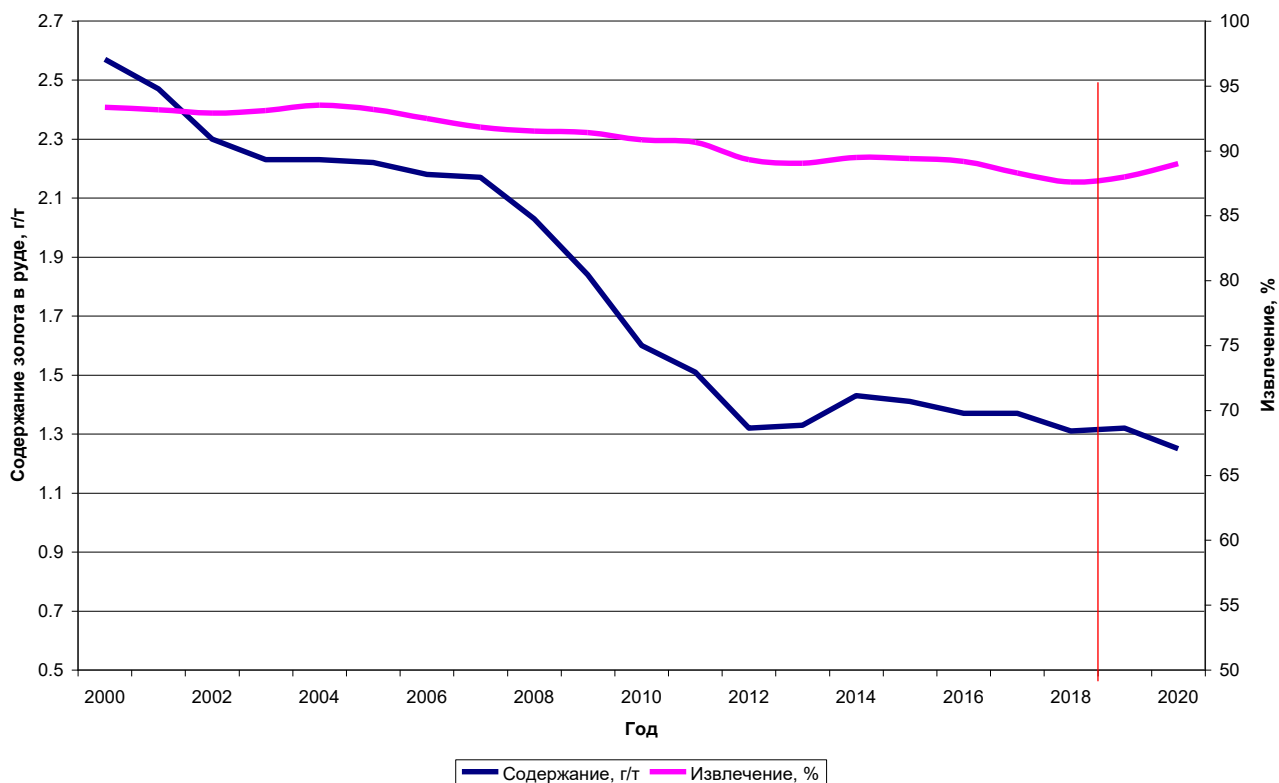


Рис. 2. Динамика изменения содержания золота в руде и общего извлечения

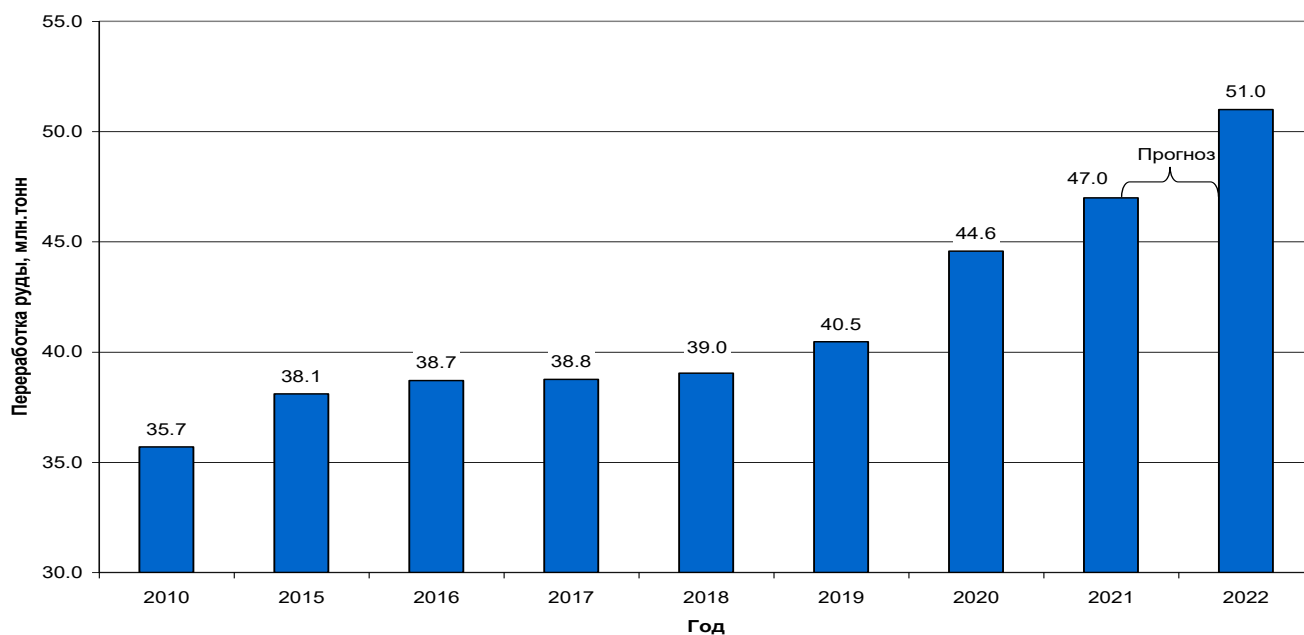


Рис. 3. Динамика наращивания перерабатывающих мощностей ГМЗ-2

Технология гравитационного обогащения, применяемая на ГМЗ-2, представляет собой отсадку и четыре перечистки концентрата отсадочных машин на концентрационных столах, с получением «золотой головки» – гравиконоцентрата с содержанием золота 50-60%. Извлечение золота в гравиконоцентрат от исходной руды составляет 20-25%.

К основным преимуществам применения гравитационного обогащения при переработке руд Мурунтау следует отнести:

- получение «золотой головки» перерабатываемой методом плавки и последующего аффинажа, что снижает себестоимость получения золота в сравнении со схемой сорбционного извлечения;
- в гравиконоцентрат извлекается крупное, трудноцианируемое, а также упорное золото, при этом снижается нагрузка на передел сорб-

ционного выщелачивания и требуется меньшая продолжительность процесса, при этом обеспечивается практически полное извлечение цианируемого золота;

- значительное снижение аккумуляции золота в аппаратах.

Соответственно, эффективность гравитационного обогащения предопределяет повышение общего извлечения при переработке руды, и усовершенствование этих процессов рассматривается в направлениях:

- повышения операционного извлечения при перечистке первичных концентратов и доведения их до «золотой головки»;
- разработки рациональной и комплексной технологии переработки хвостов перечистки гравитационных концентратов.

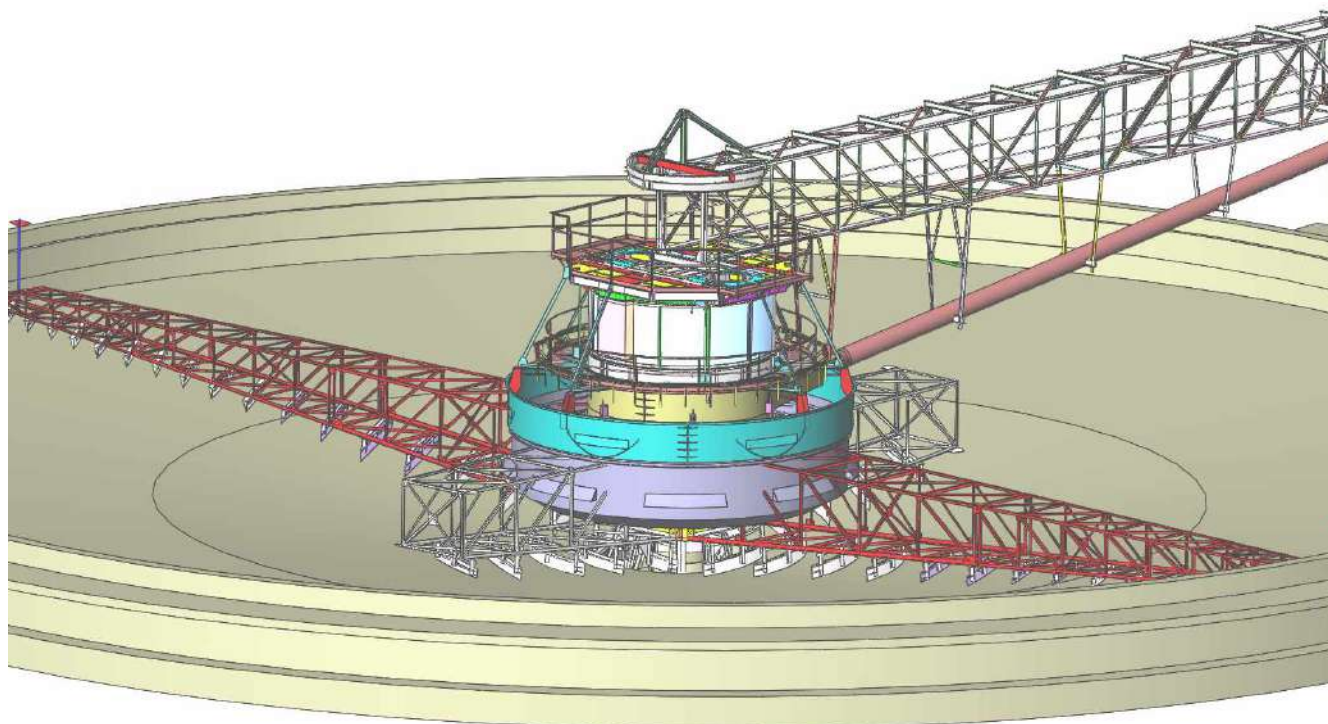


Рис. 4. Модернизированное загрузочное устройство слустителя Ц-50

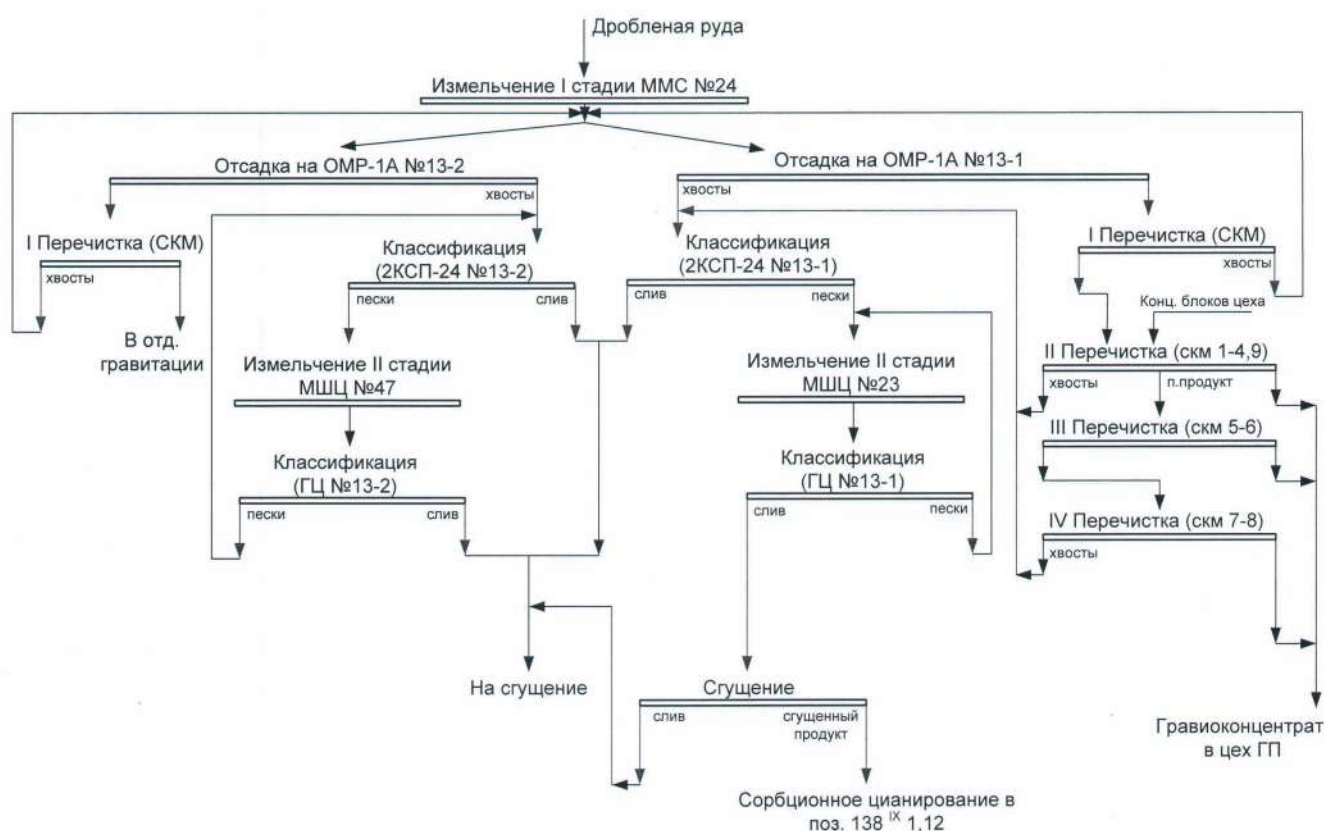


Рис. 5. Технологическая схема гравитационного обогащения и переработки хвостов перечистки гравиоконцентратов

Содержание золота в концентрате I перечистки, направляемом в закрытое отделение гравитации составляет в среднем 140-160 г/т, а его количество 12-13 т/ч. При перечистке концентратов по проектной схеме содержание золота в хвостах перечистки находилось в пределах 27-35 г/т, операционное извлечение при этом составляло 78-83%. Анализ результатов опробования узла гравитации позволил выявить недостаточную суммарную площадь концентрационных столов II, III и IV перечисток. Установка дополнительного концентрационного стола во II перечистке, а также объединение концентрационных столов III и IV перечисток в одну технологическую операцию позволило снизить содержание золота в хвостах гравитации до 8-10 г/т, обеспечив при этом операционное извлечение 93-95%.

По проектной схеме хвосты перечистки гравиоконцентрата объединялись с хвостами отсадки и перерабатывались по общей схеме сорбционного цианирования. Содержание свободного цианируемого золота в хвостах перечистки по данным рационального анализа составляет 98,9%. По результатам лабораторных исследований установлено, что при сорбционном цианировании хвостов перечистки в действующем режиме сорбции ГМЗ-2 (концентрация NaCN – 250 мг/л, время сорбционного цианирования 12 ч) извлечение золота не превышает 70%. Проведенной серией опытов определен оптимальный режим цианирования хвостов гравитации (начальная концентрация NaCN – 1000 мг/л, время сорбционного цианирования 18 ч), при котором обеспечивается практически полное извлечение цианируемого золота, составляющее 98,1%.

Таким образом, на основании проведенных исследований определена целесообразность переработки хвостов перечистки гравиоконцентрата в отдельном технологическом цикле с обеспечением оптимального режима цианирования данного продукта.

Усовершенствованная технологическая схема гравитационного обогащения и переработки хвостов перечистки гравиоконцентратов приведена на рис. 5. Аппаратурно данная схема реализована следующим образом: хвосты отделения перечистки гравиоконцентратов

измельчаются вместе с рудой в условиях мельничного блока №13, и подаются в классификатор 2КСП-24, пески которого направляются в мельницу МШЦ 36*55, работающую в замкнутом цикле с батареей гидроциклонов ГЦ-380, при этом их слив по отдельной линии направляется на сгущение и далее на интенсивное сорбционное цианирование в отдельно выделенные два сорбционных пачука объемом 450 м³ каждый; насыщенная смола из процесса направляется на регенерацию, а хвосты сорбции объединяются со сгущенной пульпой и перерабатываются по действующей схеме сорбционного цианирования, тем самым, обеспечивая более продолжительное выщелачивание.

Внедрение усовершенствованной схемы позволило обеспечить снижение содержания золота в отвальных хвостах завода с 0,15-0,16 г/т до 0,12-0,13 г/т, обеспечив при этом повышение общего извлечения при переработке руды в среднем на 2%, что позволяет получать дополнительный объем товарной продукции на сумму более 60 млн. долл. в год.

В табл. 1 приведен рациональный анализ питания и хвостов сорбции ГМЗ-2, который показывает, что действующий режим сорбционного цианирования обеспечивает извлечение 97,3% цианируемого золота содержащегося в питании сорбции, основные потери золота с хвостами сорбции связаны с тонковкрапленным в кристаллической решетке породообразующих минералов золотом, практически не извлекаемым даже при тонком измельчении.

Следует отметить, что комплексность переработки минерального сырья также способствует повышению экономической эффективности деятельности предприятия.

Так, содержание вольфрама в руде месторождения Мурунтау составляет 0,005-0,04%. При гравитационном обогащении руд минералы вольфрама (в основном шеелит) вместе с золотом извлекаются в первичные концентраты, после перечистки которых и получения «золотой головки» в хвостах концентрационных столов их содержание составляет 0,12-0,4%, что предопределяет возможность попутно

Таблица 1

Рациональный анализ питания и хвостов сорбции ГМЗ-2

Формы нахождения золота и характер его связи с рудными компонентами	Распределение золота			
	Питание сорбции		Хвосты сорбции	
	г/т	%	г/т	%
1. Свободное и в виде сростков (цианируемое)	0,75	86,2	0,02	16,7
2. Покрытое пленками оксидов и гидроксидов	0,01	1,1	0,01	8,3
4. Ассоциированное с сульфидами	0,02	2,3	0,02	16,7
5. Тонковкрапленное в породообразующие минералы	0,09	10,3	0,07	58,3
Итого:	0,87	100,0	0,12	100,0

го извлечения. При проведении комплекса лабораторных исследований разработана комбинированная гравитационно-флотационная схема попутного получения кондиционного вольфрамового концентрата, пригодного для производства ферровольфрама и вольфрамового ангидрида для твердых сплавов.

В настоящее время проводятся опытно-промышленные испытания и отработка оптимальных режимов извлечения вольфрама по данной технологии.

Таким образом, Гидрометаллургический завод № 2 является динамически развивающимся и конкурентоспособным на мировом рынке предприятием, обеспечивающим не только сохранение объемов выпуска золота, но и их наращивание, даже в условиях тенденции снижения исходного содержания золота в руде, повышая при этом степень извлечения, что дает все основания сохранить позиции флагмана промышленности Республики Узбекистан и мирового лидера производства золота на десятилетия вперед.

Библиографический список:

1. Навоийский горно-металлургический комбинат. История создания и развития / Под ред. С.Р. Ризаева. – Ташкент: «Шарк», 2002. – 480 с.
2. Санакулов К.С., Эргашев У.А., Ткаченко Е.С. «Усовершенствование схемы рудоподготовки на Гидрометаллургическом заводе №2» // Горный вестник Узбекистана, 2019. – №2. – С. 65-67.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, № 4 (87) pp. 51-55

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES FOR PROCESSING GOLD-CONTAINING ORE AT HYDROMETALLURGICAL PLANT № 2

Sanakulov K., General Director, Doctor of Technical Sciences, Professor.

Adizov L.A., Director of GMZ-2.

Tkachenko E.S., Deputy Head of the Technological Department.

Navoi Mining and Metallurgical Combine, Navoi, Uzbekistan.

The main directions of increasing production efficiency and reducing the cost of finished products are the improvement of technological processes in the direction of increasing productivity, extraction, as well as the complexity of the use of raw materials. The work carried out at GMZ-2 to improve the processes of grinding, gravity concentration, thickening, hydrometallurgy is considered. The efficiency of the implementation of technical solutions in conditions of a decrease in the gold content in the processed ore is shown.

Keywords: Muruntau deposit, grinding, gravity concentration, thickener, flocculant, gravity tailings, sorption cyanidation.

References:

1. Navoi Mining and Metallurgical Combine. History of creation and development / Ed. S.R. Rizaeva. – Tashkent: "Shark", 2002. – 480 p.
2. Sanakulov K.S., Ergashev U.A., Tkachenko E.S. "Improvement of the ore preparation scheme at the Hydrometallurgical Plant No. 2" // Mining Bulletin of Uzbekistan, 2019. – No. 2, pp. 65-67.

ПОЛУЧЕНИЕ ДВУОКИСИ ЦЕРИЯ ИЗ КОНЦЕНТРАТА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ ЭКСТРАКЦИИ



Петухов О.Ф.,
заместитель начальника ЦНИЛ
НГМК по урану и РЗМ, д.т.н.



Рузиев Б.Т.,
начальник ГТЛ по урану
ЦНИЛ НГМК



Курбанов М.А.,
заместитель главного инженера
РУ-5, PhD



Шарафутдинов У.З.,
заместитель начальника
ИЦ по ВНТ НГМК, д.т.н.

Tadqiqot maqsadi noyob yer elementlari gidroksidlari konsentratidan (SEO₂) seriy dioksidini olish texnologiyasini ishlab chiqish edi. Tadqiqotlar suyuqlikni ajratib olish usuli bilan o'tkazildi. Tadqiqotlar REE gidroksidlarining haqiqiy konsentratini yordamida amalga oshirildi. Asl konsentratdagi seriy miqdori 34,3% ni tashkil etdi. Dastlabki konsentrat nitrat kislota bilan eritildi. Ce (+3) ning Ce (+4) ga oksidlanishi pH = 6,5-7,0 da H₂O₂ yordamida amalga oshirildi. Ce⁺⁺ ekstraksiyasi 100% tributilfosfat (TBP. Reekstraktlardan Ce (CO₃)₂ ni cho'ktirish ammoniy karbonat bilan amalga oshirildi. Ce (CO₃)₂ 2 cho'kmasi filtrlanadi, yuviladi, quritiladi va kalsinlanadi. Yakuniy mahsulotdagi seriy dioksidining miqdori 93,5% (97,1% aralashmalar miqdori bo'yicha CeO) Bu mahsulotdan katalizatorlar tayyorlash uchun ham, istiqbolli Ce-Zn katalizatorlarini ishlab chiqarish uchun ham foydalanish mumkin.

Tayanch iboralar: seriy, seriy dioksidi, nodir yer elementlari konsentratini, suyuq ekstraksiya usuli, nitrat kislota, vodorod peroksid, tributilfosfat, texnologik sxema.

Цель исследований заключалась в разработке технологии получения двуокиси церия (CeO₂) из концентрата гидроокисей редкоземельных элементов (РЗЭ). Исследования проводились методом жидкостной экстракции. Исследования были проведены с использованием реального концентрата гидроокисей РЗЭ. Содержание церия в исходном концентрате составляла 34,3%. Растворение исходного концентрата осуществляли азотной кислотой. Окисление Ce (+3) в Ce (+4) проводили с использованием H₂O₂ при pH = 6,5-7,0. Экстракцию Ce⁺⁺ проводили с использованием 100% трибутилфосфата (ТБФ). Осаждение Ce(CO₃)₂ из реэкстрактов осуществляли карбонатом аммония. Осадок Ce(CO₃)₂ отфильтровывали, промывали, сушили и прокаливали. Содержание двуокиси церия в конечном продукте составило 93,5% (97,1% CeO по сумме примесей). Этот продукт может быть использован как для получения катализаторов, так и для производства перспективных Ce-Zn- катализаторов. Приведена технологическая схема получения двуокиси церия методом жидкостной экстракции.

Ключевые слова: церий, двуокись церия, концентрат редкоземельных элементов, метод жидкостной экстракции, азотная кислота, перекись водорода, трибутилфосфат, технологическая схема.

Получение двуокиси церия методом растворения – осаждения [1, 2] позволяет получать продукт с содержанием основного вещества не более 80%. Этот продукт годится для использования в качестве полировального порошка [3], либо для производства железocerивой лигатуры [4], но неприемлем, например, для производства цериевых катализаторов, где содержание CeO₂ должно быть не менее 93-95% [5].



Рис. 1. Лабораторный термостатированный реактор

Цель работы состояла в проведении исследований по получению двуокиси церия с содержанием основного вещества не менее 93%. В качестве исходного продукта использовали концентрат гидроокисей РЗМ, полученный экстракционной перемешкой черного концентрата [6]. В настоящей работе в качестве экстрагента был использован 100 процентный трибутилфосфат (ТБФ). Экстракцию и реэкстракцию в периодическом режиме осуществляли в стеклянном термостатированном реакторе с электромеханической мешалкой (рис.1), разделение фаз проводили в стандартных делительных воронках.

Экстракцию и реэкстракцию в непрерывном режиме проводили на установке конструкции «Руссредмет». Анализ РЗМ осуществляли методом эмиссионного спектрального анализа в индуктивно-связанном плазменном разряде на приборе «Shimadzu» ICPE – 9820 согласно методике [7].

Известно, что экстракция церия (+4) из азотнокислых растворов протекает по сольватному механизму и описывается уравнением:



Коэффициент распределения Ce⁴⁺ зависит от концентрации азотной кислоты (табл.1), и является максимальным (α = 47,5) при равновесной концентрации [HNO₃] = 5,21 М (328 г/л).

Таблица 1
Влияние концентрации азотной кислоты на коэффициент распределения церия (+4)

[HNO ₃]	2,09	3,0	3,76	4,69	5,21	5,67	7,25	9,15	12,2
α	15,7	16,4	23,3	45,7	47,5	39,3	25,1	19,5	5,7

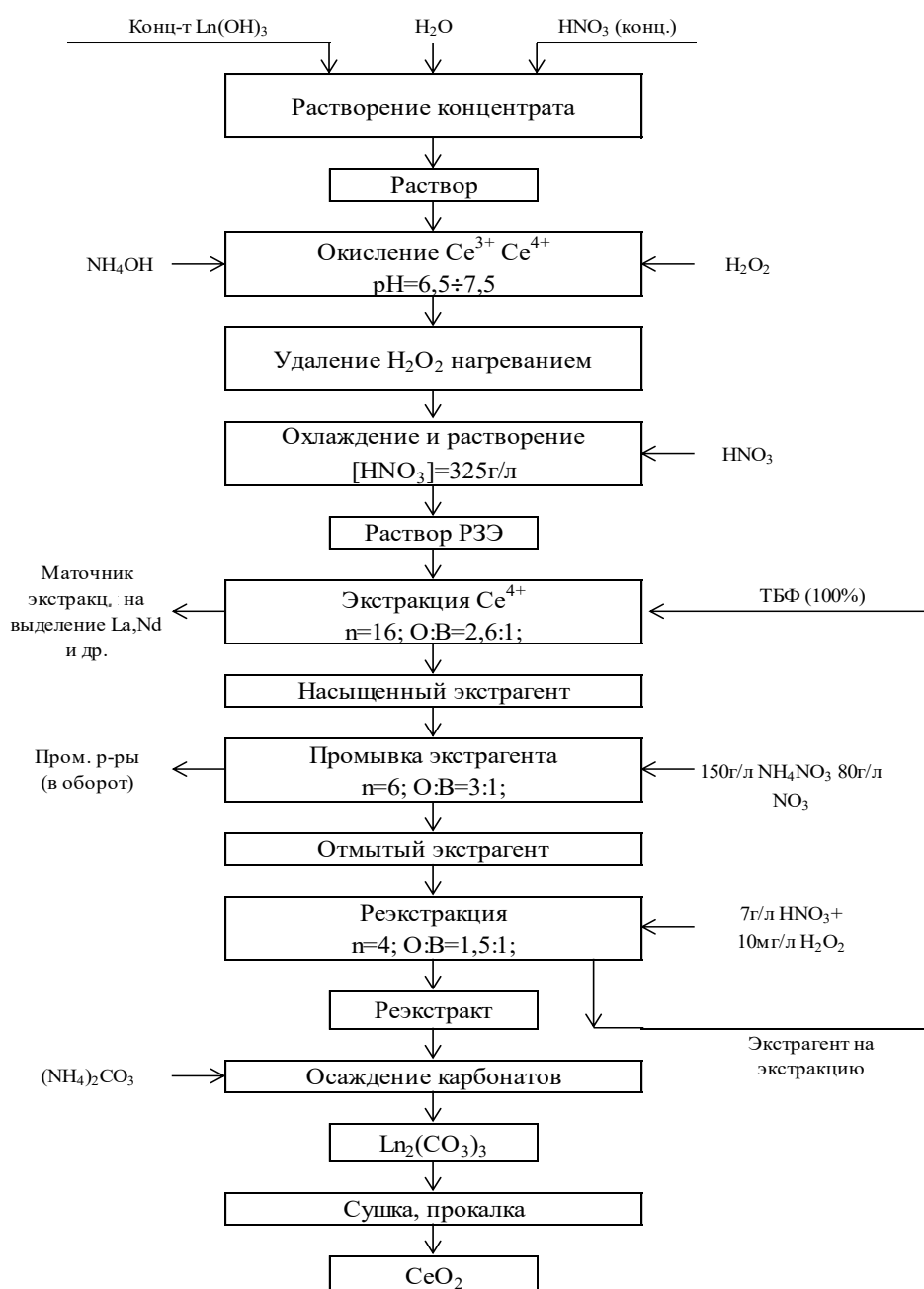


Рис. 2. Экстракционная схема получения двуокиси церия из концентрата гидроокисей РЗЭ

Учитывая, что Ce^{4+} экстрагируется ТБФ значительно лучше, чем Ce^{3+} и все остальные Ln (+3) [8], перед процессом экстракции проводили окисление Ce^{3+} в Ce^{4+} с помощью перекиси водорода.

Механизм и условия процесса окисления подробно изложены нами в работе [2].

Схема экстракционного получения двуокиси церия представлена на рис. 2. По этой схеме исходный концентрат гидроокисей РЗЭ расплупывают в слабнокислом растворе азотной кислоты, с помощью аммиака доводят pH до pH=6,5=7,5 и в образующуюся суспензию подают перекись водорода до образования устойчивого красного цвета. Избыток перекиси водорода удаляют нагреванием суспензии, после чего добавляют концентрированную азотную кислоту до $[HNO_3] = 325$ г/л.

Состав исходного концентрата гидроокисей РЗЭ, раствора поступающего на экстракцию, представлен в табл. 2.

Экстракцию проводили в экстракционном каскаде с числом ступеней экстракции $n = 16$ при отношении фаз O:B = 2,6:1. Насыщенный экстракт промывали от примесей раствором нитрата

аммония при отношении фаз O:B = 3:1 и количестве ступеней экстракции $n=6$. Отмытый от примесей экстракт направляли на реэкстракцию, которую осуществляли с использованием смеси растворов азотной кислоты с концентрацией $[HNO_3] = 7$ г/л и перекиси водорода с концентрацией $[H_2O_2] = 10$ мг/л. Операцию реэкстракции проводили при отношении фаз O : B = 1,5 : 1 и количестве ступеней $n=4$. Полученный реэкстракт направляли на выделение карбоната церия, которое проводили с использованием карбоната аммония. После отделения карбоната церия фильтрацией, промывки осадка на фильтре продукт сушили и прокаливали при температуре 900°C в течение 2 ч. Полученный готовый продукт анализировали на содержание CeO_2 и примесей окислов РЗЭ. Результаты анализа приведены в табл. 3.

Как видно из результатов табл. 3, готовый продукт содержит по данным химического титрометрического анализа 93,5% CeO_2 . По содержанию суммы примесей содержание CeO_2 составило 97,1%. Из остальных РЗЭ только иттрий в небольшом количестве перешёл в

Таблица 2

Состав пробы Ln(OH)₃ и исходного раствора, поступающего на экстракцию

РЗЭ	Ce	Dy	Er	Eu	Gd	Ho	La	Nd	Pr	Sm	Tb	Tm	Y	Примечания
Содержание в пробе Ln(OH) ₃ , %	34,3	1,83	0,95	0,79	3,10	0,2	10,7	14,8	5,7	3,7	0,2	0,2	7,13	
Концентрация в исходном растворе, г/л	29,1	1,5	0,7	0,6	2,5	0,15	9,4	12,5	4,7	3,2	0,17	0,14	6,8	[HNO ₃] = 325 г/л

Таблица 3

Состав пробы CeO₂, полученной методом экстракции

Оксиды РЗМ в пробе	CeO ₂	Dy ₂ O ₃	Er ₂ O ₃	Eu ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Ho ₂ O ₃	La ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Tb ₂ O ₃	Tm ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	Примечание
Содержание, %	93,5	0,72	0,15	0,1	0,2	0,06	0,05	0,05	0,06	0,11	0,05	0,05	1,26	По содержанию суммы примесей содержание CeO ₂ =97,1%

готовую продукцию, его содержание в виде Y₂O₃ составило 1,23%. Полученный продукт может являться исходным сырьём как для цериевых катализаторов [5], так и для производства перспективных Ce-Zn – аккумуляторов [9].

Методом экстракционной перечистки концентрата гидроокиси РЗЭ получен продукт, содержащий 93,5% CeO₂ (по содержанию примесей – 97,1% CeO₂).

Библиографический список:

1. Нечаев А.В., Сибилев А.С. Смирнов А.В. и др. Рациональный подход к переработке церийсодержащего сырья // Химическая технология. – 2015. – Т.16. – №9. – С. 535-539.
2. Петухов О.Ф., Рузиев Б.Т., Курбанов М.А., Шарафутдинов У.З. Выделение церия из концентрата РЗМ методом растворения – осаждения // Горный вестник Узбекистана. – 2021. – №3. – С. 49-51.
3. Иванов Е.Н., Михайличенко А.И., Карманников В.П. Физико-химические основы и технология получения редкоземельных полировальных порошков // Цветные металлы. – 1991. – №11. – С. 49-51.
4. Поляков Е.Г., Нечаев А.В., Смирнов А.В. Металлургия редкоземельных металлов. – М.: Металлургияиздат, 2018. – С. 24.
5. Binnemans K. Rare-Earth Economics and the Balance Problem // Trans. 2nd IUC Meeting. Leuven, Belgium, 2013. pp. 30-54.
6. Петухов О.Ф., Рузиев Б.Т., Шарафутдинов У.З. Экстракционная очистка концентратов РЗЭ от примесей и природных радионуклидов // Горный Вестник Узбекистана, 2020. – №3. – С. 13-16.
7. МВИ РРМ. 0914.00.00.000. Продукты переработки колумбийского концентрата и технологические растворы. Определение суммы РЗЭ методом эмиссионного спектрального анализа в индуктивно-связанном плазменном разряде// Санкт – Петербург: «РУСРЕДМЕТ», 2014.
8. Шахно И.В., Шевцова З.Н., Федоров П.И., Коровин С.С. Химия и технология редких и рассеянных элементов. – М.: Высшая школа, 1976. – Т. 2. – 130 с.
9. <http://www.cerox.com>

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, № 4 (87) pp. 56-58

DETERMINATION FROM THE RARE EARTH METALLS CONCENTRATE BY METHOD OF LIQUID EXTRACTION

Petukhov O.F., Deputy Head CRL, Doctor of Technical Sciences.
Ruziev B.T., Head of Geotechnological Laboratory CRL.
Kurbanov M.A., Deputy Chief Engineer, PhD.
Sharafutdinov U.Z., Deputy Head IZ for the INT, Doctor of Technical Sciences.

Navoi Mining and Metallurgical Combine, Uzbekistan.

The purpose of the researches is development of technology of obtaining cerium dioxide from the rare earth metals concentrate. The method of liquid extraction was used. The researches had been made up with using real (production) the rare earth metals concentrate. The concentration of cerium in initial concentrate was 34,3%. Dissolution of the initial concentrate realized with using HNO₃. The oxidation Ce (+3) in Ce (+4) had been realized with using H₂O₂ with the pH value 6,5-7,0. The liquid extraction of Ce⁴⁺ had been realized with 100% threebutyl phosphate (TPhPh). The precipitate of Ce(CO₃)₂ had been filtered, washed, dried and ignited. The concentration of cerium dioxide in the final product was 93,5% (97,1% CeO₂ by the amount of impurities). This product can be used as the material for the catalyst and for the Ce-Zn – batteries. The technological scheme is presented in the article.

Keywords: cerium, cerium dioxide, rare earth metals concentrate, method of liquid extraction, nitric acid, hydrogen peroxide, threebutyl phosphate, technological scheme.

References:

1. Nechaev A.V., Sibilev A.S., Smimov A.V. et al. Rational approach to the processing of cerium-containing raw materials // Chemical technology, 2015. – Т. 16. – No. 9, pp. 535-539.
2. Petukhov O.F., Ruziev B.T., Kurbanov M.A., Sharafutdinov U.Z. Isolation of cerium from the concentrate of rare earth metals by the method of dissolution - precipitation // Gorniy Vestnik of Uzbekistan 2021. – No. 3, pp. 49-51.
3. Ivanov E.N., Mikhailichenko A.I., Karmannikov V.P. Physicochemical foundations and technology for producing rare-earth polishing powders // Non-ferrous metals. 1991. – №11, pp. 49-51.
4. Polyakov E.G., Nechaev A.V., Smimov A.V. Metallurgy of rare earth metals. – M.: Metallurgizdat, 2018. – 24 p.
5. Binnemans K. Rare-Earth Economics and the Balance Problem // Trans. 2nd IUC Meeting. Leuven, Belgium, 2013, pp. 30-54.
6. Petukhov O.F., Ruziev B.T., Sharafutdinov U.Z. Extraction cleaning of REE concentrates from impurities and natural radionuclides // Gorniy Vestnik of Uzbekistan, 2020. – No. 3, pp. 13-16.
7. MVI RRM. 0914.00.00.000. Colombian concentrate processing products and technological solutions. Determination of the amount of REE by the method of emission spectral analysis in an inductively coupled plasma discharge // St. Petersburg: "RUSREDMET", 2014.
8. Shakhno I.V., Shevtsova Z.N., Fedorov P.I., Korovin S.S. Chemistry and technology of rare and trace elements. – M.: Higher school, 1976. – Vol. 2. – 130 p.
9. <http://www.cerox.com>

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ СХЕМЫ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ЧЕРЕЗ ФИЛЬТРАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО



Хайдаров Ш.Б.,
ст. преподаватель кафедры
«Горная электромеханика» НГГИ



Атакулов Л.Н.,
доцент кафедры «Горная
электромеханика» НГГИ, д.т.н.



Худайбердиев О.Ж.,
ст. преподаватель кафедры
«Высшая математика и информаци-
онные технологии» НГГИ



Заирова Ф.Ю.,
инженер ИЦ по ВНТ НГМК

Ushbu maqolada filtrlash moslamasi orqali havo oqimi jarayoni o'rganilgan va bu jarayonning matematik modeli yaratilgan. Havo oqimi tezligi vektori hosil qilgan vektor maydonining xususiyatlari o'rganildi va har bir komponent uchun hisob - kitoblar bajarildi.

Tayanch iboralar: filtr qurilmasi, havo oqimi, tezlik vektori, vektor maydoni, gradient, oqim, aylanish, potensial, divergensiya, rotor.

В данной статье исследован процесс протекания воздушного потока по фильтрационному устройству и создана математическая модель этого процесса. Изучены характеристики векторного поля, образованного вектором скорости воздушного потока и проведены расчеты для каждой составляющей.

Ключевые слова: фильтрационное устройство, воздушный поток, вектор скорости, векторное поле, градиент, поток, циркуляция, потенциал, дивергенция, ротор.

Работа экскаваторов всегда происходит в тяжёлых условиях, в процессе эксплуатации которых происходит пылеобразование. Причиной серьёзных неисправностей является попадание большого количества пыли и других включений с засасываемым воздухом в мотор. Для таких случаев, т.е. для очистки воздуха устанавливаются фильтры (рис.1). Которые очищают от сажи, грязи, пыли и мелких капель воды засасываемого воздуха снаружи в силовой агрегат. Воздухофильтры состоят из двух частей: корпуса 1 и фильтрующего элемента 2. Большинство экскаваторов комплектуются воздушным очистителем цилиндрического типа. Такая деталь изготовлена из гофро материала. Уличный воздух, проходя через его наружную поверхность, очищается от примесей и попадает в полость детали, откуда направляется в двигатель [1, 2].

Замена воздушного фильтра на экскаваторе производится при каждом ТО, сроки которого указаны в руководстве по эксплуатации. При работе экскаватора в условиях сильной запылённости интервал замены сокращается в 1,5-2 раза.

Если воздушный фильтр забился до полной выработки ресурса, требуется его обслуживание. Оно включает разборку детали, продувку фильтрующего элемента струей сжатого воздуха и промывку внутренней части корпуса дизтопливом или горячей водой. После этого корпус просушивают, воздухоочиститель собирают и устанавливают.

Математическая модель вычисления схемы воздушного потока через фильтрационное устройство основывается на уравнении движения вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса), которое рассматривается как уравнение неразрывности, выражающее закон сохранения массы:

$$\operatorname{div}(\rho \cdot \vec{\omega}) = 0, \quad (1)$$

где ρ – плотность кг/м³, $\vec{\omega}$ – вектор скорости, м/с. Уравнение неразрывности в декартовой (прямоугольной) системе координат имеет следующий вид:

$$\frac{\partial(\rho \cdot \omega_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho \cdot \omega_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho \cdot \omega_z)}{\partial z} = 0$$

где $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ – проекции вектора скорости на прямоугольной системе координат, соответственно.

Авторы утверждают [3], что воздушный поток проходящий через фильтрационное устройство, создаёт некоторое поле, которое образовано вектором скорости $\vec{\omega}$ в определенной области G . Математическим ядром теории поля являются такие понятия, как градиент,

поток, циркуляция, потенциал, дивергенция, ротор и т.д. [3, 4]. Используя эти понятия для поля создаваемым воздушным потоком в фильтрационном устройстве, образованным вектором скорости $\vec{\omega}$, проводим полный сравнительный анализ для однослойного и двухслойного фильтрационного устройства. В этих целях определим вектор скорости $\vec{\omega}$ как:

$$\vec{\omega} = P(x, y, z)\vec{i} + Q(x, y, z)\vec{j} + R(x, y, z)\vec{k}$$

где функции $P(x, y, z)$, $Q(x, y, z)$ и $R(x, y, z)$ – являются проекциями вектора $\vec{\omega}$ на соответствующих осях прямоугольной системы координат $OxOyOz$. Для дальнейшего изложения и расчетов потребуются некоторые характеристики векторного поля, с этой целью образовано векторное поле вектором скоростей [4].

Тогда:

1) Векторная линия поля описывается дифференциальным уравнением вида:

$$\frac{dx}{P(x, y, z)} = \frac{dy}{Q(x, y, z)} = \frac{dz}{R(x, y, z)}$$

2) Поток векторного поля $\vec{\omega}$, определяется следующим равенством:

$$K = \iint_S \vec{\omega} \cdot \vec{n} \cdot dS \quad (2)$$

где S – поверхность стягивающей области G , \vec{n} – единичный вектор нормали к поверхности S , т.е.

$$\vec{n} = \cos \alpha \vec{i} + \cos \beta \vec{j} + \cos \gamma \vec{k}$$

и вектор $\vec{\omega}$ воздушного потока, разложенный в координатах, имеет вид:

$$\vec{\omega} = P(x, y, z)\vec{i} + Q(x, y, z)\vec{j} + R(x, y, z)\vec{k}$$

здесь α, β, γ – углы, образованной нормали с осями координат. Если учесть то, что $\cos \alpha dS = dydz$, $\cos \beta dS = dx dz$, $\cos \gamma dS = dx dy$ согласно [4] равенству (2) можно написать в виде:

$$\begin{aligned} K &= \iint_S \vec{\omega} \cdot \vec{n} dS = \iint_S (P(x, y, z) \cos \alpha + Q(x, y, z) \cos \beta + \\ &+ R(x, y, z) \cos \gamma) dS = \\ &= \iint_S (P(x, y, z) dydz + Q(x, y, z) dx dz + R(x, y, z) dx dy) = \quad (3) \\ &= \iint_S (P dydz + Q dx dz + R dx dy). \end{aligned}$$

Или окончательно можно описать:

$$K = \iint_S (Pdydz + Qdx dz + Rdx dy) \quad (4)$$

Когда поверхность замкнута и ограничен некоторый объем G , тогда поток вектора записывается в виде:

$$\begin{aligned} K &= \iint_S \vec{\omega} \cdot \vec{n} dS = \iint_S (P(x, y, z) \cos \alpha + Q(x, y, z) \cos \beta + \\ &+ R(x, y, z) \cos \gamma) dS = \\ &= \iint_S (P(x, y, z) dydz + Q(x, y, z) dx dz + R(x, y, z) dx dy) = \\ &= \iint_S (Pdydz + Qdx dz + Rdx dy). \end{aligned}$$

или коротко

$$K = \iint_S (Pdydz + Qdx dz + Rdx dy).$$

Здесь нужно уточнить что, если рассмотреть векторное поле $\vec{\omega}$, как поле скорости текущего воздуха через замкнутую поверхность, то величина потока K даёт разность между количеством воздуха, втекающим в области G и вытекающим из неё количеством воздуха за единицу времени [5]. Эти факторы мы используем в дальнейшем для сравнительного анализа потока воздуха в фильтрационном устройстве.

3) Градиент поля определяется в виде:

$$\text{gradu} = \frac{\partial u}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial u}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial u}{\partial z} \vec{k},$$

где $U=U(x, y, z)$ – скалярная функция.

4) Ещё одной характеристикой векторного поля

$$\vec{\omega} = P(x, y, z)\vec{i} + Q(x, y, z)\vec{j} + R(x, y, z)\vec{k},$$

является дивергенция поля. Она определяется следующим образом [7]:

$$\text{div} \cdot \vec{\omega} \cdot (M) = \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z}$$

где M – некоторая точка из области G . Используя понятия потока и дивергенции векторного поля, запишем известную формулу Остроградского–Гаусса [7].

$$\iiint_V \omega_n dS = \iiint_V \text{div} \cdot \vec{\omega} \cdot dv \quad (5)$$

где V – область, ограниченная замкнутой поверхностью S . Отсюда

$$\begin{aligned} \iint_S (P(x, y, z) dydz + Q(x, y, z) dx dz + R(x, y, z) dx dy) = \\ = \iiint_V \left(\frac{\partial P(x, y, z)}{\partial x} + \frac{\partial Q(x, y, z)}{\partial y} + \frac{\partial R(x, y, z)}{\partial z} \right) dv = \\ = \iiint_V \left(\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z} \right) dv \end{aligned} \quad (6)$$

Для тройного интеграла, используя теорему о среднем, имеем:

$$\iiint_V \text{div} \cdot \vec{\omega} \cdot (m) = V \cdot \text{div} \cdot \vec{\omega} \cdot (m_0)$$

5) Циркуляция поля является ещё одной характеристикой векторного поля, образованного вектором:

$$\vec{\omega} = P(x, y, z)\vec{i} + Q(x, y, z)\vec{j} + R(x, y, z)\vec{k}$$

Циркуляция вектора $\vec{\omega}$ вдоль кривой L находится по формуле [3, 4]:

$$C = \oint_L \vec{\omega} \cdot d\vec{r} \quad (7)$$

где L – замкнутая кривая в векторном поле области V ;

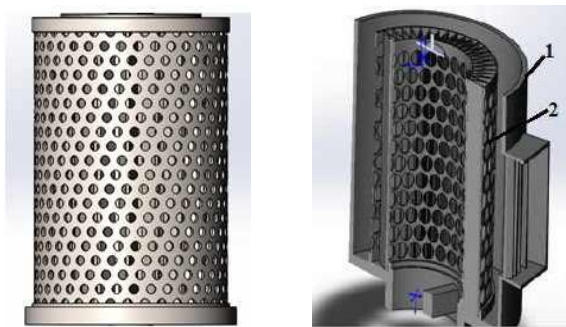


Рис. 1. Воздушный фильтр и его сечение: 1 – корпус, 2 – фильтр

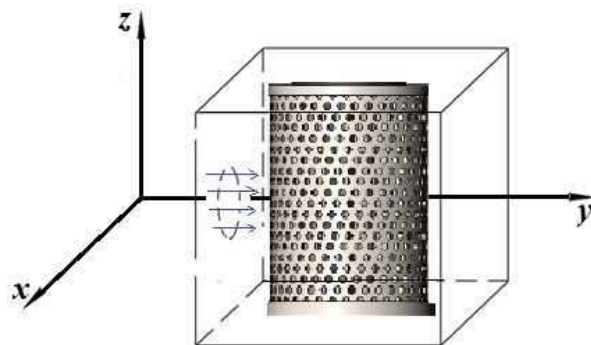


Рис. 2. Расположение фильтрационного устройства в системе координат Oxyz

$\vec{r} = r\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ – радиус-вектор точки M , лежащей на контуре L . Если учесть, что

$$\vec{\omega} \cdot d\vec{r} = |d\vec{r}| \cdot \vec{\omega}_r = \omega_r \cdot dl = Pdx + Qdy + Rdz$$

то

$$C = \oint_L \omega_r \cdot dl = \oint_L Pdx + Qdy + Rdz \quad (8)$$

6) Ротор (вихрь) векторного поля

$$\vec{\omega} = P(x, y, z)\vec{i} + Q(x, y, z)\vec{j} + R(x, y, z)\vec{k}$$

определяется формулой:

$$\begin{aligned} \text{rot} \cdot \vec{\omega} \cdot (m) &= \left(\frac{\partial R(x, y, z)}{\partial y} - \frac{\partial Q(x, y, z)}{\partial z} \right) \vec{i} + \\ &+ \left(\frac{\partial P(x, y, z)}{\partial z} - \frac{\partial R(x, y, z)}{\partial x} \right) \vec{j} + \\ &+ \left(\frac{\partial Q(x, y, z)}{\partial x} - \frac{\partial P(x, y, z)}{\partial y} \right) \vec{k} = \\ &= \left(\frac{\partial R}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial z} \right) \vec{i} + \left(\frac{\partial P}{\partial z} - \frac{\partial R}{\partial x} \right) \vec{j} + \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \right) \vec{k}. \end{aligned} \quad (9)$$

или

$$\text{rot} \cdot \vec{\omega} \cdot (m) = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ P & Q & R \end{vmatrix}.$$

Используя понятия ротора и циркуляции векторного поля, напишем известную формулу Стокса [3, 4]:

$$\begin{aligned} \oint_L Pdx + Qdy + Rdz = \iint_S \left(\frac{\partial R}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial z} \right) dydz + \\ + \left(\frac{\partial P}{\partial z} - \frac{\partial R}{\partial x} \right) dx dz + \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \right) dx dy = \iint_S \text{rot} \cdot \vec{\omega} \cdot dS \end{aligned} \quad (10)$$

Формула (10) означает, что циркуляция вектора $\vec{\omega}$ вдоль замкнутого контура L равна потоку ротора этого вектора $\vec{\omega}$ через поверхность S , лежащую в поле вектора $\vec{\omega}$ и ограниченную контуром L .

Для вычисления векторной линии, потока, градиента, дивергенции, циркуляции и ротора воздушного потока фильтрационного устройства за пространственную область V берем корпус фильтрационного устройства. Поверхность S фильтрационного устройства, можно брать как за цилиндрическую (рис. 2), т.к. она является цилиндром. Далее остальные все величины будем рассматривать как данные цилиндра (высоту H , радиус R). Тогда основание цилиндра будет равно:

$$S_{oc} = \pi R^2$$

Боковая поверхность и объем будут равны соответственно:

$$S_{бок} = 2\pi RH, \quad V = \pi R^2 H$$

Определим векторную скорость $\vec{\omega}$ воздушного потока. При этом предполагаем, что фильтрационное устройство расположено на плоскости Oxy вертикально, воздушное отверстие фильтрационного устройства находится по середине корпуса и воздух поступает параллельно этой плоскости. Тогда по предположению векторная скорость имеет следующий вид:

$$\vec{\omega} = x\vec{i} + y\vec{j} + 0\vec{k} = x\vec{i} + y\vec{j}$$

где x, y и z координаты произвольной точки $M(x, y, z)$ цилиндра.

После того, как определен вектор образующий векторное поле, то можно вычислить:

1) векторную линию векторного поля по приведенному уравнению:

$$\frac{dx}{P(x, y, z)} = \frac{dy}{Q(x, y, z)} = \frac{dz}{R(x, y, z)},$$

где $P(x, y, z) = x, Q(x, y, z) = y, R(x, y, z) = 0$

$$Q(x, y, z) = y, R(x, y, z) = 0.$$

Тогда получим

$$\frac{dx}{x} = \frac{dy}{y} = \frac{dz}{0}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dy}{y} = \frac{dx}{x} \\ \frac{dy}{y} = \frac{dz}{0} \end{array} \right. \quad \text{или} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{dy}{y} = \frac{dx}{x} \\ dz = 0 \end{array} \right.$$

Интегрируем данную систему

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dy}{y} = \int \frac{dx}{x} + \tilde{c}_1 \\ \int dz = c_2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \ln y = \ln x + \ln c_1 \\ z = c_2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \ln y = \ln c_1 x \\ z = c_2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} y = c_1 x \\ z = c_2 \end{array} \right. \quad (11)$$

где для простоты дальнейшего описания (11) взято $\tilde{c}_1 = \ln c_1$. Из полученных равенств (11) следует, что векторные линии уровня являются прямыми $y=c_1x$ параллельными плоскости Oxy и перпендикулярными Oz .

2) воздушный поток, используя равенство (2), поверхность S берем как боковую поверхность корпуса фильтрационного устройства, которая определена $S_{бок} = 2\pi RH$ (рис. 3).

$$K = \iint_S \vec{\omega} \vec{n} ds = \iint_S (x \cos \alpha + y \sin \alpha) dx dy$$

где

$$\vec{\omega} = x\vec{i} + y\vec{j}, \quad \vec{n} = \vec{n}(\cos \alpha; \cos \beta, \cos \gamma)$$

Здесь,

$$\cos \beta = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \sin \alpha, \quad \gamma = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos \gamma = 0.$$

Т.к. основание цилиндра есть окружность $x^2 + y^2 = R^2$

$$\begin{aligned} & \iint_S (x \cos \alpha + y \sin \alpha) dx dy = \\ & \int_0^R \int_0^R (x \cos \alpha + y \sin \alpha) dx dy = \\ & \int_0^R (xy \cos \alpha + \frac{y^2}{2} \sin \alpha) \Big|_0^R dx = \\ & \int_0^R (xR \cos \alpha + \frac{R^2}{2} \sin \alpha) dx = \\ & = \left(\frac{x^2}{2} R \cos \alpha + x \frac{R^2}{2} \sin \alpha \right) \Big|_0^R = \\ & \frac{R^3}{2} \cos \alpha + \frac{R^3}{2} \sin \alpha = \frac{R^3}{2} (\cos \alpha + \sin \alpha) \end{aligned}$$

Не нарушая общности, для простоты вычисления, можно положить

$$\alpha = \frac{\pi}{4} \quad \text{хотя} \quad 0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$$

Тогда

$$\begin{aligned} K &= \frac{R^3}{2} (\cos \frac{\pi}{4} + \sin \frac{\pi}{4}) = \\ &= \frac{R^3}{2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \sqrt{2} R^3, \quad K = \sqrt{2} R^3 \text{ м/с.} \end{aligned}$$

Таким образом, в корпус фильтрационного устройства воздушный поток поступает со скоростью $\sqrt{2} R^3$ м/с.

3) градиент векторного поля, образованного вектором $\vec{\omega} = x\vec{i} + y\vec{j}$ будет иметь вид:

$$\text{grad} \vec{\omega} = \frac{\partial \omega}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial \omega}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial \omega}{\partial z} \vec{k} = 1 \cdot \vec{i} + 1 \cdot \vec{j} + 0 \cdot \vec{k} = \vec{i} + \vec{j}$$

4) дивергенцию векторного поля воздушного потока, образованного вектором скорости можно изобразить следующим образом:

$$\begin{aligned} \vec{\omega} &= x\vec{i} + y\vec{j} \\ \text{div} \vec{\omega} &= \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z} \end{aligned}$$

где $P(x, y, z) = x, Q(x, y, z) = y, R(x, y, z) = 0$.

$$\text{Тогда} \quad \frac{\partial P}{\partial x} = 1, \quad \frac{\partial Q}{\partial y} = 1, \quad \frac{\partial R}{\partial z} = 0.$$

$$\text{Отсюда} \quad \text{div} \vec{\omega} = 1 + 1 + 0 = 2$$

Величина указывает, что распределение воздушного потока в фильтрационное устройство поступает с удвоенной скоростью.

5) Циркуляционную величину векторного поля, созданного вектором $\vec{\omega}$, определим по формуле:

$$C = \oint_L \vec{\omega} \cdot d\vec{r} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} C &= \oint_L \vec{\omega} \cdot d\vec{l} = \oint_L P(x, y, z) dx + Q(x, y, z) dy + \\ &+ R(x, y, z) dz = \oint_L P dx + Q dy. \end{aligned} \quad (13)$$

где L – замкнутый контур, который состоит из окружности $x^2 + y^2 = R^2$.

Из формулы (13) по известной теореме [6, 8, 9] Остроградского–Гаусса, из курса высшей математики получим:

$$\begin{aligned} \oint_L P dx + Q dy &= \iint_D \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \right) dx dy \\ C &= \oint_L x dx + y dy = \iint_D (0 - 0) dx dy = 0, \end{aligned}$$

где D – область интегрирования, состоит из круга $x^2 + y^2 \leq R^2$.

Так как $C = 0$, то в фильтрационном устройстве не происходит циркуляции. Это объясняется тем, что воздушный поток поступающий из одного отверстия фильтрационного устройства втекает в другое отверстие, т.е. воздух в фильтрационное устройство поступает с выше и очищенный фильтром высасывается в трубу, находящуюся по центру корпуса.

Определим ротор (вихрь) векторного поля образованного вектором $\vec{\omega} = x\vec{i} + y\vec{j}$.

$$\left[\text{rot} \vec{\omega} = \left(\frac{\partial R}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial z} \right) \vec{i} + \left(\frac{\partial P}{\partial z} - \frac{\partial R}{\partial x} \right) \vec{j} + \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \right) \vec{k} \right] \quad (14)$$

для нахождения ротора имеем:

$$P(x, y, z) = x, \quad Q(x, y, z) = y, \quad R(x, y, z) = 0$$

тогда $\frac{\partial R}{\partial x} = \frac{\partial R}{\partial y} = 0$, $\frac{\partial Q}{\partial z} = \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$, $\frac{\partial P}{\partial y} = \frac{\partial P}{\partial z} = 0$, следовательно

$$\text{rot} \vec{\omega} = (0 - 0)\vec{i} + (0 - 0)\vec{j} + (0 - 0)\vec{k} = 0.$$

Равенство нулю ротора воздушного потока означает, что этот поток не создает вихря. Из этого следует, что воздушный поток является постоянным, а векторное поле потенциальным (т.е. безвихревым). Таким образом, нами определены все характеристики векторного поля, образованные вектором скорости $\vec{\omega}$ воздушного потока. Теперь на основании полученных результатов вычислим их для однослойного и двухслойного фильтрационного устройства, используя данные воздушных фильтров этих устройств. По полученным выше данным имеем:

$$\text{div} \vec{\omega} = 2, \quad c = 0, \quad \text{rot} \vec{\omega} = 0, \quad K = \sqrt{2}R^3 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Эти данные говорят о том, что

- дивергенция (распределение) воздушного потока внутри устройства с объёмом $V = \pi R^2 H$, происходит удвоенной силой (в отличие от вне корпуса фильтрационного устройства);
- циркуляция внутри фильтрационного устройства отсутствует;
- воздушный поток является потенциальным (безвихревым);
- векторные линии воздушного потока втекают по прямой $y = c_1 x$, поступают на высоте $z = c_2$.

Так как воздушный поток равен $K = \sqrt{2}R^3 \text{ м}^3/\text{с}$, то подставляя данные из однослойного $R_1 = 32,5 \text{ мм}$ и двухслойного $R_2 = 60$, определим объём

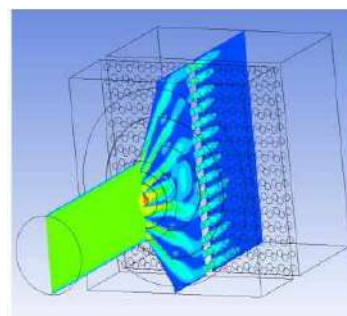


Рис. 3. Распределение воздушного потока в фильтрационном устройстве

поступления воздушных потоков для этих фильтрационных устройств:

$$K_1 = \sqrt{2} \cdot R^3 = \sqrt{2} \cdot 32,5^3 = 1,41 \cdot 34328,125 = 48,4369 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$K_{2,1} = \sqrt{2} \cdot R_2^3 = \sqrt{2} \cdot 60^3 = 1,41 \cdot 216000 = 304,560 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$K_{2,2} = \sqrt{2} \cdot R_2^3 = \sqrt{2} \cdot 42,5^3 = 1,41 \cdot 76765,6 = 108,2395 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$K_2 = K_{2,1} - K_{2,2} = 304,560 - 108,2395 = 196,3205 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Из полученных результатов следует, что объём поступления воздушного потока в однослойном фильтрационном устройстве равен: $K_1 = 48,4369 \text{ м}^3/\text{с}$. Для двухслойного $K_2 = 196,3205 \text{ м}^3/\text{с}$.

Находим их разность

$$K = \frac{K_2}{K_1} = \frac{196,3205}{48,4369} = 4 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Таким образом, приходим к выводу, что воздушный поток, поступающий по двухслойному фильтрационному устройству, более объёмный, чем однослойное устройство. Воздушный поток, поступающий по двухслойному фильтрационному устройству в 4 раза больше чем по однослойному фильтрационному устройству, что доказывает эффективность и экономичность, которые положительно влияют на долгосрочную эксплуатацию нового фильтрационного устройства.

Библиографический список:

1. Коберниченко В.Г. Расчет и проектирование цифровых фильтров. Учебно-методическое пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013.
2. Виноградов В.В. Повышение эффективности щелевых фильтров для очистки газов от промышленной пыли. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – Иркутск, 2018.
3. Письменный Д.Т. «Конспект лекций по высшей математике», 2 часть. – М.: Айрис Пресс, 2008.
4. Бодунов М.А. и др. Интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных. Теория поля. Методические указания. – М.: МГТУ «МАМИ», 2005.
5. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005.
6. Газодинамика проточной части вакуумного и компрессорного оборудования: метод. указания / сост. Н.Ю. Филькин. – Омск: Изд – во ОмГТУ, 2012.
7. Кабаков А.Н. Компрессорные станции. Оборудование и сооружения. Основы проектирования: учеб. пособие. Изд – во ОмГТУ, 2009.
8. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Дрофа, 2003. – 846 с.
9. Филькин Н.Ю. Газодинамические характеристики коротких диффузоров для фильтров и теплообменных аппаратов стационарных и передвижных компрессорных установок. Компрессорная техника и пневматика. 2016 г.
10. Курин В.В. Основы механики сплошных сред. – Нижний Новгород, 2010 г.
11. Алиев Г. М. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ОБРАЗОВАНИЯ MoO₂ НА MoO₃ В ПРОЦЕССАХ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА МОЛИБДЕНОВЫХ ПРОМПРОДУКТОВ



Толибов Б.И.,
доцент кафедры
«Металлургия» НГИ, PhD



Хасанов А.С.,
заместитель главного инженера по науке
АО «АГМК», д.т.н., профессор



Абдукадиров А.А.,
главный инженер АО «АГМК», PhD

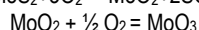
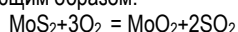
Maqolada sulfidli konsentratlardan molibden olishni yaxshilash uchun molibden ishlab chiqarish keklarini past haroratda kuydirish nazariyasi muhokama qilinadi. Tadqiqot obyektlari molibden ishlab chiqarish keklari, molibden tarkibli konsentratlar, molibden keklarini oksidlovchi kuydirish jarayoni changlari va molibdenli keklarni tanlab eritish jarayoni keklari bo'lib, tajribalarda past haroratda kuyish parametrlari va asosiy elementning olinishiga ta'siri o'rganildi. Shuningdek, JEOL IT 200 elektron skanerli mikroskopda molibden sanoati oraliq mahsuloti va oraliq mahsulot kuyindilari tarkibidagi elementlarning qanday birikmalar holatida ekanligi o'rganildi. Sulfidli konsentratlarni oksidlab kuydirish jarayonida MoO₂ hosil bo'lish sabablarini o'rganish uchun tanlab olingan namunalarning mineralogik tarkibi aniqlandi.

Tayanch iboralar: kek, sulfidlar, molibden, kuyindi, sodali tanlab eritish, oksidlovchi kuydirish, boyitma, olingugurtdan tozalash, oksidlanish darajasi, skanerlovchi elektron mikroskop, elektron dispers spektroskopiya, silikatlar, oksidli birikmalar.

В статье рассмотрены вопросы теории низкотемпературного обжига кеков молибденового производства для улучшения извлечения молибдена из сульфидсодержащих концентратов. Объектами исследования были взяты огарки промпродуктов молибденового производства, концентраты молибденсодержащие, пыли окислительного обжига молибденовых кеков и огарок после обжига молибденовых кеков. В экспериментах исследованы параметры низкотемпературного обжига и влияние на извлечение основного элемента. А также было изучено состояние элементов в промпродукте молибденового производства и огарки промпродуктов на сканирующем электронном микроскопе JEOL IT200. Выявлены минералогические составы отобранных образцов для дальнейшего определения причин образования MoO₂ при окислительном обжиге сульфидных концентратов.

Ключевые слова: огарок, сульфиды, молибден, kek, содовое выщелачивание, окислительный обжиг, концентрат, десульфуризация, степень окисления, электронный сканирующий микроскоп, энергодисперсионная спектроскопия, силикаты, оксидные соединения.

В связи со значительным промышленным значением были исследованы оксиды переходных металлов, таких как CrO₃, V₂O₅, WO₃ и MoO₃ [1, 2]. Среди них MoO₃ является одним из наиболее интересных материалов для интеркалирования твердотельных литиевых батарей при температуре окружающей среды [3]. Более того, MoO₃ обычно используется в качестве основного исходного материала для получения большинства промышленных молибденовых продуктов, таких как металлический молибден, ферромолибденовый сплав и другие чистые химические соединения молибдена. Производство MoO₃ промышленного качества в настоящее время осуществляется путем окислительного обжига молибденитного концентрата в обычных многопородовых обжиговых печах. Сообщалось о различных исследованиях [4] кинетики окисления молибденитного концентрата, и большинство из них показывают, что процесс окисления протекает через промежуточный продукт MoO₂, и соответствующие процессы окисления можно описать следующим образом:



Кинетика окислительного обжига молибденитного концентрата представляет технический интерес для проектирования и использования оборудования, а также для выбора условий процесса обжига. Целью настоящего исследования является изучение дальнейшего процесса окисления MoO₂ в процессе обжига молибденитного концентрата, что может способствовать лучшему пониманию механизма обжига молибденитного концентрата. Более того, существует несколько фаз с различным стехиометрическим соотношением Mo:O, таких как MoO₃, MoO₂, Mo₄O₁₁, Mo₅O₁₄, Mo₈O₂₃, Mo₁₇O₄₇, Mo₁₈O₅₂ и др. [8, 9].

Среди них MoO₃ и MoO₂ являются наиболее термодинамически стабильными фазами. Следовательно, механизм и кинетика восстановления MoO₃ водородом до MoO₂ в последние десятилетия широко изучались многими исследователями [9]. Однако проведено лишь несколько исследований [5] в отношении окисления MoO₂ до MoO₃.

Ресслер Т. и др. [6] исследовали окисление MoO₂ в кислороде методами in situ дифракции рентгеновских лучей (XRD) и рентгеновской абсорбционной спектроскопии (XAS), была обнаружена неосновная промежуточная фаза Mo₁₈O₅₂ и показано, что кинетика реакции регулируется диффузионной моделью. Рамадораи Г. и др. [7] провели исследования окисления порошкообразного MoO₂ до MoO₃ при различных температурах и определили, что параболическая кинетика должна соблюдаться при температурах ниже 733K; в то время как при температурах выше 460°C продукты на поверхности не являются защитными и наблюдается линейная кинетика окисления. Также сообщается, что только MoO₃ был обнаружен в качестве продукта окисления без образования каких-либо промежуточных продуктов. Кахруман К. и др. [8] провели исследования кинетики окисления MoO₂ в MoO₃ атмосферой кислорода в интервале температур от 400 до 791 K и сообщили, что реакция относится к одностадийной реакции и 0,6-го порядка по концентрации кислорода. В результате энергия активации составила 148 кДж/моль. Алеман-Васкес Л. и др. [9] изучили неизотермическую кинетику окисления MoO₂ до MoO₃, было обнаружено, что изоконверсионный анализ показывает сложную зависимость энергии активации (E_a) α от степени реакции (α) и 2D (двумерный механизм диффузии) с переменным значением энергии активации в диапазоне 110–200 кДж/моль.

ILMIY-LABORATORIYA IZLANISHLARI





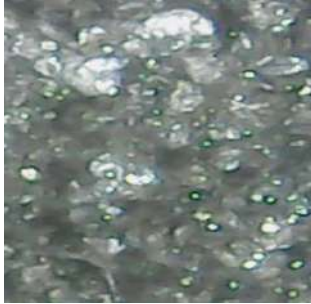



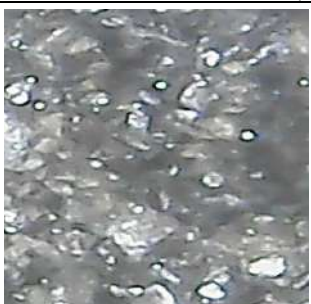







Промпродукт молибденового производства	Огарок промпродукта молибденового производства	Кек после содового выщелачивания	Пыль молибденового производства
Общий вид исследуемых объектов			
			
Макроснимки электронного цифрового микроскопа исследуемых объектов			
			
Макроснимки электронного цифрового микроскопа после обработки при температуре 550°C			
			
Макроснимки электронного цифрового микроскопа после обработки при температуре 600°C			
			

Рис. 1. Общий вид и макроснимки электронного цифрового микроскопа после обработки отобранных проб для исследований

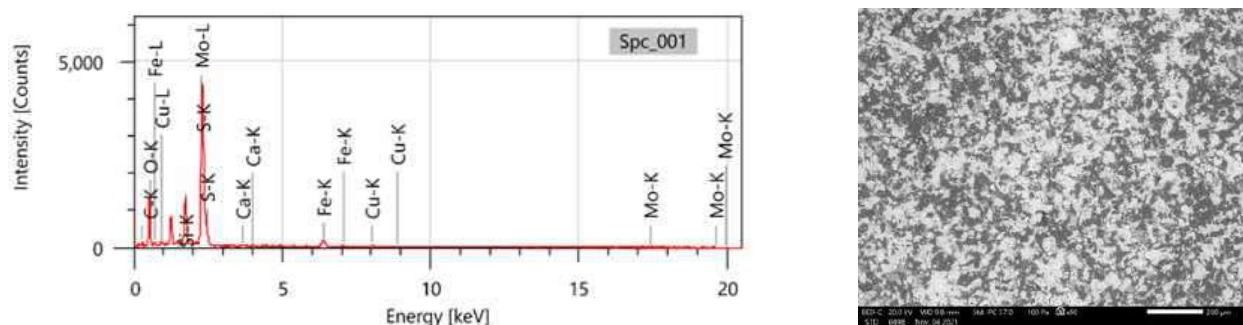


Рис. 2. Общий элементный анализ всей поверхности пробы промпродукта молибденового производства

Таблица 1
Элементарный состав общей площади пробы молибденового промпродукта

Элемент	Масса, %	Атомная доля, %
C	8,90 ± 0,19	18,38 ± 0,39
O	31,18 ± 0,34	48,32 ± 0,53
Mg	4,22 ± 0,08	4,31 ± 0,08
Al	0,46 ± 0,03	0,43 ± 0,03
Si	6,12 ± 0,09	5,40 ± 0,08
S	18,54 ± 0,18	14,34 ± 0,14
Ca	0,26 ± 0,03	0,16 ± 0,02
Fe	3,74 ± 0,10	1,66 ± 0,05
Cu	1,08 ± 0,08	0,42 ± 0,03
Mo	25,49 ± 0,39	6,59 ± 0,10
Всего:	100,00	100,00

Таблица 2
Элементарный состав определенного участка пробы молибденового промпродукта

Элемент	Масса, %	Атомная доля, %
C	30,26 ± 0,25	57,39 ± 0,48
O	16,20 ± 0,25	23,07 ± 0,36
Mg	1,45 ± 0,04	1,35 ± 0,04
Al	0,27 ± 0,03	0,23 ± 0,02
Si	2,11 ± 0,05	1,71 ± 0,04
S	13,25 ± 0,14	9,41 ± 0,10
Fe	1,86 ± 0,07	0,76 ± 0,03
Cu	0,64 ± 0,06	0,23 ± 0,02
Mo	16,59 ± 0,33	3,94 ± 0,08
Pb	17,38 ± 0,32	1,91 ± 0,03
Всего:	100,00	100,00

Объекты и методы исследований. Объектами исследования были взяты огарки промпродуктов молибденового производства, концентраты молибденосодержащие, пыли окислительного обжига молибденовых кеков и огарок после обжига молибденовых кеков. В экспериментах исследованы параметры низкотемпературного обжига и изучено влияние на извлечение основного элемента.

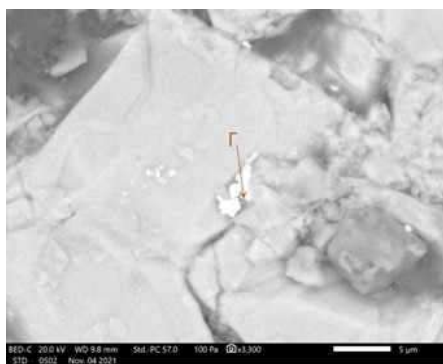
На рис. 1 приведен общий вид выбранных материалов редких металлов и твердых сплавов направленных от АО Алмалыкский горно-металлургический комбинат.

Проведен общий анализ пробы молибденового промпродукта для определения элементарного состава. Анализ проведен на сканирующем электронном микроскопе JEOL IT200 (рис. 2). Для определения элементарного состава и структуры исследуемых объектов пробы от пыли молибденового производства молибденый промпродукт, огарок молибденового промпродукта и кека выщелачивания изучили на сканирующем электронном микроскопе JSM-IT200. Компактный растровый электронный микроскоп JSM-IT200 позиционируется в качестве бюджетной напольной модели в линейке РЭМ с вольфрамовыми катодами. Этот прибор принадлежит к тому же семейству многофункциональных РЭМ InTouchScores, что и настольная модель JCM-7000 (NeoScore четвертого поколения), и высокопроизводительный аналитический растровый электронный микроскоп JSM-IT500.

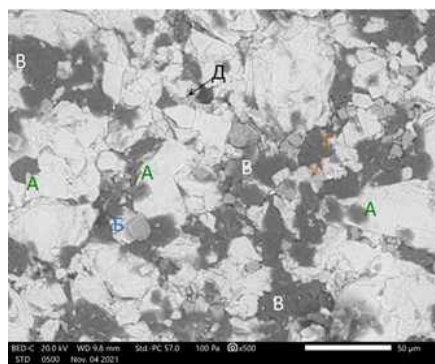
В результате анализа определен элементарный состав молибденового промпродукта. Исходя из результатов анализа можно увидеть, что молибден в пробе составляет 25,5%, S – 18,54%, Si – 6,12%, Cu – 8,9%, O – 31,18%, Fe – 3,74%. Для более точного определения структуры проб промпродуктов молибденового производства сделали несколько снимков с увеличением от 90х до 3300х.

В работе [10] показан структурный анализ молибденовых окислов, который показан в виде минерала представляющий собой игольчатое состояние. Исходя из литературных данных, по структурам минералов можно определить визуально какие минералы находятся в пробе на основании таблицы данных элементарного состава анализируемого объекта.

Из снимков (рис. 3) и данных табл. 1 можно определить, что в пробе молибденового промпродукта находятся в основном сульфиды



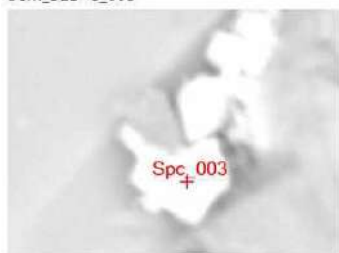
а) 3300x



б) 500x

Рис. 3. Снимки электронного сканирующего микроскопа с увеличением 3300x и 500x

Sem_BED-C_005



1 μm

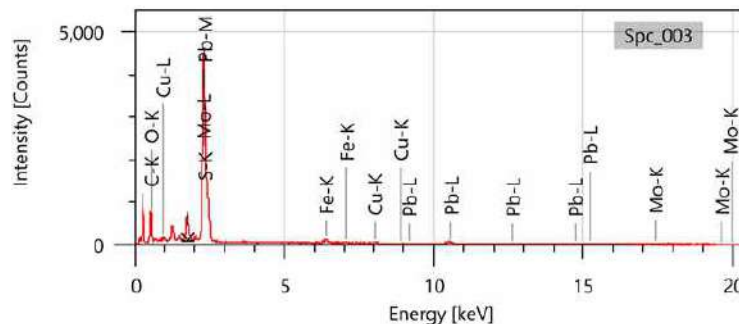


Рис. 4. Общий элементарный анализ отдельного участка пробы промпродукта молибденового производства

ILMIY-LABORATORIYA IZLANISHLARI

молибдена, халькопирит, пирит и различные сульфиды железа, а также SiO₂ и окислы железа. В снимке (рис. 3, б) определено показано, какие частицы находятся в каких точках поверхности. Например, А – сульфиды молибдена, Б – силикаты, В – окислы железа (гематит, гетит и т.п.), Г – возможные тяжелые металлы (Pb, Pd), Д – углеродистые

соединения. На рис. 4, для детального определения тяжелого металла снимок увеличен до 3300x и определен элементарный состав данного участка, который представлен в табл. 2.

Далее методом картирования (mapping) определим в каком состоянии находятся элементы в исследуемом объекте (рис. 5).

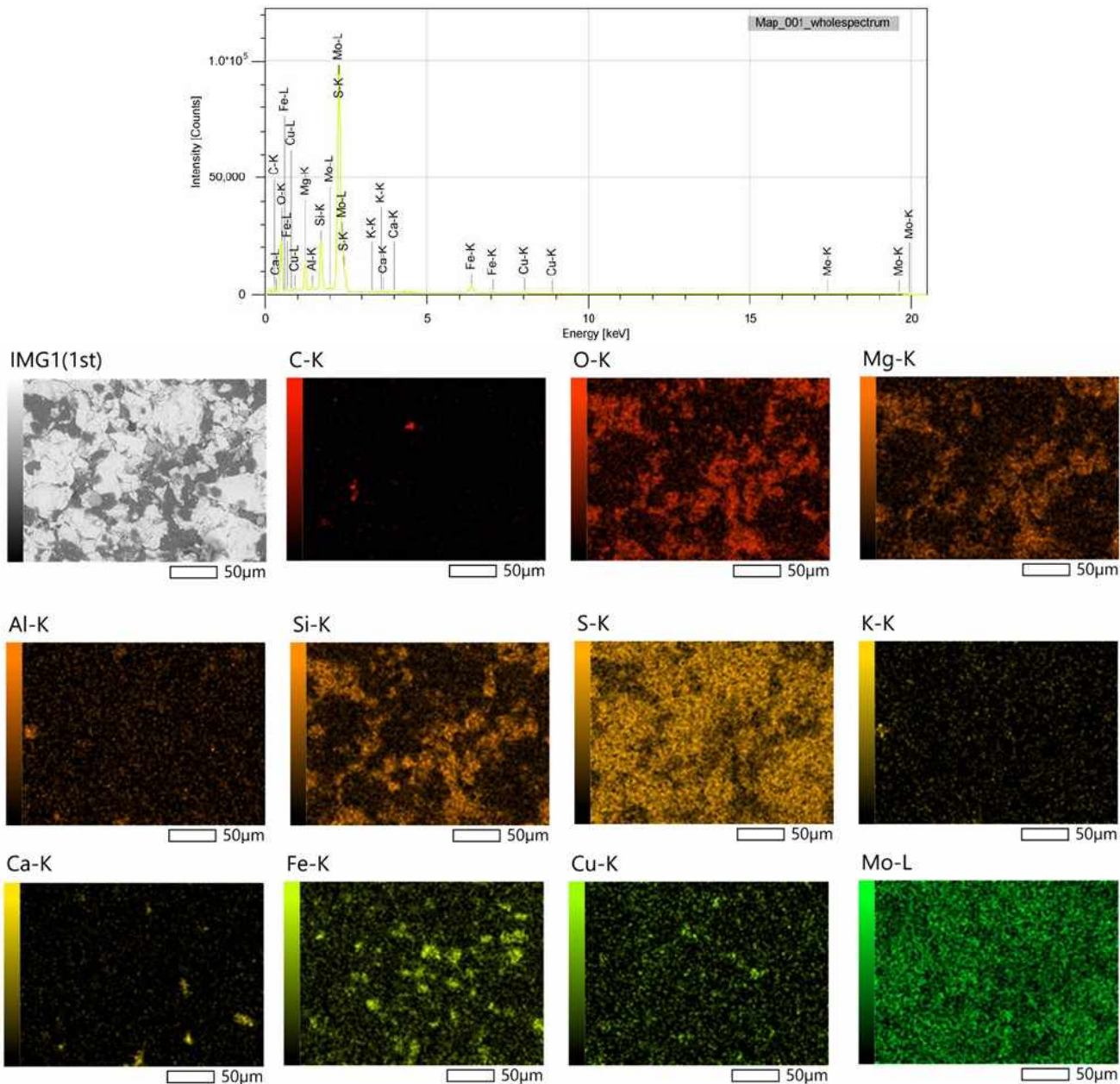


Рис. 5. Результаты анализа ЭДС проб молибденового промподукта

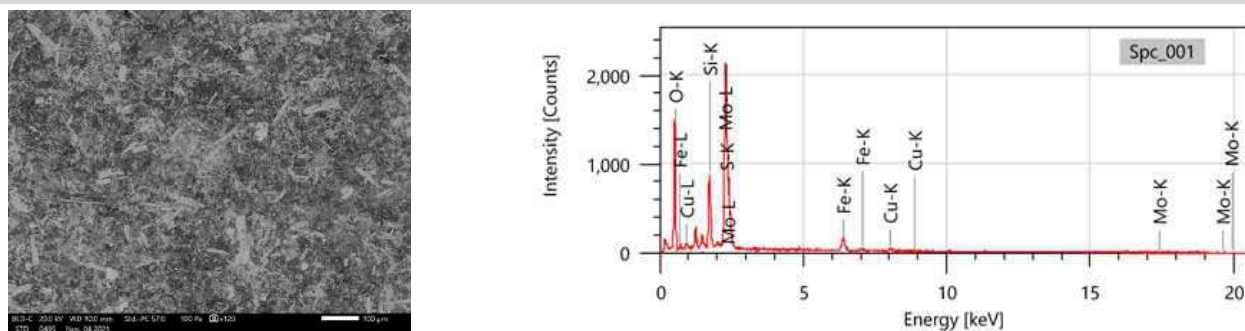


Рис. 6. Общий элементарный анализ всей поверхности пробы огарка промподукта молибденового производства

Вышеуказанные анализы показывают, что проба молибденового промпродукта содержит молибден в соединениях сульфида, а Al, Fe, Mg и Si в форме окислов. При определении структуры молибденового промпродукта выяснили содержание халькопирита, пирита и сульфидов железа. Выполнены анализы определения элементарного состава пробы огарков промпродукта молибденового производства. В ходе работ получены снимки электронного сканирующего микроскопа.

В отличие от промпродуктов молибденового производства в огарках основная часть молибденовых сульфидов образует молибденовые окислы. Из рис. 6 видно, что яркие частицы выражающие молибденовые соединения видны в игольчатом строении и это значит, что основная часть сульфидов при окислительном обжиге окислена.

На рис. 6 показано что окисленные частицы молибдена имеют размер до 100 мкм. Однако, наличие сульфидных соединений молибдена тоже невозможно отрицать. В табл. 1 и 3 можно сравнить содержания серы и молибдена, которые показывают окисление сульфидных частиц. В табл. 1 показано, что содержание серы на промпродуктах молибденового производства составляет 18,54%, на огарках остается 4,69% серы (табл. 3).

На рис. 7 показано изменение структуры молибденового промпродукта после окислительного обжига. Увеличение массовой доли кислорода и уменьшение сульфидов указывает на качество процесса окислительного обжига.

Таблица 3
Элементарный состав общей площади пробы огарков молибденового промпродукта

Элемент	Масса, %	Атомная доля, %
O	42,45 ± 0,45	73,12 ± 0,82
Mg	1,84 ± 0,07	1,34 ± 0,10
Al	1,03 ± 0,05	2,20 ± 0,09
Si	5,94 ± 0,11	1,52 ± 0,07
S	4,69 ± 0,16	6,10 ± 0,12
Fe	4,26 ± 0,13	4,29 ± 0,10
Cu	2,00 ± 0,13	0,77 ± 0,06
Mo	37,79 ± 0,49	10,67 ± 0,11
Всего:	100,00	100,00

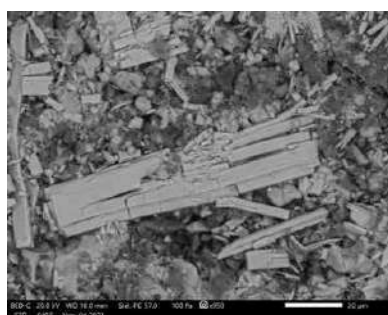
Изучением механизмов окисления и определением параметров окислительного обжига можно определить оптимальные условия обжига.

На рис. 8 показаны структуры окисленного образца, сульфидные частицы содержатся в незначительном количестве. Основная часть образца покрыта окислами молибдена, также в табл. 3. показано, что образец содержит 42,45% кислорода и 37,79% молибдена, до 5-6% дополнительных составляющих, как Fe, Cu, Si, Al и Mg.

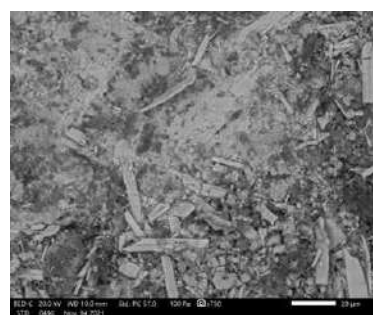
Сделано несколько снимков и проведён элементарный анализ образцов пыли окислительного обжига молибденового производства.



Рис. 7. Изменение структуры молибденового промпродукта при окислительном обжиге



а) 950x



б) 750x

Рис. 8. Снимки электронного сканирующего микроскопа с увеличением 950x и 750x

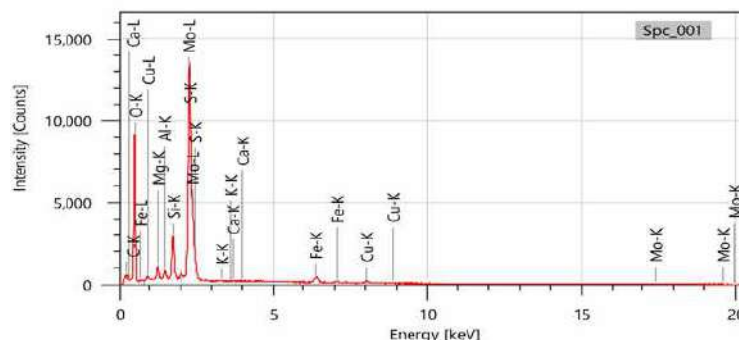
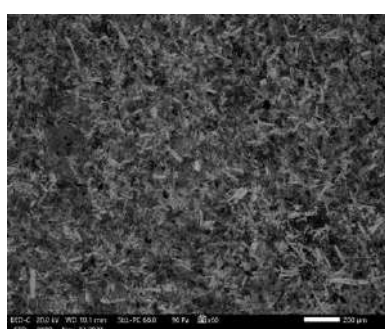


Рис. 9. Общий элементарный анализ всей поверхности пробы пыли молибденового производства

Выше, на *рис. 9* представлен увеличенный до 60x снимок молибденовой пыли под ускоряющим напряжением 20,0 кВ и низком вакууме.

Элементарный состав пыли определен для дальнейшего уточнения формы состояния элементов в образце (*рис. 10*). В составе пыли содержится намного больше серы, чем остатков молибденового продукта. Это объясняется тем, что улетающая пыль недоокислена, молибден в ней остается в сульфидной форме до 7-8%.

Для уточнения результатов анализа и нахождения формы и структуры минералов в образце провели электронно-дисперсионный спектральный анализ на сканирующем электронном микроскопе JEOL IT200.

На *рис. 11* видно, что крупная игольчатая частица содержит молибден, а также частица ярче остальной части участка. Игольчатое строение данного минерала означает, что этот минерал оксид молибдена, теперь можно сравнивать результаты показателей кислорода, так как картина кислородом возможно подтверждает данное мнение. На *рис. 12* сравниваются сигналы Lα – линии молибдена и Kα – линии кислорода. Следы выбранной частицы почти одинаковы на обеих рисунках, и это означает, что в данной области образца кислород и молибден связаны, или можно сделать вывод, что молибден здесь находится в окисленном состоянии. Сравнивая рисунки, можно увидеть точки нахождения алюминия. Алюминий представляет собой легкий цветной металл, поэтому на снимках показан темнее (*рис. 13*)

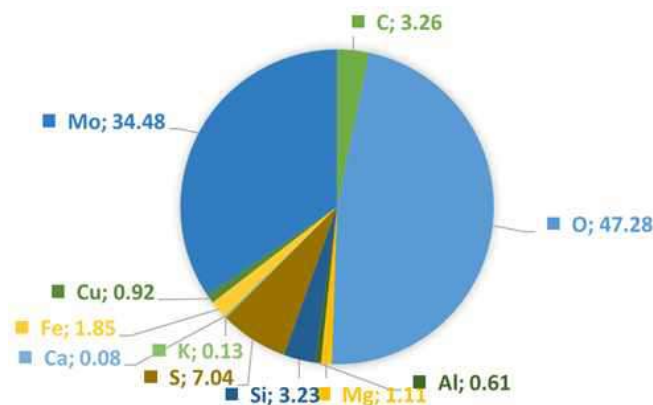


Рис. 10. Элементарный состав образца пыли молибденового производства

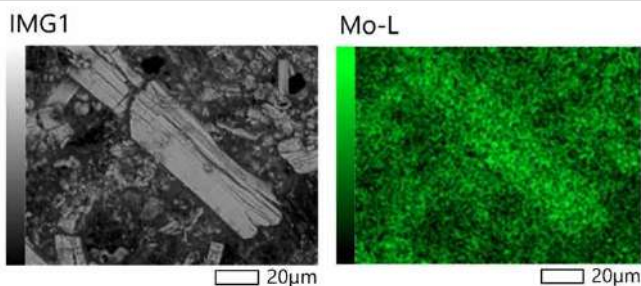


Рис. 11. Определение минеральных частиц методом ЭДС

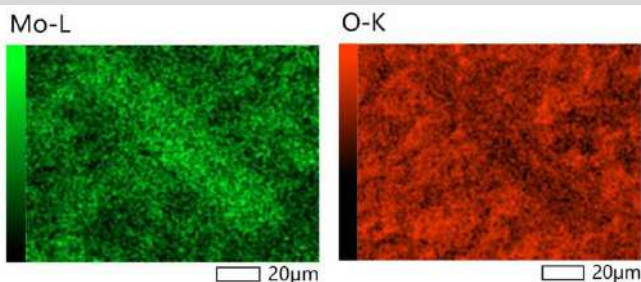


Рис. 12. Сравнение минеральных частиц методом ЭДС (Mo-O)

На *рис. 14* показано наличие талька ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$) в образце. Просвечивание магния и кремния находится в основном на одинаковых местах поверхности.

На *рис. 15* показано наличие окисленных частиц молибдена и ферромolibдена на исследуемом образце.

Элементный состав участков образца показан в *табл. 4*. Структура поверхности показывает окисленные частицы до размера 100 µm.

Исследование отдельного участка пробы произведено для определения более темной крупной частицы, расположенной в центральной части площади. Было выяснено, что данная частица содержит соединения углерода и окисленные соединения железа. Это предположение подтверждается в исследованиях методом картирования (ЭДС) (*рис. 16*). Просвечивающие районы Fe-Kα и O-Kα расположены в одной части участка.

На основе проведенных опытов можно сделать следующие выводы. В промышленных условиях предварительная сушка материала происходит в барабанных сушилках.

Предлагаемый процесс сушки отличается от существующих тем, что влажный кек W- 32-36% с большой сложностью поступает с начала в первую сушильную печь, где сушится при температуре 350°C, затем во вторую трубчатую горизонтальную сушильную печь при температуре до 650°C, сушка осуществляется до влажности W- 17-20%. После чего, продукт поступает на трубу-сушилку, где сушится до влажности W- 0,5-1%.

Таблица 4
Элементарный состав участков образца

Элемент	Линия	Масса, %	Атомная доля, %
C	K	6,00 ± 0,17	11,33 ± 0,32
O	K	46,41 ± 0,45	65,47 ± 0,64
Mg	K	0,70 ± 0,05	0,66 ± 0,05
Al	K	1,47 ± 0,06	1,23 ± 0,05
Si	K	3,31 ± 0,08	2,67 ± 0,07
S	K	13,88 ± 0,19	9,81 ± 0,14
Ca	K	0,75 ± 0,05	0,42 ± 0,03
Cr	K	0,82 ± 0,06	0,36 ± 0,03
Fe	K	8,72 ± 0,19	3,55 ± 0,08
Mo	L	17,90 ± 0,43	4,23 ± 0,10
Всего:		100,00	100,00

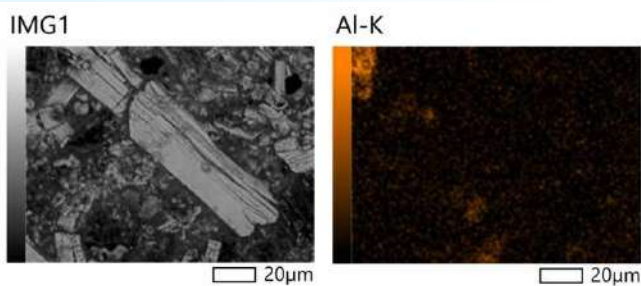


Рис. 13. Определение формы нахождения алюминия методом ЭДС

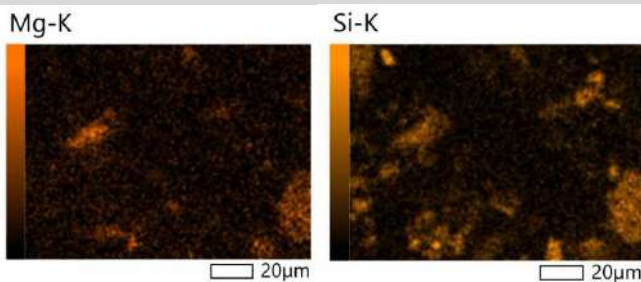


Рис. 14. Определение формы нахождения минералов Mg-Si

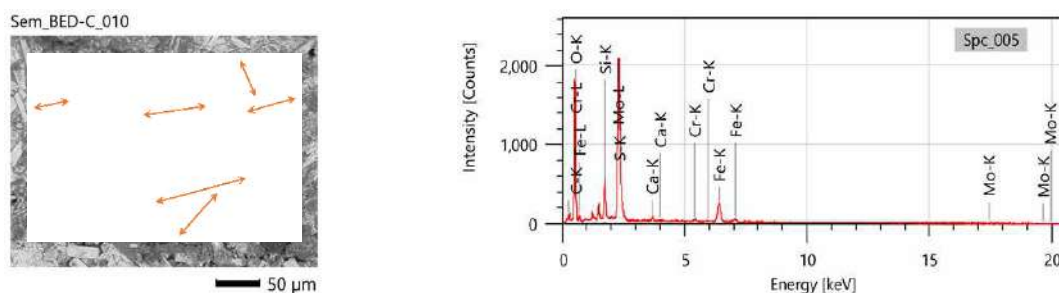


Рис. 15. Общий элементный анализ отдельного участка образца пыли молибденового производства

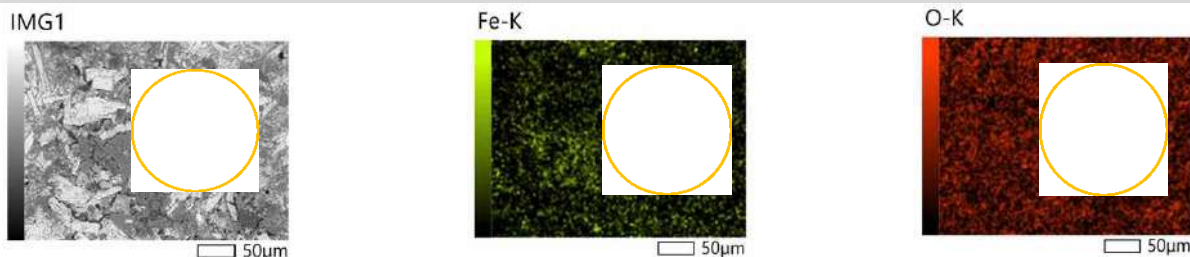


Рис. 16. Картирование отдельного участка пробы

После сушки горячий подсушенный материал поступает в обжиговую печь. После низкотемпературного твердофазного обжига получают огарок.

Пыль, выходящая из трубы-сушилки улавливается с помощью электрофильтров и подается в обжиговую печь. Пыль улавливается из отходящих газов с помощью циклонов.

Отходящий горячий газ, выводящийся из циклонов используется для предварительной сушки материала в барабанной трубе сушилки. Эффективное использование энергоресурсов является одним из главных составляющих энергоемкого металлургического предприятия.

Энергосбережение и снижение энергоемкости производства являются одними из самых приоритетных направлений энергетической стратегии Узбекистана.

В целях повышения энергоэффективности производства в мировой практике металлургии проводятся исследования по разработке различных технологий, обеспечивающих снижение расхода кокса и природного газа (рециклинг отходящего газа, применение биотоплива и др.). Для реализации дополнительного сокращения природного газа (для сушки материала используются горячие отходящие газы), повышения производительности обжиговой печи используется горячий воздух, который получают путем нагрева атмосферного воздуха до $T=350\text{ }^{\circ}\text{C}$ специально установленными трубами внутри газохода обжиговой печи. Горячий воздух подается в печь со дна (снизу) чтобы создать «кипящий слой». Применение эффективных энергосберегающих мероприятий в металлургическом производстве позволит сократить потребление покупных энергетических ресурсов, снизить энергоемкость получаемых продуктов.

Библиографический список:

1. Марин Т., Утигард Т. и Эрнандес К. Кинетика обжига концентратов молибденита, 2009 г. *Canadian Metallurgical Quarterly*, 48: 1, 73-80, DOI: 10.1179 / 2009.48.1.73
2. Вилькомирский И.А. Процесс рециркуляции кипящего слоя для обжига молибденистых концентратов (Т). Университет Британской Колумбии, 1974 г. <https://open.library.ubc.ca/collections/ubctheses/831/items/1.0078690>.
3. Толибов Б.И., Хасанов А.С. Исследования в области интенсивного окислительного обжига молибденовых шламов. *Американский журнал прикладных наук*, 3 (09), 2021 г. – С. 57–66. <https://doi.org/10.37547/tajas/Volume03Issue09-09>.
4. Александров П., Медведев А., Имидеев В., Московских Д. Химия и механизм взаимодействия концентрата молибденита с хлоридом натрия при нагревании в присутствии кислорода. *Металлургические операции и операции с материалами*. Январь 2017 г. DOI: 10.1007 / s11663-016-0889-1.
5. Хасанов А.С., Толибов Б.И. Обжиг молибденовых кеков в печи нового типа для интенсивного обжига // *Горный вестник Узбекистана*. – №4 (75), 2018. – С. 131-135.
6. Ресслер Т., Винольд Дж., Джентофт Р., Тимпе О. и Нейсиус Т. Кинетика твердофазного окисления MoO_2 исследована методом рентгеновской абсорбционной спектроскопии с временным разрешением. *Твердотельная связь*, 119 (3), 2001 г. – С. 169-174. DOI: 10.1016 / s0038-1098 (01) 00223-x.
7. Рамадораи Г., Уодсворт М., Хансен К. Кинетика окисления диоксида молибдена // *Металлы*. Пер. В, 6 (1975) 579-584.
8. Кахруман К., Юсуфоглу И., Октай Э. Кинетика окисления MoO_2 до MoO_3 кислородом при повышенных температурах. *Инс. Мин. Металл.*, 108. 1999 г. – С. 8-14.
9. Алеман-Васкес Л., Торрес-Гарсиа Э., Родригес-Гатторно Г., Дж. Окоплан-Флорес, Камачо-Лопес М., Дж. Кано. Процесс окисления MoOxSu до MoO_3 : кинетика и механизм, *J. Solid State Chem*, 177. 2004 г. – С. 3281-3289.
10. Хасанов А.С., Толибов Б.И. Исследование возможности процесса окисления сульфидных материалов в печи интенсивного обжига. *Горный журнал*. – № 9, 2018. – С. 85-88.
11. Сельчук Кан, Каган Бензешик, Омюр Кан Одабаши, Онуралп Юсель. Исследование обжига концентрата молибденита в камерных и вращающихся печах. *Горное дело, металлургия и разведка*. 2021 г. 38: 1597–1608.
12. Хасанов А.С., Толибов Б.И., Пирназаров Ф.Г. Преимущества низкотемпературного обжига молибденовых лепешек // *Международная научно-практическая конференция на тему: «Международный научный обзор проблем и перспектив современной науки и образования»*. – Бостон-США, 2019. – С. 17-18.
13. Толибов Б.И., Хасанов А.С., Пирназаров Ф.Г. Переработка молибденосодержащих продуктов в условиях ГП РМиРА АГМК // *Материалы международной конференции «Комплексное инновационное развитие Зарафшанского региона: достижения, вызовы и перспективы»*. – Навои, 27-28 ноября 2019 г. – С. 139-143.

ИНТЕРВАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ НЕВЗРЫВЧАТОЙ РАЗРУШАЮЩЕЙ СМЕСИ НА ШПУР И ЭКРАНИРУЮЩИЕ ПЛАСТИНКИ



Рахматов С.Х.,
доцент кафедры «Высшая математика и информационные технологии», к.ф.-м.н. НГГИ



Худайбердиев О.Ж.,
ст. преподаватель кафедры «Высшая математика и информационные технологии» НГГИ



Заирова Ф.Ю.,
инженер ИЦ по ВНТ НГМК

Maqolada portlovchi bo'lmagan vayron qiluvchi aralashmani qo'llashda quduqlardagi ichki bosimni aniqlashning matematik modeli ishlab chiqilgan bo'lib, bu massivdagi jinslarning bir tekis ajralishini olish imkonini beradi. Devorning qarama-qarshi tomonlarida portlovchi bo'lmagan vayron qiluvchi aralashmani ta'sir kuchlarini gorizont tekis chiziq bo'ylab yo'naltiradigan elliptik qalay plasnikalarini qo'yish taklif etiladi. Quduqning devorlariga va sun'iy ravishda ochilgan ekranlash plitasiga o'tkaziladigan bosimning ta'siri o'rganiladi, bu toshning deformatsiyasiga va asosiy yoriqlar hosil bo'lishiga olib keladi.

Tayanch iboralar: portlamaydigan vayron qiluvchi aralashma, quduq, ekranlash plitasi, bosim, hajm, kesish kuchlari, bo'ylama kuchlar, kuchlanish, interval, intervalning kengayishi, intervalning kengligi.

В статье разработана математическая модель определения внутреннего давления в шпурах при использовании невзрывчатой разрушающей смеси (НРС), позволяющая получить ровный отрыв горных пород в массиве. Предлагается, по противоположным сторонам стенки, ставить эллипсовидные жестяные пластинки, которые направляют силы действия НРС по горизонтальной прямой. Изучается влияние давления, которое передается на стенки шпура и искусственно выставленной экранирующей пластинки, вызывая деформацию породы и образование магистральных трещин.

Ключевые слова: невзрывчатая разрушающая смесь, шпур, экранирующая пластинка, давление, объем, поперечные силы, продольные силы, напряжение, интервал, интервальное расширение, ширина интервала.

В процессе разрушения горных пород в основном используются взрывчатые вещества в открытом виде. При взрыве горных пород, удар волны от взрыва наносит нежелательные и различные ущербы, как самой породе, так и для экологии окружающей среды. Именно по этой причине использование НРС привлекает больше интересов специалистов при разработке горных пород. При использовании НРС, заливаемой в шпур, постепенно, в результате реакции она твердеет, увеличиваясь при этом в объеме. Увеличение объема сопровождается развитием давления на стенки шпура. При этом в теле вмещающего объекта развиваются напряжения, значения которых могут превысить его предельную прочность при растяжении, что и приведет к разрушению объекта. Эти трещины образуются в результате химико-физических реакций применяемых НРС [1-2]. Трещины могут образовываться в произвольном месте скважины и развиваться в любом направлении. В результате, полученный материал может быть непригодным или некоторую её часть приходится браковать. В общем, образование этих трещин зависит от множества факторов. Например, они зависят от состава применяемой смеси, учитываются материал горной породы, диаметр и глубина скважин, расстояние между скважинами, прочность, расширяемость и сжимаемость породы и т. п. В этом случае задача о получении сплошной линии в результате появляющихся трещин при использовании НРС становится трудно решаемой. Если использовать те или иные методы, то можно дать направление этим трещинам, чтобы в конечном результате получить соединенные трещины, которые в итоге образуют сплошную линию трещин между скважинами [3]. В этих целях предлагается использовать эллипсовидные экранирующие пластинки, по противоположным сторонам шпура. Как известно, именно эллипсовидная экранирующая пластинка может выдержать высокое давление, оказываемое на пластинку, в силу равномерного распределения давления по поверхно-

сти пластинки. После того, как определена форма экранирующей пластинки, то дальнейшие исследования будем вести по определению силы давления в шпурах при использовании НРС. Задача заключается в следующем, при какой величине оказываемое давление на стенки шпура, создаваемое напряжением НРС превысит прочность породы и образует трещины в шпурах. Именно такие обстоятельства вынуждают исследователей к поиску оптимальных решений. Решение поставленной задачи в интервальном варианте дает широкий диапазон для расположения скважин, но указывает точные границы, что является одним из существенных факторов в рассмотрении задач взрывных работ по горным породам.

Ниже приводим некоторые сведения [4] решения задачи в вещественном варианте, которые используются для изложения решения задач в интервальном варианте.

Вещественный вариант решения задачи.

Согласно гипотезе Ньютона [5], сила сопротивления НРС в шпуре будет иметь вид:

$$F = \pm \eta S \frac{du}{dy}, \quad (1)$$

где η – вязкость НРС, S – площадь поперечного сечения шпура,

$\frac{du}{dy}$ – скорость течения реакции НРС.

Давление смеси в шпуре выражается формулой:

$$\rho = \frac{F}{S},$$

или

$$F = \rho S. \quad (2)$$

Из формул (1) и (2) получим:

$$\rho S = \pm \eta S \frac{du}{dy}.$$

Следовательно,

$$\rho = \pm \eta \frac{du}{dy}. \quad (3)$$

Если учесть то, что скорость течения реакции:

$$\frac{du}{dy} = v$$

и плотность $\rho = m/V$ НРС в шпурах, тогда выражение для давления будет иметь следующий вид:

$$\rho = \frac{\rho F}{S} = \frac{\pm m \eta S \frac{du}{dy}}{VS} = \pm \rho \eta \frac{du}{dy} = \pm \frac{\eta m v}{V}.$$

Итак,

$$\rho = \pm \frac{\eta m v}{V}.$$

Для полного определения давления в шпурах к полученному выражению давления нужно добавить напряжение, которое появляется в шпурах в результате расширения НРС:

$$\rho = \pm \frac{\eta m v}{V} + \tau + \delta, \quad (4)$$

где δ – нормальное напряжение:

$$\delta = \frac{N}{S};$$

T – касательное напряжение:

$$\tau = \frac{Q}{S},$$

здесь Q – поперечная сила, S – площадь поперечного сечения шпура.

Если использовать T – касательное напряжение как $\tau = G\gamma$ – закон Гука при сдвиге, где G – модуль сдвига,

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)},$$

E – модуль упругости, μ – коэффициент Пуассона, то давление можно определить по следующей формуле:

$$\rho = \pm \frac{\eta m v}{V} + \tau + \delta = \pm \frac{\eta m v}{V} + G\gamma + \delta.$$

или окончательно получим

$$\rho = \pm \frac{\eta m v}{V} + G\gamma + \delta. \quad (5)$$

Это выражение определяет силу давления в шпурах под действием НРС в вещественном варианте.

Теперь изложим решения поставленной задачи в интервальном варианте, мотивируя это из следующих соображений.

Те величины, используются для определения давления в шпурах такие как вязкость, скорость и напряжение, колеблются в некоторых промежутках, в результате чего давление также является величиной находящейся в определенном промежутке [6, 7].

Именно по этой причине все эти величины можно рассмотреть, как интервальные.

Интервальный вариант решение задачи.

Учитывая вышесказанное, изложим интервальный вариант решаемой задачи, предварительно оговаривая следующие замечания:

Замечание 1:

– для получения интервальных величин используем определения приведенные в данных [8].

Замечание 2:

1) Будем использовать полную интервальную арифметику Каухера, которую принято обозначать **KR** в отличие от **IR**. Это означает что, если $* \in \{+, -, \cdot, /, \}$, то операции (*) выполнены в **KR**.

2) Запись для переменных со шрифтом «жирный» означает интервальность этих величин.

Отметим, что через $\tau = [\underline{\tau}, \bar{\tau}]$ обозначен интервал, где $\underline{\tau}$ и $\bar{\tau}$ означают нижнюю и верхнюю границу интервала τ , а также этот факт используем для интервалов

$$\rho = [\underline{\rho}, \bar{\rho}], v = [\underline{v}, \bar{v}] \text{ и } \eta = [\underline{\eta}, \bar{\eta}].$$

Тогда выражение для давления в интервальных записях имеет следующий вид:

$$\rho = \pm \frac{\eta m v}{V}.$$

Для полного определения давления в шпурах в интервальном варианте, к полученному выражению давления нужно добавить напряжения, также выраженные в интервальных величинах, которое появляется в шпурах в результате расширения НРС:

$$\rho = \pm \frac{\eta m v}{V} + \tau + \delta, \quad (6)$$

где δ – нормальное напряжение:

$$\delta = \frac{N}{S},$$

N – продольная сила;

δ – касательное напряжение:

$$\tau = \frac{Q}{S},$$

здесь Q – поперечная сила, S – площадь поперечного сечения шпура.

Если использовать τ – касательное напряжение как $\tau = G\gamma$ – закон Гука при сдвиге, где G – модуль сдвига, равный

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)},$$

E – модуль упругости, μ – коэффициент Пуассона, то давление в интервальном варианте можно определить по следующей формуле:

$$\rho = \pm \frac{\eta m v}{V} + \tau + \delta = \pm \frac{\eta m v}{V} + G\gamma + \delta. \quad (7)$$

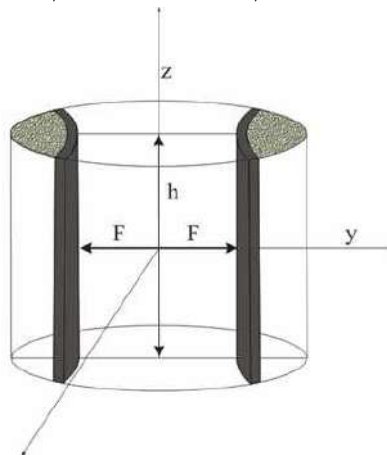


Рис. 1. Силы давления, действующие на поверхность шпура и эллипсоидные экранирующие пластинки

Формула (7), полученная для определения давления в шпур в интервальном варианте, содержит величину

$$\rho = \pm \frac{\eta m v}{V} + G\gamma + \delta,$$

полученного вещественного решения, т.е.

$$\rho \in \rho.$$

Для численного решения поставленной задачи, полученный результат в интервальном варианте указывает нижнюю и верхнюю границу давления в шпурах, что даёт возможность исследователям принять эффективное и экономичное решение. На рис. 1 [4], проиллюстрирована сила давления в шпурах, оказываемая НРС как на стенки породы, так и на эллипсоидные экранирующие пластинки.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

Для НРС получена формула давления в интервальном варианте, оказываемая в шпурах, в результате чего образуются трещины в горной породе.

Согласно этой формуле, сила давления должна быть больше, чем сила растяжения (или сжатия) породы, которую требуется разрушить с применением НРС.

Разработана формула в интервальном варианте и установлены зависимости изменения сжимающего напряжения, вызванного действием НРС у стенок шпура, коэффициента Пуассона, предела прочности породы при растяжении и дополнительного напряжения, необходимого для перемещения стенок блока на некоторую величину и ее раскрытия.

Библиографический список:

1. Невзрывчатое разрушающее средство (НРС). Технические условия ТУ21-53-22-87. – М.: МПСМ СССР, 1987. – 37 с.
2. Норов Ю.Д., Заиров Ш.Ш., Равшанова М.Х. Разработка невзрывчатого разрушающего состава с использованием компонентов из местного сырья // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2018. – №4. – С. 136-139.
3. Худайбердиев О.Ж., Джураева Н.М., Норов Г.М., Жумабоев Э.О. Математическое моделирование получения непрерывных трещины в шпурах с использованием невзрывчатых разрушающих смесей. Научный вестник Бухарского государственного университета. – №3, – 2020.
4. Худайбердиев О.Ж., Рахматов С.Х., Карабекян С.Х. Определение давления невзрывчатой разрушающей смеси на шпур и экранирующие пластинки. Материалы международной научно-практической конференции на тему «Современные тенденции и инновации в науке и производстве». КузГТУ. – Междуреченск, 2021 г. – С. 180.
5. Степанова Т.Ю., Бойцова В.В. Прикладная механика: учебное пособие, – Иваново, 2018. – 156 с.
6. Zairov Sh., Ravshanova M., Karimov Sh. Scientific and technical fundamentals for explosive destruction of the mass composed of rocks with different hardness / Mining of Mineral Deposits. National Mining University, 2017. Volume 11. Issue 2, pp. 46- 51.
7. Zairov Sh., Ravshanova M., Karimov Sh. Intensification of technological processes in drilling and blasting operations during open-cut mining in Kyzylkum region / Mining of Mineral Deposits. National Mining University, 2018. Volume 12. Issue 1, pp. 54-60.
8. Шарый С.П., Конечномерный интервальный анализ. – Новосибирск. «XYZ», 2019. – 630 с.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, № 4 (87) pp. 70-72

INTERVAL METHOD FOR DETERMINING THE PRESSURE OF A NON-EXPLOSIVE DESTRUCTIVE MIXTURE ON THE BOREHOUSE AND SHIELDING PLATES

¹Khudayberdiev O. Zh., Senior Lecturer of the Department of Higher Mathematics and Information Technologies, khudayberdiyev@mail.ru,

¹Rakhmatov S.Kh., Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics and Information Technologies. rsafarboy@mail.ru

²Zairova F.Yu., engineer IC for the INT NMMC.

¹Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan.

²Navoi Mining and Metallurgical Combine, Navoi, Uzbekistan.

The article developed a mathematical model for determining the internal pressure in boreholes using a non-explosive destructive mixture (LDC), which allows to obtain an even separation of rocks in the massif. It is proposed, on opposite sides of the wall, to put elliptical tin plates, which direct the forces of action of the LDC along a horizontal straight line. The influence of pressure, which is transmitted to the walls of the borehole and the artificially exposed shielding plate, is studied, causing deformation of the rock and the formation of main cracks.

Keywords: non-explosive destructive mixture, borehole, shielding plate, pressure, volume, shear forces, longitudinal forces, stress, interval, interval expansion, interval width.

References:

1. Non-explosive destructive agent (LDC). Technical conditions ТУ21-53-22-87. – Ed. January 1987. – М.: MPSM USSR, 1987. – 37 p.
2. Norov Yu.D., Zairov Sh.Sh., Ravshanova M.Kh. Development of non-explosive destructive composition using components from local raw materials // Gorny Vestnik of Uzbekistan. – Navoi, 2018. – No. 4, pp. 136-139.
3. Khudaiberdiev O.Zh., Dzhuraeva N.M., Norov G.M., Zhumaboev E.O. Mathematical modeling of continuous cracks in boreholes using non-explosive destructive mixtures. Scientific Bulletin of Bukhara State University. – No. 3, 2020.
4. Khudaiberdiev O.Zh., Rakhmatov S.Kh., Karabekyan S.Kh. Determination of the pressure of the non-explosive destructive mixture on the borehole and shielding plates. Materials of the international scientific and practical conference on the topic "Modern trends and innovations in science and production." KuzGTU. – Mezhdurechensk, 2021. – 180 p.
5. Stepanova T.Yu., Boytsova V.V. Applied mechanics: textbook. – Ivanovo, 2018. – 156 p.
6. Zairov Sh., Ravshanova M., Karimov Sh. Scientific and technical fundamentals for explosive destruction of the mass composed of rocks with different hardness / Mining of Mineral Deposits. National Mining University, 2017. Volume 11. Issue 2, pp. 46- 51.
7. Zairov Sh., Ravshanova M., Karimov Sh. Intensification of technological processes in drilling and blasting operations during open-cut mining in Kyzylkum region / Mining of Mineral Deposits. National Mining University, 2018. Volume 12. Issue 1, pp. 54-60.
8. Shary SP, Finite-dimensional interval analysis. – Novosibirsk: "XYZ", 2019. – 630 p.

VERMIKULIT RUDALARINI BOYITIB TURLI MAHSULOTLAR OLISH IMKONIYATLARI



Aripov A.R.,
NDKI «Metallurgiya» kafedrası
katta o'qituvchisi



Saidaxmedov A.A.,
NDKI «Metallurgiya» kafedrası
dotsenti, PhD



Axtamov F.E.,
NDKI «Metallurgiya» kafedrası
dotsenti, PhD

Ushbu maqolada tabiiy vermikulitning asosiy xususiyatlari keltirilgan, vermikulitning mineralogik va kimyoviy tarkibi hamda termik tahlil natijalari, shuningdek vermikulit rudasini boyitishning texnologik sxemasi haqida ma'lumotlar berilgan.

Tayanch iboralar: minerallar, vermikulit, maydalash, g'alvirlash, quritish, kuydirish, havo yordamida saralash, kengayish, issiqlik izolatsiyasi, harorat, kuyindi.

В статье приведены основные свойства природного вермикулита, результаты химического, минералогического и термического анализа, а также приведены сведения о технологических схемах обогащения вермикулита.

Ключевые слова: минералы, вермикулит, дробление, грохочение, сушка, обжиг, воздушная сепарация, теплоизоляция, температура, огарок.

Vermikulit qatlamli magnezial aluminiyli va magnezial temirli alyumosilikatlar guruhiga mansub bo'lib, o'zining kristall tuzilishida suv molekulasini qatlami bo'ladi. Vermikulitning ishlab chiqarish qiymatiga ega bo'lgan asosiy xossasi uni 600-1200°C haroratda kuydirganda shishib, hajmini 8-12 marta (ba'zida 30 marta) kattalashishidir. Shishgan vermikulit sochiluvchan, yengil, yuqori g'ovakli material bo'lib, kumush yoki oltinrang namoyon qiladi. U yuqori issiqlik va tovush himoyalash xossasiga ega bo'lib, zaharsiz, hidsiz bo'ladi. Zarrachalar o'lchami 5-15 mm bo'lgan shishgan vermikulitning zichligi 90-160 kg/m³, nisbatan mayda zarrachalar uchun 200 kg/m³ gacha yetadi.

Jahon amaliyoti shuni ko'rsatadiki, vermikulit oddiy va samarali issiqlik himoyalovchi material hisoblanadi. U tashqi devorlar, tomlar, pollarda yonmaydigan sochiluvchan, issiqlikni himoyalovchi material sifatida ham ishlatilishi mumkin.

Shishgan vermikulitning muhim afzalligi shundaki, u noto'g'ri shakllardagi bo'shliqlarni to'ldirishi mumkin. Uni qurilish aralashmalari va betonga qo'shib yengillik berish mumkin.

O'zbekistonda vermikulitning istiqbolli konlaridan biri Qoraqalog'istonda joylashgan "Karauzyak" konidir. Bu kon rudasi tarkibida yuqori miqdorda bo'sh tog' jinslari, olivin, peroksen, kalsit, magnetit, apatit, temir gidroksidi va boshqalar uchraydi. Ruda tarkibidagi vermikulitning o'rtacha miqdori 30-35% ni tashkil etadi. "Karauzyak" koni vermikulit rudasining kimyoviy tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

Vermikulit rudasini boyitishning muhim texnologik maqsadi bo'sh tog' jinslari va qo'shimchalarning miqdorini kamaytirish hisobiga kristallar miqdorini oshirishdan iborat. Bunda qayta ishlash jarayonida ruda kristallari buzilmasligi kerak. "Karauzyak" koni vermikulit rudasini boyitish jarayonida o'lchami, shakli va og'irligi bo'yicha qumdan farq qilmaydigan vermikulit zarrachalari hosil bo'lib, ularni ajratish mumkin bo'lmay qoladi. 1-rasm "Karauzyak" koni vermikulit rudasini boyitishning texnologik sxemasi keltirilgan.

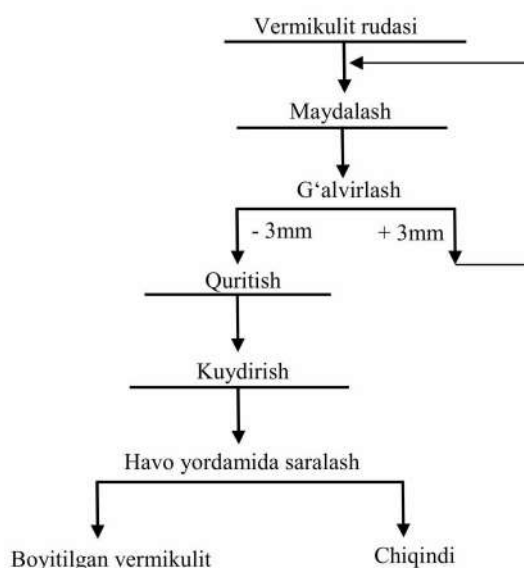
Boyitishda ruda maydalash, g'alvirlash, quritish, kuydirish va havo yordamida saralash jarayonlaridan o'tadi. Kuydirish jarayonida vermikulit zarrachasi bir xil shishmaydi: nisbatan maydalari tez qiziydi va kuchliroq shishadi, yiriklari esa sekin qiziydi va hajmi kamroq kattalashadi. Vermikulit zarrachalarini bir xil shishishini ta'minlash uchun kuydirishdan oldin maydalash va g'alvirlashga berilib, yirikligi bo'yicha bir xillikka keltiriladi.

Kuydirish shishgan vermikulit olishning asosiy jarayoni hisoblanadi. Vermikulitning shishishi haroratni oshirish tezligiga va kuydirish vaqtida chegara qiymatlariga: vermikulit qancha tez va to'liq degidratatsiya bo'lsa, kuydirish mahsulotining hajmiy og'irligi shuncha kichik va sifatli bo'ladi.

Vermikulit rudasining kimyoviy tarkibi

1-jadval

Moddalar	Miqdori, %	Moddalar	Miqdori, %
SiO ₂	37,5	Na ₂ O	0,6
MgO	21,6	CaO	0,85
Al ₂ O ₃	12,5	TiO ₂	1,2
Fe ₂ O ₃	6,4	Cr ₂ O ₃	0,25
FeO	0,8	MnO	0,15
K ₂ O	4,8	H ₂ O	4,8



1-rasm. Vermikulit rudasini boyitishning texnologik sxemasi

Bunday qayta ishlashdan so'ng miqdori 85-95% bo'lgan, issiqlik himoyalovchi materiallar olish uchun xomashyo vazifasini bajaruvchi vermikulit olinadi. O'zbekiston sharoitida mahalliy issiqlik saqlovchi izolyatsiya materiallari ishlab chiqarishda vermikulitdan foydalanish yaxshi samara beradi. U quyunda eng ingichka qismlarni sovutish tezligini pasaytirishi va shu bilan barcha qismlarini bir vaqtning o'zida sovishini ta'minlashi mumkin.

Dunyo amaliyotida issiqlik saqlovchi materiallar ishlab chiqarishda perlitdan foydalanish shamot, silikatlar, gips va asbestdan tayyorlangan qo'shimchalarni qumga o'rnatish orqali, shuningdek, qizdirilgan havoni puflash tizimlarini yaratish orqali quyma qismining nuqsonli chiqishini oldi olinadi. Quymalarning qotishidagi hajmiy kirishuvni qoplash uchun katta kirishuvli qotishmalardan (po'latlar, bronzalar va shunga o'xshash) quymalar chiqarishda aksariyat hollarda ustamalardan foydalaniladi. Opokalarda tayyorlangan quyma detalning shakli olingandan keyin qolipdan moslamalar chiqarib olinadi. Qoliplarni yig'ishdan oldin uning pastki qismiga bo'shliqning shaklini chiqarib beradigan o'zak o'rnatiladi. Yarim qoliplar yig'ilgandan so'ng ichida quymaning tashqi shakli olinadi. Undan tashqari qolip ichida suyuq metallni keltiradigan quyish tizimining qismlari va qolipdan gaz hamda xavo chiqariladigan ventilyatsion kanallar, quyish tizimidagi elementlar (viporlar) bajariladi. O'zaklar maxsus o'zak qutilarida tayyorlanadi. O'zak aralashmalari qolip aralashmasidan puxtarok bo'ladi va unga toza qumlar ko'proq qo'shiladi. Qolipga metall kiritish tizimining qurilmasi qotishmani qolipga bir me'yorda va uzluksiz yuborishni, uning sekin to'lg'azilishini, shlakning va boshqa metalmas qo'shimchalarning ushlab qolinishini ta'minlashi kerak.

Qolipga metall kiritish tizimiga ketadigan metall sarfi eng minimal bo'lmog'i kerak. G'ovaksiz quyma olishning imkoniga suyultirilgan metallni kristallanish jarayonidan boshlab quymani to'liq qotishiga qadar uzluksiz ravishda qolipga yuborish hisobiga erishish mumkin. Shu maqsadda quymada suyultirilgan metall uchun ustamalar (**pribilar**) o'rnatiladi. Ular quymaning eng oxiri qotadigan joylarini eritilgan metall bilan ta'minlashga imkon beradi. *2a-rasm*da ko'rstaligan pribil (1) quymaning yo'g'onlashgan joyi (3) ga eritilgan metallning yetib borishini ta'minlay olmaydi.

Ushbu joyda krishish rakovinasini (2) va g'ovaklik hosil bo'ladi. Quymaning yo'g'onlashgan joyiga ustamalar (4) ni (*2b-rasm*) o'rnatilish kirishish rakovinasini va g'ovaklikni hosil bo'lishining oldini oladi.

Quymalarda kirishish rakovinasini va g'ovakliklarni hosil bo'lishining oldini olishga qoliplarga tashqi sovitgichlar (5) (*2c-rasm*) yoki ichki sovitgichlar (6) ni (*2d-rasm*) o'rnatish imkonini yaratadi. Ushbu sovitgichlar quymaning qotishmasidan tayyorlanadi. Qolipni to'ldirishda ichki sovitgichlar qisman eritiladi va asosiy metall bilan aralashiriladi.

Quymalarda yupqa va qolip devorlarining notekis qotishi hamda quymaning sovishi jarayonida shakl kirishishining tormozlanishi natijasida ichki kuchlanish paydo bo'ladi. Ushbu kuchlanish qancha katta bo'lsa qolip va sterjenlarning moyilligi shuncha kichik bo'ladi. Agar quymaning biror bir joyidagi mustahkamlik chegarasidan quyma qotishmasining ichki kuchlanishi ortib ketsa quymaning tanasida sovuq va issiq darzlar hosil bo'ladi. Issiq darzlar quymalarda solidus temperaturasi yaqin temperaturada

suyuq holatdan qattiq holatga o'tishda metallning kristallanishi va kirishishi jarayonida hosil bo'ladi. Issiq darzlar kristall chegaralar bo'ylab o'tadi va oksidlangan sirtidan iborat bo'ladi.

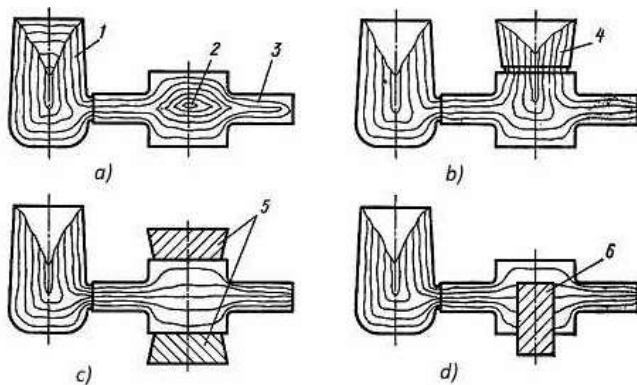
Qotishmalarning issiq darzlar hosil qilishiga moyilligini uning tarkibidagi qo'shimchalar, gazlar (vodorod, kislorod), oltingugurt va boshqa qo'shimchalar orttiradi. Bundan tashqari issiq darzlarning hosil bo'lishiga quymaning yupqa qismidan birdaniga qalin qismga o'tishi, o'tkir burchaklar, bo'rtgan qismi va boshqalar ham sabab bo'ladi. Issiq darzlar hosil bo'lishining oldini olish uchun quyunda mayda donali struktura hosil bo'lishiga sharoit yaratish, quymaning yupqa va qalin devorlarining bir vaqtda sovishini ta'minlash, quyma shaklining beriluvchanligi orttirish, imkon boricha qotishmaning quyish haroratini kamaytirish va boshqa choratadbirlar ko'rish zarur.

Sovuq darzlar eritma to'liq qotganda deformatsiyalanish sohasida hosil bo'ladi. Quymaning yupqa qismi qalin qismiga nisbatan tez soviydi va tez qisqaradi. Natijada quymada kuchlanish hosil bo'ladi va u darzlarning paydo bo'lishiga ta'sir qiladi. Sovuq darzlar ko'pincha murakkab shaklli yupqa qismlarda hosil bo'ladi. Qotishmada zararli qo'shimchalarning (masalan, po'latda fosfor) bo'lishi quymada sovuq darzlarning hosil bo'lish havfini kuchaytiradi. Sovuq darzlar hosil bo'lishining oldini olish uchun quymani barcha kesimlari bo'yicha tekis sovishini ta'minlash maqsadida sovitkichlardan foydalanish zarur. Quyma olish uchun yuqori plastik qotishmalarni qo'llash kerak, qotishmalarni qizdirish (otjig) zarur va shu kabi boshqa usullarni qo'llash mumkin. Quymaning sovishi natijasida hosil bo'ladigan ichki kuchlanish ta'sirida shakl va o'lchamning o'zgarishi qiyshayish deb ataladi. Qiyshayish quymaning shaklini murakkablashtirish va sovish tezligini oshirish natijasida kattalashadi. Quymada qiyshayish hosil bo'lishini oldini olishga qolipning moyilligini oshirish, quymaning ratsional konstruksiyasini yaratish va ustamani sovushini sekinlashtirish zarur va bu jarayonda vermikulitdan foydalanish bilan yaxshi ko'rsatkichlarga erishish mumkin.

Metall va qotishmalar erigan holatda shixta materialining namligidagi, yonilg'ining yonishidan, atrof-muhitdan, qolipga metallni quyishda ko'p miqdorda vodorod, kislorod, azot va oksidlardan boshqa gazlarni aktiv ravishda yutish qobiliyatiga ega. Suyuq metall va qotishmalarda gazlarning erishi haroratini ko'tarilishi bilan ortadi. Qotishmada gazlarning me'yordan ortib ketishi natijasida ular eritmadan gazli pufakchalar ko'rinishida ajralib chiqadi. Gazli pufakchalar quyma sirtga suzib chiqishi yoki quymada qolib gazli rakovinalar, g'ovaklik hosil qiladi. Eritilgan metallni quyishda oqayotgan metall quyish tizimida havoni quyish tizimi kanalning gaz o'tkazuvchi devorlar, ya'ni vermikulit qoplamasi orqali so'rib olishi mumkin. Sababi vermikulit 1350°C haroratgacha erimaydi. Bundan tashqari qolip aralashmasi tarkibidagi namlikning bug'lanishi metall sirtida kimyoviy reaksiyalar natijasida gaz metall tarkibiga kirib borishi mumkin. Shu sababli faqat quyish tizimlari va ustama qismlarda vermikulitdan foydalanish yuqori sifatli quyma olishga yordam beradi.

Ko'pincha hajmi kattaroq quymalar uchun kolipda qo'shimcha bo'shliq ustama (pribil) o'rnatiladi. Ustamada suyuq metall oxirida qotib kirishishini quymaning ichki kismida inkor etadi va gaz g'ovaklaridan saqlaydi. Ustamalar quymada chiqib turadigan kattaroq qismlarni tashqil qiladi. Quyma sovitilib qolipdan ajratilgandan so'ng ustama ko'pincha payvandlash usulida kesib tashlanadi va qayta suyuqlantirish uchun shixta vazifasida ishlatiladi. Shuningdek ustama - quymakorlikda quyilishning eng massiv qismlariga tutashgan va quyish uchun xizmat qiladigan qolipdagi ochiq yoki yopiq bo'shliqlar, quyma sovish va qotish davrida hosil bo'ladigan bo'shliqlar va bo'shashmaslik uchun va quyilishning qisqarishini oldini olish uchun xizmat qiladi.

Ustama yuqoriga va yon tomonga yoki shoxchaga quyilishiga nisbatan joylashishiga qarab tasniflanadi. Dizayni bo'yicha - ochiq va yopiq, shakli - konussimon, silindsimon, yarim shar, sharsimon, boshqacha ko'rinishlarda, ish sharoitlariga ko'ra - atmosfera bosimi bilan, superatmosferadagi gaz bosimi bilan, izolyatsiya qilingan, ekzotermik qo'shimchalar bilan isitilgan turlarga bo'linadi. Taglikning joylashishi, moslamasi va kattaligi shunday bo'lishi kerakki, uning tarkibidagi suyuq metall zahirasi quyma qismining qisqarishini qoplashi kerak va unda eritmaning qattiqlashishi oziqlanadigan qotish qattiqlashgandan so'ng tugaydi va qisqarishi nuqsonlar (bo'shliqlar, g'ovaklilik) boradi. Shu bilan



2-rasm. Quymalardagi kirishish rakovinalarini va g'ovakliklarini hosil bo'lishining oldini olish usullari

birga, ular belgilangan shartlar bajarilganda, foyda olish uchun metall sarfi minimal bo'lishini ta'minlashga harakat qilinishi lozim.

Ustamalarga ko'p miqdorda qotishmalar sarflanadi: katta quymada – uning 30-50% vaznigacha. Quymalarni ta'minlash samaradorligini saqlab qolgan holda, ustamalar o'lchamlarini kamaytirishga imkon beradigan usullar ishlab chiqildi. Bu issiqlik saqlovchi – vermikulitdir. Kengaytirilgan vermikulit va perlitning texnik xarakteristikasi 2-jadvalda keltirilgan.

Vermikulit - ekologik toza tabiiy mineral. Uning tarkibida begona zaharli moddalar yoki og'ir shlaklar mavjud emas. U gidroslyuda guruhiga kiradi. Qayta ishlashdan keyin yuqori harorat ta'sirida vermikulit rangi boshqa rangga aylanadi. Vermikulitni kondan qazib olish jarayonida boshqa minerallar bilan aralashib ketishi sodir bo'ladi. Vermikulit qurilishda issiqlik izolatsiyasi, inshoot va binolarning og'irligini yengillashtirish va kataliz jarayonlari uchun zarurdir. Ko'pgina hollarda vermikulit qishloq xo'jaligida (umumiy hajmning 1/3 qismi), shuningdek tibbiyot, elektrokimyoviy va metallurgiyada qo'llaniladi. Vermikulitning o'ziga xos xususiyati uning parchalanmasligi va tashqi omillarga nisbatan neytralligidir. Shuningdek, vermikulit turli xil kemiruvchilar yoki hasharotlar ta'siriga duch kelmaydi. Olingan tabiiy materialni qayta ishlash zavodlarda amalga oshiriladi. U yerda toza ruda va boshqa qo'shimcha brikmalari sinfga ajratiladi.

Qo'llash obeklaridan yana biri - tuproqni oksidlanishdan tozalash jarayoni. Ishqoriy tuproqlar - tuproqning oksidlanishini, ba'zida gidroksidni tarkibining ko'payishi natijasidir. Bunday holda, to'g'ri yechim tuproqni vermikulit bilan aralashitirib ishlov berishdadir. Sug'orish suvi qattiq bo'lsa (kalsiyning qattiqligi 12 nemis darajasidan yuqori). Ushbu hodisani fizik-kimyoviy mexanizmi ancha murakkab; tuproqni kislotali o'g'it eritmalari bilan ishlov beriladi.

Vermikulit bilan ishlash xavfsizdir, ammo yaxshi qurutilgan eng kichik zarrachalarda zararli changli silikatlar mavjud. Shuning uchun u bilan ishlaganda ochiq havoda, yoki ventilyatsiya qilinadigan, turar-joy bo'lmagan joyda ishlash talab etiladi. O'z navbatida tanani, qo'llarni, nafas olish organlarini va ko'zlarni qattiq ish kiyimlari, qo'lqoplar, respirator va ko'zoynaklar bilan himoya qilish kerak.

Vermikulitning asosiy afzalliklari quyidagilardir: - atrof muhitga zarar yetkazmaydi, qizdirilganda ish paytida toksik moddalar chiqmaydi;

– atrof muhitga zarar yetkazmaydi, qizdirilganda ish paytida toksik moddalar chiqmaydi;

2-jadval

Kengaytirilgan vermikulit va perlitning texnik xarakteristikasi

Xossasi	Kengaytirilgan vermikulit	Kengaytirilgan perlit
Hajmiy zichligi kg/m^3	95-150	60-200
Haqiqiy zichlik g/sm^3	2,40	2,35
G'ovaklilik, %	84-95	60-98
Kuydirish harorati, °C	100-1150	800-1020
Kuydirish vaqti, s	2-7	12-30
Kimyoviy tarkibi:		
SiO ₂	36-41,2	65-80
Al ₂ O ₃	10,1	15,7
CaO	0,4-5,8	0,4-5,8
MgO	5,1-27,8	0,3-2,8
K ₂ O+Na ₂ O	1,2-11,8	1,9-9,9
Fe ₂ O ₃ + FeO	3,9-29	0,3-12
Toblashda yo'qotilishi, %	1,2-11,8	1-3

- past issiqlik o'tkazuvchanligi (0,055-0,098 Vt/m °C);
- yong'inga chidamlilik (ish harorati minus 260 °C dan plyus 1200 °C gacha);
- vaqt o'tishi bilan kamaymaydi;
- yaxshi bug' o'tkazuvchanligiga ega, bu xonada kondensat hosil bo'lishini yo'qotadi;
- mikrobiologik jarayonlarga uchramaydi, kemiruvchilar va hasharotlar materialga qiziqish bildirmaydi;
- uzoq masofaga muddatli tashish paytida uning sifati va xususiyatlari saqlanib qoladi;
- o'rnatish ishlarini bajarishda maxsus uskunalar va qo'shimcha uskunalarni jalb qilish talab qilinmaydi.

Shunday qilib, respublikamizda metall quyish tizimlarida izolatsion material sifatida ishlatiladigan, import qilinadigan material – perlitning o'rnini bosuvchi va undan texnologik jihatdan ustun va iqtisodiy samarali bo'lgan vermikulitni ishlatish maqsadga muvofiq bo'ladi. Vermikulitdan boshqa sohalarda, jumladan, issiqlikka bardoshli plitalar ishlab chiqarish, sho'r tuproqlar tarkibini yaxshilash maqsadida foydalanish uning xalq xo'jaligidagi qiymatini yanada oshiradi.

Bibliografik ro'yxat:

1. Аверин А.А., Асанович Д.А., Заболотный В.С. Обогащение вермикулит-сунгулитовой руды фотометрическим методом сепарации. Научно-исследовательская лаборатория «Моделирование технологических процессов добычи и переработки полезных ископаемых». – Апатиты, 2019.
2. Ахтамов Ф.Э., Арипов А.Р. Обогащение вермикулитовых руд. Материалы республиканской научно-технической конференции «Узбекистон олимлари ва ёшларининг инновацион шимий-амалий тадқиқотлари». – Тошкент, 2021 й. 25-февраль.
3. Арипов А.Р., Холикулов Д.Б., Гусейнов Р.К., Ахтамов Ф.Э., Мамараймов Г.Ф. «Обогащение вермикулитовых руд Караузьякского месторождения республики Каракалпакстан». «Universum: технические науки», – №3(84). – Москва, 2021 г.
4. Расулов С.А., Тураходжаев Н.Д. Металлургияда куйиш технологияси. – Тошкент: «Чолпон», 2007. – 230 с.

ФИЗИКО-ТЕРМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ БАЗАЛЬНОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ФУТЕРОВОЧНОГО МАТЕРИАЛА



Рашидова Р. К.,
старший преподаватель кафедры
«Добыча и переработка руд редких и
радиоактивных металлов» НГГИ, PhD



Курбанов А.А.,
д.т.н., проф. кафедры
«Металлургия» НГГИ



Турдыева О.Д.,
научный исследователь кафедры
«Химическая технология» НГГИ



Йулдошев Ш.Ш.,
ассистент кафедры
«Безопасность жизнедеятельности»
НГГИ

Ushbu maqolada bazaltlarni laboratoriya sharoitida qayta ishlash natijalari bilan bog'liq bo'lgan tadqiqotlar bayon etilgan. Tadqiqotlar Navoiy kon-metallurgiya kombinatining Markaziy ilmiy-tadqiqot laboratoriyasi mutaxassislari va Navoiy davlat konchilik instituti olimlari hamkorligida olib borilmoqda. O'tqazilayotgan tadqiqotlardan maqsad har xil yo'nalishlarda ishlatiladigan bazaltli mahsulotlarni ishlab chiqarishda ularni quruq qayta ishlash bilan bog'liq bo'lgan optimal parametrlarni va asosiy qonuniyatlarni aniqlash, shamot, bazaltlarni quruq qayta ishlash texnologiyasini yaratish hamda quruq massani fraksiyalarga ajratish va bunda ishtirok etuvchi dastgohlarni modifikatsiyalash, ishlatilgan-ananaviy qurilmalardan foydalanib sanoat mahsulotlarini olishdan iborat. Tadqiqotlar natijalari nazariy va amaliy ahamiyat kasb etib, uning asosida texnologik va energotejamkor yangi toifadagi texnologiya yaratilishi rejalashtirilayotganligi bilan izohlanadi.

Tayanch iboralar: bazalt, xom-ashyo, material, mineralogik tarkib, qattqlik darajasi, kimyoviy tarkib, qatlamlar, xom-ashyo zahirasi, mineral, konstruktsiya, konstruktiv oziga xoslik, suyuq bazalt, sifat, tadqiqot, erish, pech, quyma, qolip, laboratoriya qurilmasi.

В статье приведены данные о начальных этапах исследования процессов нового направления переработки минерального сырья, в частности базальтов в лабораторных печах. Исследования проводились специалистами Центральной научно-исследовательской лаборатории Государственного предприятия Навоийского горно-металлургического комбината совместно с учеными Навоийского государственного горного института. Целью данных исследований является определение основных закономерностей и оптимальных параметров процессов сухой переработки минеральных сырьевых ресурсов для производства продукции различного назначения, отработка технологий сухой переработки каолин, шамот и базальтов, совершенствование конструкции маломощных металлосплавильных печей. Результаты исследований представляют теоретический интерес и носят сузубо практический характер. На их основе планируется разработать конструкции маломощных металлосплавильных печей для нового класса с пониженным потреблением энергоносителей (газа и электроэнергии) технологических затрат.

Опорные слова: базальт, ресурс, материал, минералогический состав, степень твердости, химические свойства, расслоения, сырьевой запас, минерал, конструкция, конструктивная особенность, жидкий базальт, качество, исследования, плавление, печь, литьё, форма, лабораторная установка.

В современной промышленности производственный продукт типа футеровочный теплоизоляционный кирпич (ФТК) испытывает большую ресурсо- и энергоёмкость и особенно невысокие технологические показатели. Часто причиной тому является нестабильность физических и прочностных характеристик изделий, которые при обжиге полуфабриката не полностью проходят через минерально- и структурное образование особенно при высоких температурах обжига. Очевидно это приводит к излишним затратам топливно-энергетических ресурсов и создает почву выпуска некачественной продукции. В табл. 1. представлены физико-механические характеристики, классический и предлагаемый состав материалов, а также сведения о технологических затратах ФТК.

Исходя из вышеизложенного, следует искать новые валуотсбегрегающие источники сырья, особенно местных, способствующих устойчивости при высоких температурах, имеющие хорошую пористость, удобные переработке сырьевыми материалами и повышению активности взаимодействия компонентов смеси при условии снижении температуры спекания композита.

В соответствии с требованиям ГОСТ 31359-2007 термическая устойчивость того или иного материала оценивается показателями теплопропускаемости за единицу времени. По ГОСТ 31359-2007 теплопроводность – способность материальных тел проводить энергию от более нагретых частей тела к менее нагретым, путём хаотического движения частиц тела. Такой теплообмен может происходить в лю-

бых телах с неоднородным распределением температуры, но механизм переноса теплоты будет зависеть от агрегатного состояния вещества.

В других технических источниках или источниках курса физики, теплопроводностью называется также количественная характеристика способности тела проводить тепло. Эта характеристика равна количеству теплоты, проходящему через однородный образец материала единичной длины и единичной площади за единицу времени при единичной разнице температур (1 К). В настоящее время в Международной системе единиц (SI) единицей измерения коэффициента теплопроводности является $Вт/(м \cdot К)$ [1-3].

Источники сообщают, что передача тепловой энергии связана с перетеканием гипотетического теплохода от одного тела к другому. Однако с развитием молекулярно-кинетической теории явление теплопроводности получило своё объяснение на основе взаимодействия частиц вещества. Составляющие материалы молекул в более нагретых частях тела движутся быстрее и передают энергию посредством столкновений медленными частицам в более холодных частях тела. Коэффициент теплопроводности базальта $3 \div 5 Вт/(м \cdot К)$ [4-7].

На практике часто наблюдается с повышением температуры снижение коэффициента теплопроводности, например жидкости, которая уменьшается. Но значение теплопроводности для воды, водных растворов и других веществ с повышением температуры

увеличивается, а не уменьшается. Влияние температуры невелико, и простые жидкости более чувствительны к температуре, чем сложные.

По закону Фурье, теплопроводность тесно связана с коэффициентом теплопередачи. При анализе и определении теплового баланса работающего оборудования, оценки тепловой потери и решении многих других задач теплообмена, часто необходимо определить тепловой поток, проходящий через твердую стенку, разделяющую жидкости или газы при различных температурах, который в простейшем случае вычисляется по формуле: $q = K \times (Tf1 - Tf2)$; K – коэффициент теплопередачи; $Tf1$, $Tf2$ – температуры жидкости или газа между которыми происходит теплообмен.

В нашем случае важное практическое значение имеет не только теплопроводность ФТМ, но и теплоизоляционная его способность, играют важное технологическое решение защищая стенку от потери тепла. По справочным данным коэффициент теплопроводности базальтов равен 1,8 Вт/мК, в этом случае такой показатель ФТМ будет равен 3,12 Вт/мК.

В данной диссертационной работе в качестве ФТК рекомендуется базальтовая основа, состоящая из совокупности материалов, «базальт+каолин+шамот». Выбор состава композита в таком соотношении аргументируется изученными данными и анализом материалов литературных источников.

Установлено, что теплоизоляционные материалы породы «Гавасай» и «Ахангаран» имеют теплопроводность в 2,74 раз ниже, чем у стекловаты и в 4,35 раз ниже чем у асбестовой ваты, базальты этих месторождений легко плавятся. Материал породы «Айдаркуль» и «Асмансай» имеет теплопроводность в среднем в 3,78 раз ниже, чем у стекловаты и в 5,98 раз ниже, чем у асбестовой ваты. Исследования показывают, что базальты Узбекистана с таким составом являются пригодными для изготовления различной конкурентоспособной продукции [1].

Выбор соотношения каолиновых и шамотовых минералов объясняется следующим образом. Использование в композиции каолина положительно влияет на распределение дисперсности зерен и играет важную роль в реструктуризации состава смеси при дальнейшей переработке. Каолин имеет высокую огнеупорность, низкую пластичность и связующую способность. Природный каолин ограниченно используют для производства шамота, полукислого огнеупорного кирпича, строительной керамики, белого цемента.

В своё время шамот – это вид огнеупорной глины, который обжигается до полной потери пластичности, с некоторой степенью спекания. При обжиге, рабочий состав получают с помощью обжига в специальной вращающейся печи при температуре 1300-1500°C. Сначала его дробят на специальных мельницах, чтобы получить шамот молотый, а затем вводят остальную массу. Также применяется битый огнеупорный кирпич с таким же химическим составом, который должен быть очищен от раствора и иметь низкое содержание примесей, не более 10%.

Шамот относится к алюмосиликатным огнеупорам, содержащим кроме SiO_2 до 45% Al_2O_3 . Обладает более высокой термостойкостью (10-20 водяных теплосмен), но низкой шлакоустойчивостью. Наиболее широко применяется в перестроении при температурах до 1350°C для строительства стен, сводов не контактирующих с оксидами металлов, для низкотемпературной части регенеративной насадки, не выдерживает истирающего действия при высоких температурах.

Зерновой состав материала оказывает огромное влияние на термостойкость, газопроницаемость, прочность, шлакоустойчивость и пористость изделий. Чем больше фракция зерен, тем пористей получится изделие, а значит с низкими прочностными свойствами. В химический состав шамота входят такие элементы: 42% – Al_2O_3 ; 0,5% – TiO_2 ; 0,15% – Na_2O ; 1,0% – Fe_2O_3 ; 0,16% – CaO ; 0,7% – K_2O .

Основными преимуществами шамотных изделий являются термостойкость (до 1800°C), долговечность, устойчивость к неблагоприятным погодным условиям, прочность, морозоустойчивость. К примеру, кирпич из такого материала способен перенести 25-30 циклов замораживания-оттаивания. В отличие от гипса или бетона, шамотный кирпич не выцветает.

К недостаткам стоит отнести то, что при очень частом нагревании-остывании изделия теряют свою прочность. Также при производстве шамота происходит выброс большого количества пыли и используется специальная химическая смола, которая при обжиге наносит вред окружающей среде.

Объемную массу и плотность шамота можно определить при обычной температуре. Эти свойства влияют на показатели огнеупорных материалов под воздействием высоких температур. Это важнейшие качественные показатели для огнеупорных шамотных изделий. Если требуется снизить общий вес сооружения или повысить теплоизоляцию, используются легковесные огнестойкие твердые материалы. В их состав входят: шамот легковесный, чистые жирные глины, смесь из древесных опилок, торфа или других органических ве-

Таблица 1
Физико-механические характеристики классических и предлагаемых составом материалов и сведения о технологических затратах ФТК

Наименование продукции	Номер пробы	Характеристики футеровочных кирпичей					
		допускаемая температура обжига, °C	средняя плотность, кг/м ²	коэффициент теплопроводности Вт/(м·K)	цвет	масса продукта, кг	стоимость готовой продукции, сум
Шамотный футеровочный кирпич	№1	1350+1400	2,53	0,5	коричневый	4,2	17000
Красный кирпич	№2	1500+1550	3,0	0,7	серый	2,1	15000
Клинкерный кирпич	№3	1450+1500	2,3	0,07	белый	0,840	17000
Базальтовый футеровочный кирпич	№4	1200+1400	1,8	0,21	обожженный коричневый	1,26	12560

Таблица 2
Сопоставление показателей характеристики футеровочных кирпичей

Наименование продукции	Предпочтительная температура, °C	Масса ФТК, кг	Коэффициент теплопроводности, Вт/м ² K	Содержание оксида кремния	Средняя плотность изделия
Шамотный футеровочный кирпич	1400°C	3,8	0,72	59,02	1,8
Красный кирпич	800°C	3,2	0,4	57,3	1,6
Клинкерный кирпич	800°C	4	1,16	51,11	1,3
Базальтовый футеровочный кирпич	1400°C	4,2	0,7	55+63	2,53

ществ. В связи с этим, нами предпринята попытка по разработке и исследованию оптимальных составов теплоизоляционных масс выбранные с учетом специфических свойств конкретных сырьевых материалов и во взаимосвязи доминирующих факторов каждого технологического передела (формование, сушка, обжиг). На основе изложенных в табл. 2. представлены сопоставительные характеристики ФТК -кирпичей.

Поэтому, в качестве исследуемых сырьевых материалов были выбраны базальты месторождения «Айдаркуль» как основное огнеупорное сырьё, температура плавления которых достигает до 1550 °С, каолин – месторождения «Карнаб» положительно влияющий на распределение дисперсности зерен, играющий важную роль в реструктуризации состава смеси и создающий прочную связь между зёрнами материалов композитов, а также играющую роль катализатора в создании теплозащитного материала, шамот – уникальный материал создающий высокую степень термостойкости (иногда достигающий до 1800°С), долговечности, устойчивости к высоким температурным средам.

Таким образом, представленные физические, термические и другие свойственные показатели предложенных составляющих компонентов ФТК показывают приемлемость использования их в составе базальтового композита: «базальт+каолин+шамот».

Исследование материалов и составляющих ФТК. Исследование материалов и составляющих базальтового и силикатного образцов проводилось экспериментально в двух местах:

- в лабораторных условиях НИ и ИЦ «СТРОМ» при АН РУз;
- в лабораторных условиях «Бекабад Огнеупор».

В лабораторных условиях НИ и ИЦ «СТРОМ» при АН РУз приготовлены 4 смеси базальтов с каолином и шамот, 2 смеси диабазы с каолином и шамот и определены их температуры размягчения. Выполнены по определению огнеупорности смесей различной композиции используемых материалов, для чего были доставлены 4 геологические пробы сырья.

По данным научно-технической литературы температуры плавления вышеуказанных проб имеют следующие значения, представленные в табл. 3 и 4.

Визуальная характеристика представленных сырьевых материалов:

- проба каолина – уплотненная запрессованная, глинистая порода тёмно-серого цвета, с белыми вкраплениями;

- проба базальта – горная порода, природное уплотненное, сырье магматического происхождения, которая образуется при извержении вулканов, при котором происходит обогащение, плавление и гомогенизация, имеет чёрный, дымчатый, желтый, коричневый, белый, тёмно-серый или зеленовато-чёрный цвет и т.п. цвета.

- проба диабаз-магматическая горная порода, имеет черный и темно-серый цвета.

Формирование состава смесей и определение их огнеупорности. Из тонкомолотых проб каолина, базальта и диабазы и шамот сформированы смеси и приготовлены массы при следующих соотношениях компонентов, которые представлены в табл. 5.

Определение теплостойкости масс в лабораторных условиях пирометрическим способом. Для этого, по известной методике изучения теплостойкости материалов пирометрическим способом из приготовленных смесей компонентов ФТК изготовлены пироскопы – конусы, которые подвергались обжигу в высокотемпературной электрической печи со силитовыми стержнями. При этом фиксировалась температура падения конусов, изготовленных из испытуемого материала. По данным таблицы, массы № 1, 2, 3, 4 имеют идентичные температуры плавления, их огнеупорность характеризуется температурой 1250°С. Массы № 5 и 6 характеризуются более высокой температурой огнеупорностью – 1380 °С и 1415 °С.

Достоверность полученных заключений была проверена опытным путем в Центральной научно-исследовательской лаборатории Государственного предприятия Навоийского горно-металлургического комбината и получены положительные результаты. Для этого, в соответствии с «Программой и методикой проведения исследований и опытно-промышленных работ по определению теплоизоляционности при укладке предложенных базальтовых футеровочных кирпичей на внутренней поверхности маломощной металлоплавильной печи проведены опытно-промышленные испытания базальтового ФТМ в промышленных условиях. Результаты экспериментов представлены в табл. 4-6.

Особенно высокая выдержка температуры зафиксирована при 1415°С, где в составе композита добавлен 30% шамот от общей массы сырья. Таким образом, выявлено, что присутствие шамота в составе смеси компонентов способствует повышению температуры выдержки, до 1415°С, что доказывает возможность использования шамота в составе предложенных компонентов базальтового ФТК. Следовательно, в заключение НИ и ИЦ «СТРОМ» при АН РУз было рекомендовано использовать смесь материалов «базальт+каолин+шамот» в виде футеровочного теплоизоляционного кирпича для маломощных металлоплавильных печей работающих при температуре до 1400 °С.

Для того чтобы дать предпочтения ФТК состоящей из компонентов «базальт+каолин+шамот» следует изучить зависимость плотности готового продукта от процентного соотношения составляющих масс предложенного для ФТК. Из технических источников известно, что теплостойкость, зависит в первую очередь от свойственных показателей материалов. На рис. 1 представлена гистограмма ФТК состоящая из компонентов «базальт+каолин+шамот», с температурой выдержки 1400 °С.

Гистограмма показывает влияние соотношения масс, составляющих материалы ФТМ с температурой выдержки футеровочного материала. В результате экспериментов выявлено, что повышение в составе ФТК массы шамот приводит преждевременному разрушению, который происходит за счет снижения показателей прочности соединения. Повышение массы каолина способствует снижению температуры выдержки и показателей связывающего звена.

Из технических источников известно, что теплостойкость, зависит в первую очередь от свойственных показателей материалов. Когда

Таблица 3

Номер пробы	Наименование месторождений сырьевых материалов
№1	Каолин Ангрнского месторождения
№2	Каолин Карнабского месторождения
№3	Каолин месторождения «Алянс»
№4	Базальт Айдаркульского месторождения
№5	Диабаз Карнабского месторождения

Таблица 4

Температуры плавления проб

Номер пробы	Наименование месторождений сырьевых материалов	Температура плавления, °С
№1	Каолин Ангрнского месторождения	1750-1800°С
№2	Каолин Карнабского месторождения	1750-1800°С.
№3	Каолин месторождения «Алянс»	1750-1800°С
№4	Базальт Айдаркульского месторождения	1500-1550°С
№5	Диабаз Карнабского месторождения	1400-1450°С

Примечание: Температуры плавления проб приведены из литературных данных*

Таблица 5

Пробные соотношения компонентов ФТМ

Номер пробы	Наименование месторождений сырьевых материалов	Температура плавления, °С
№1	Базальт 60% (Айдаркуль)+Каолин 40% (Ангрнский)	1200-1250°С
№2	Базальт 60% (Айдаркуль) + Каолин 40% (Карнаб)	1200-1250°С.
№3	Базальт 60% (Асмансой) + Каолин 40% (Ангрнский)	1200-1250°С
№4	Базальт 60% (Асмансой) + Каолин 40% (Карнаб)	1200-1250°С
№5	Диабаз 60% (Карнаб) + Каолин 40% (Ангрнский)	1400-1450°С
№6	Базальт 60% (Карнаб) + Каолин 40% (Карнаб)+шамот	1400-1415°С

речь идёт о физических характеристиках материалов, обращают внимание на плотность составляющего материала предмета. Поэтому, в нашем случае немаловажную роль может играть соотношение масс составляющих компонентов ФТМ, от которых зависит плотность футеровочного кирпича и термостойкость его материала определяющие температуры выдержки.

Однако, необходимо отметить, что для успешной реализации предложенной смеси компонентов и ФТК в целом, необходимо обеспечить качество выпускаемой продукции. Качество предложенной смеси составляющих компонентов ФТК определяется после применения ФТК. В данном случае рассматривали два варианта обожжённого продукта. На рис. 2 показана зависимость плотности ФТК от процентного соотношения составляющих масс, которая также связана с процентным соотношением составляющих компонентов.

В первом варианте изучена зависимость плотности составляющих масс, «базальт+каолин» и во втором варианте «базальт+каолин+шамот».

Данные представленные на рис. 2 показывают, что плотность обожжённой массы, состоящей из компонентов «базальт+каолин» при соотношении масс (%): 70+30 достигает до $1,7 \text{ г/см}^3$. В свою очередь плотность обожжённой массы, состоящей из компонентов «базальт+каолин+шамот» при соотношении масс (%): 50+20+30 достигла значения $2,8 \text{ г/см}^3$. Данный фактор доказывает, что свойственные показатели шамот, после прибавления в смеси компонентов «базальт+каолин» способствовали изменению физико-химических свойств ФТК, что привело к повышению значения плотности. Выявлено, что процентное соотношение масс ФТК равное $50 \div 20 \div 30$ является самым оптимальным вариантом создания смеси для изготовления футеровочного термостойкого материала.

Среди подготовительных процессов минеральных сырьевых материалов для изготовления предлагаемого ФТК немаловажную роль может иметь время измельчения составляющих материалов. Поэтому, для выяснения сложившейся картины был проведен эксперимент по определению класса крупности сырья в соотношении используемых масс.

Эксперимент был проведен с применением шаровой мельницы, где подвергли измельчению дробленые минералы. Для этого произвольно изъняли по 10 кг из каждого минерала, базальт-каолин-шамот, которые поочередно подвергли измельчению. Результаты измельчения представлены на рис. 3.

Однако следует учесть, что предложенные минералы для получения ФТК имеют разную степень твердости.

По литературным данным плотность базальтов по шкале Мауса близка к $3000 \div 5000 \text{ кгН/см}^3$ и предел прочности на сжатие достигает $2900 \div 3300 \text{ кгН/см}^3$.

Из рис. 2 видно, что применяемые для изготовления предложенного ФТК минералы: базальт, каолин и шамот имеют разную степень плотности и прочности. Поэтому расчетным путем определяем рассыпную плотность минералов после измельчения. Данное заключение аргументируется тем, что процесс измельчения полуфабрикатов осуществляется одновременно, независимо от продолжительности времени измельчения чему свидетельствуют полученные кривые. На самом деле измельчение продолжится до тех пор, пока мы не получим фракцию $0,74 \text{ мм}$. Графики, показывающие на рисунке класс крупности полученные путем отдельного измельчения каждого минерала.

Установлено, что для получения нужного класса крупности после измельчения предложенные в диссертации, сырьевые материалы необходимо осуществить комбинированный способ измельчения минералов.

Для проведения опытно-промышленных работ специально и произвольно были выбраны теплоизоляционные изделия-кирпичи изготовленные по ГОСТ 4069-69 (СТ СЭВ 979-78) «Огнеупоры и огнеупорное сырье». Методы определения теплоизоляционности (с изменениями N 1, 2). «Межгосударственный стандарт огнеупоры и огнеупорное сырье. Методы определения огнеупорности». Материалы огнеупорные кирпичи были изготовлены в лабораторных условиях «Технопарк» НГИ, из следующих составляющих компонентов. «базальт+каолин+шамот», в пропорциях: $50 \div 20 \div 30$, $60 \div 20 \div 20$ и $70 \div 10 \div 20$, общее количество кирпичей составило 50 шт.

Таким образом, выявлено, что присутствие шамот в составе базальтового ФТМ способствует повышению термостойкости кирпича до $1415 \text{ }^\circ\text{C}$. Данный вывод подтвержден результатами апробаций проведенные в Научно-исследовательском институте (НИ и ИЦ «СТРОМ») при Академии Наук Республики Узбекистан. Было рекомендовано использовать смеси компонентов «базальт+каолин+шамот» в качестве материала облицовочного кирпича для футеровки внутренней лицевой поверхности металлоразливательных печей работающих с температурой выдержки, до $1400 \text{ }^\circ\text{C}$.

При определении эффективности показателей базальтового теплоизоляционного кирпича в процессах плавильных операций печах с классическими теплоизоляционными материалами новые утеплители доказали свою работоспособность и теплоизоляционность, выдержка температуры до максимальной рабочей температуры плавильной печи - $1400 \text{ }^\circ\text{C}$ при соотношении масс $50 \div 20 \div 30$. При соотношении масс применяемых компонентов, «базальт+каолин+шамот»: $60 \div 20 \div 20$ и $70 \div 10 \div 20$ не достигли окон-

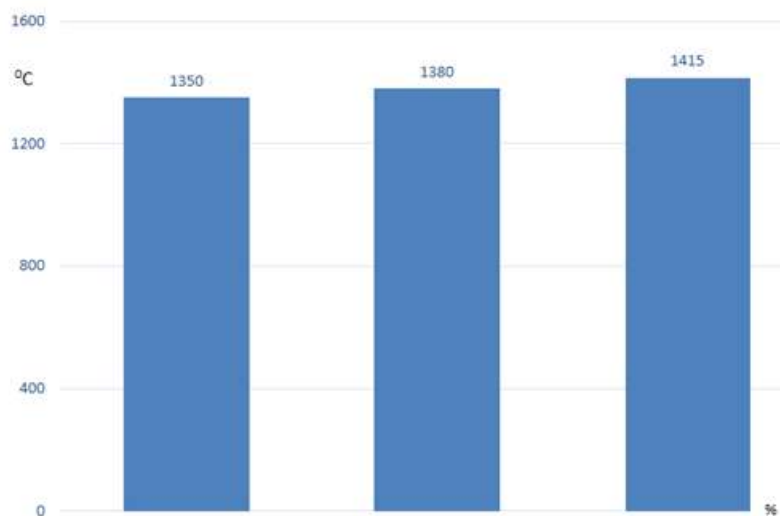


Рис. 1. Термоизоляционные показатели смещенных масс: а) базальт (60%) + каолин (10%) + шамот (30%); б) базальт (50%) + каолин (25%) + шамот (25%) и в) базальт (50%) + каолин (20%) + шамот (30%)

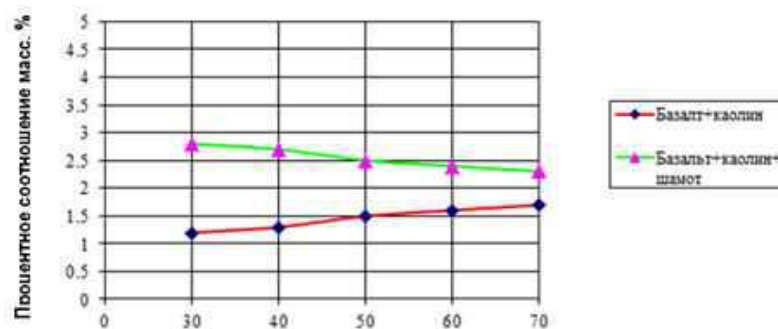


Рис. 2. Зависимость плотности ФТМ от процентного соотношения составляющих масс

чательного положительного результата. Испытания продолжались до полной остановки печи.

В период использования базальтового теплоизоляционного кирпича в процессах металлургических работ в печах, новые материалы, состоящие из соотношения материалов «базальт+каолин+шамот», отличались экологической чистотой, отсутствием трещин, взрывных вспышек и других подобных отрицательных признаков. Полные положительные показатели композита «базальт+каолин+шамот» показали устойчивость теплоизоляционного материала, работоспособность при температуре 1400 °С, в период эксплуатации плавильной печи.

Результаты опытно-промышленных испытаний после использования базальтовой теплоизоляционной продукции с составом соотношения масс: 50÷20÷30 показали отсутствие растворимости материалов и зерен базальтов, каолина и шамота. Наблюдалось

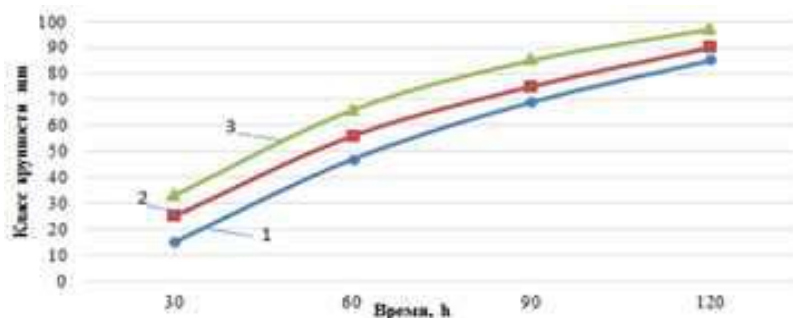


Рис. 3. Зависимость класса крупности 0,074 мм от измельчения составляющих минералов базальтового ФТМ: 1 – кривой базальта; 2 – кривой каолина; 3 – кривой шамотового минерала

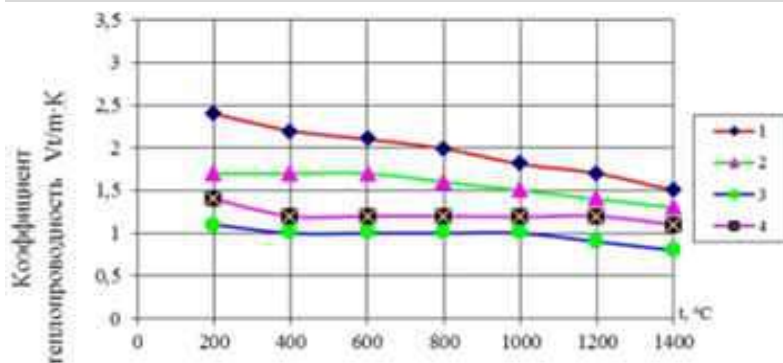


Рис. 4. График зависимости коэффициента теплопроводности: 1 – базальт; 2 – каолин; 3 – термически модифицированного ФТМ при соотношении 50:30:20 и 4 – шамота от температуры нагрева

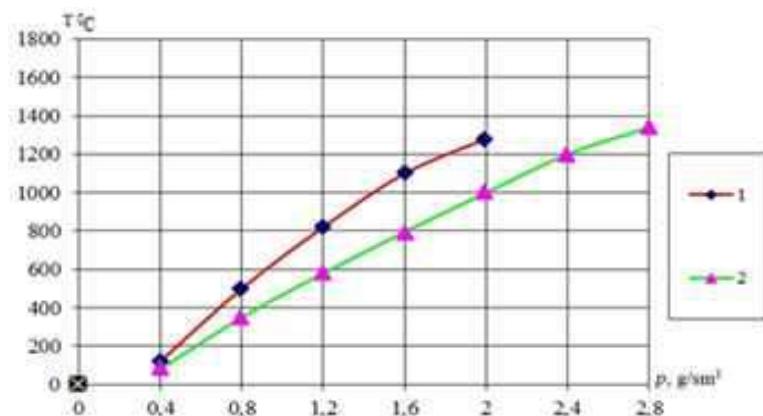


Рис. 5. Влияние количества каолина в шихте на плотность ФТМ в процессе обжига

отсутствие искажений формы кирпича, изменение их поверхностной окраски, изменение стандартных размеров кирпичей с полным соответствием стандартным качественным показателям. По результатам опытно-промышленных испытаний построены зависимости теплопроводности от температуры, которые представлены на рис. 3.

Таким образом, применение предлагаемого теплоизоляционного материала, изготовленного на базе местных базальтов, каолина и шамота, взамен классических кирпичей обеспечило сохранение качественных показателей, работоспособность и улучшение технологических параметров. В результате использования в качестве смеси компонентов смешанных масс состоящих, из минеральных сырьевых материалов установлено:

– ФТМ, изготовленные на базе местных базальтов, каолина и шамота успешно могут конкурировать с классическими теплоизоляционными материалами;

– футеровочные теплоизоляционные кирпичи изготовленные из местных минералов сохранили полную работоспособность базальтового утеплителя, по предварительным прогнозам позволили продлить срок их службы от 1,8 до 2,5 года;

Таким образом, доказана приемлемость использования очищенных от шламов местных базальтов, каолинов и шамотов для изготовления футеровочных теплоизоляционных кирпичей.

Далее был изучен коэффициент теплопроводности базальта, каолина термически модифицированного ФТМ оптимального соотношения 50:30:20 и шамота в зависимости от температуры нагрева (рис. 4).

Как следует из результатов исследований коэффициент теплопроводности с увеличением температуры коэффициента сырья и готового продукта снижается от 2,3 до 1,3 Вт/м·К при 200-1400 °С. Из них ФТМ имеет самый низкий коэффициент.

Однако в зависимости от вида сырья и материала этот перепад имеет различный характер. Например, у шамота и базальта коэффициент теплопроводности снижается резко с увеличением температуры. Что касается значения теплопроводности ФТМ и каолина, то снижается медленно. Это по всей видимости объясняется проводимостью тепла шамота и базальта с увеличением температуры. Линейное снижение коэффициента теплопроводности ФТМ и каолина связано с низкой теплопроводностью. Результаты исследований еще раз подтверждают о приемлемости ФТМ с соотношением 50:30:20.

Результаты анализа данных экспериментов показывают, что теплопроводность любого материала зависит от свойственных и вещественных показателей материалов сырья. В данном случае очень важное практическое и научное значение имеют технологические характеристики материалов и их плотности.

Образцы, хорошо зарекомендовавшие себя как ФТМ, подверглись лабораторному испытанию на «Бекабад Огнеупор». По итогам лабораторного испытания получено заключение проведения лабораторных испытаний образцов ФТМ, где было установлено следующее:

- при температуре 1280 °С наблюдались слабые следы размягчения образца;
- усадка образцов при этом составила в среднем 1,5%, против 6%;
- после обжига в образце начало проявляться керамическое спекание;
- пористая структура образца сохранилась, соответственно сохранились его теплоизоляционные свойства.

НАУЧНО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

Данный фактор присущ и в нашем случае. Как было отмечено выше, чем плотнее материал ФТМ, тем он более термостойкий. Исходя из изложенных в данной работе результатов исследований, нами рекомендована смесь компонентов, которые способствуют сохранению теплоты и экономии энергии, подтверждающиеся на графике зависимости теплопроводности от плотности ФТМ с соотношением 50:30:20 (рис. 5).

На рис. 5 показаны результаты влияния количества каолина на прочность ФТМ в процессе продолжительности обжига. Изучено со-

держание каолина в составе футеровочного материала и влияние температуры обжига на плотность ФТМ.

При содержании 20% каолина в составе шихты и изменении температуры от 200 до 1300 °С плотность ФТМ достигает до 2,1 г/см³. Тогда как, при содержании каолина в шихте 30% наблюдается увеличение плотности ФТМ до 2,8 г/см³.

Таким образом, показана возможность получения ФТМ с оптимальным соотношением «базальт : каолин : шамот» = 50 : 30 : 20, которое имеет хорошие теплоизоляционные показатели с высокой плотностью.

Библиографический список:

1. Курбанов. А.А. Разработка рациональной технологии переработки разнотипных базальтов Узбекистана. 2018. – 257 с.
2. Курбанов А.А., Рашидова Р.К., Ярлакабов С., Умурзакова Ш.У., Халимов Ш.И. О некоторых возможностях регулирования температуры базальтоплавильных аппаратов. Материалы Международной научно-практической конференции о достижениях, проблемах и перспективах комплексного инновационного развития Зарафшанского оазиса. – Навои, 27-28.11. 2019 г. – С. 56-58.
3. Kurbanov A.A., Rashidova R.K., Zhiyanov A.B., Rakhmonova Kh. On the state of the question of the organization of production of products from Kizulkumi basalt. «Geologiya va geoinformatsion tizimlarning dolzarb muammolari» // Respublika ilmiy-amaliy konferentsiyasi materiallari. – Toshkent, 29 aprel 2020 y. 284-287 b.
4. 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.
5. Тураев А.С., Рашидова Р.К., Жиянов А.Б., Буриев Ш.У. Исследования процессов физико-химического разрушения крепких горных пород различными растворами. Научно-технический и производственный журнал «Горный вестник Узбекистана». – Навои, 2020 г. – № 4. – С. 20-23.
6. Степанова Е.В. Структура и свойства базальтопластиков, армированных базальтовыми нитками разных производителей, и модификация их физическими и химическими методами: Автореф. дис. канд. техн. наук. Саратовский государственный технический университет. 2006. – С. 27-29.
7. Abdurakhmanov S.A., Rashidova K.R., Mamatkarimova B.H., Sattarov L.K. About basalt production and ways to improve basalt product quality. // Materials and Geoenvironment RMZ-M&G Vol.62 pp.133-139. – Slaveniya, 2015.

СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ

1M63



ИСНМ
ONMZ
производственное объединение

Государственное предприятие НГМК
Производственное объединение
"Навоийский машиностроительный завод"
www.ngmk.uz

Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879)227-62-14, 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78
E-mail: infonmz@ngmk.uz

SYSTEM CERTIFICATION
ISO 9001-2000
SGS

HAVO HAYDASH QURILMALARIDAGI ASINXRON MOTORLARDA ENERGIYA TEJASH



Maxmudov M.I.,
“Energoaudit” kafedrasini mudiri, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti, t.f.d., professor



Qo'ziyev Z.E.,
“Energoaudit” kafedrasini katta o'qituvchisi, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti

Maqolada oqova suvlarni tozalash inshootlaridagi havo haydash qurilmalarida energiya tejash masalalari ko'rib chiqildi. Aerotenkda oqova suvning oqimi, erigan kislorodning konsentratsiyasi va haroratini aniqlash orqali aeratsiya tizimidagi havo haydashning asosiy parametrlari hisoblandi. Qurilmaning yuklamasiga qarab asinxron motor aylanish chastotasini o'zgartirish orqali energiya tejash imkoniyatlari aniqlandi. O'tkazilgan tadqiqotlar natijalari jadval va grafiklarda berilgan.

Tayanch iboralar: oqova suv, kislorodning solishtirma sarfi, havo kislorodining suvda eruvchanligi, havo haydash, asinxron motor, chastota, quvvat, FIK, quvvat koeffitsienti, energiya tejash.

В статье рассмотрены вопросы энергосбережения воздухоудельных установок очистных сооружений. Основные параметры воздухоудельной системы аэрации рассчитывались путем определения расхода, температуры и концентрации растворенного кислорода сточных вод в аэротенке. Определены возможности энергосбережения путем изменения частоты асинхронного двигателя в зависимости от нагрузки на устройство. Результаты исследования представлены в виде таблиц и графиков.

Ключевые слова: сточные воды, удельное потребление кислорода, водорастворимость кислорода воздуха, компрессор, асинхронный двигатель, частота, мощность, КПД, коэффициент мощности, энергосбережение.

So'nggi yillarda energetika, transport, sanoat va iqtisodiyotning boshqa sohalari rivojlanishi natijasida atrof-muhitga juda katta salbiy ta'sir yetkazilmoqda. Natijada, suv resurslaridan oqilona foydalanish bilan birgalikda oqova suvlarni tozalash tizimlarida energiya tejashga hamda oqova suvlarni tozalash va ulardan foydalanish tizimlarini takomillashtirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Oqova suvlarni biologik tozalash atrof-muhitga deyarli zarari yo'qligi bois bunday loyihalar amaliyotga tobora keng joriy qilinayapti, ularga katta miqdorda investitsiya yo'naltirilib, istiqbolli ishlanma hamda tadqiqotlar qo'llab-quvvatlanayapti. Jumladan, 2020-2023 yillarda Buxoro viloyatida suv ta'minoti va kanalizatsiya tizimini rivojlantirish va modernizatsiyalash uchun 437,62 mln \$ mablag' ajratilgan.

Hozirgi kunda ishlab chiqarish oqova suvlarini tozalash va ulardan foydalanish tizimlaridagi texnologik muhit parametrlarini nazorat qilish va boshqarish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Zamonaviy jarayonlar, usullar va uskunalar joriy etish orqali standart oqova suvni tozalash inshootlarida aeratsiya jarayonida biologik tozalash usulidan foydalanish elektr energiya xarajatlarini kamaytiradi.

Oqova suvni standart tozalash jarayonida elektr energiya xarajatlarining asosiy qismini loyqa aralashmasining aeratsiyasi tashkil qiladi (65% yoki undan ko'p) [1].

Ushbu tadqiqotda Buxoro viloyat “Suv taminot” MChJga qarashli oqova suvlarni tozalash inshootidagi aerotenkda aeratorning havo haydash chuqurligi, erigan kislorodning konsentratsiyasi va haroratini nazorat qilish orqali havo haydash qurilmalarining asinxron motorida energiya tejash imkoniyatlari o'rganildi. Oqova suvning bir kunlik oqimi hisoblandi va tahlil qilindi. Oqova suvning haroratidan foydalangan holda bir kunlik oqimga nisbatan kislorodning eruvchanligi va aerotenkda oqova suvda erigan kislorod konsentratsiyasiga bog'liq aeratsiya jarayonidagi havoning solishtirma sarfi aniqlandi. 1-rasmda oqova suv oqimining kunlik grafiki keltirilgan. Oqova suvning hisobiy sarfi 2770 m³/soat ni tashkil qiladi.

Aeratsiya jarayonidagi havoning solishtirma sarfi quyidagicha aniqlanadi [2, 3]:

$$q_{air} = \frac{q_o(L_{en} - L_{ex})}{K_1 K_2 K_m K_3 (C_a - C_o)}$$

bu yerda: L_{en} va L_{ex} va – biologik tozalash tizimiga kiruvchi va tozalangan oqova suvning kislorodga bo'lgan to'liq biokimyoviy ehtiyoji (KBBE_{to'liq}), mg/l; q_o – kislorodning solishtirma sarfi, mg/mg KBBE_{to'liq}; C_a – havo kislorodining suvda eruvchanligi, mg/l; C_o – aerotenkda erigan kislorodning konsentratsiyasi, mg/l; K_1 – aerator turini hisobga oluvchi koeffitsient; K_2 – aeratorning havo haydash chuqurligini hisobga oluvchi koeffitsient; K_m – oqova suvning haroratini hisobga oluvchi koeffitsient; K_3 – faol loyqa aralashmasidagi kislorodni uzatish tezligining toza suvga nisbatan hisobga olingan koeffitsient.

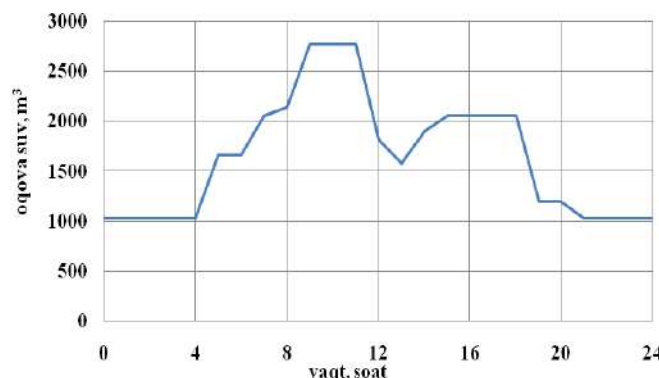
Havo kislorodining suvda eruvchanligi va aerotenkda erigan kislorodning konsentratsiyasini quyidagi formuladan aniqlaymiz [2, 11].

bu yerda:

$$C_a = C_T \frac{10,3 + \frac{h}{2}}{10,3}$$

$$C_T = 0,0043 \cdot t_w^2 - 0,358 \cdot t_w + 14,5$$

C_T – havo kislorodining harorat va bosimga bog'liq suvda eruvchanligi, mg/l;



1-rasm. Oqova suv oqimining kunlik grafiki

t_w – oqova suvning harorati, °C;

h – aerotorning havo haydash chuqurligi, m.

2-rasmda oqova suvda aerotorning havo haydash chuqurligiga bog'liq turli haroratlarda kislorodning eruvchanligi grafigi *MatLab* dasturida qurilgan. Korxonadagi aerotenkda oqova suvda aerotorning havo haydash chuqurligi asosan 4,5 m va harorati 20 °C bo'lganligi uchun havo kislorodining suvda eruvchanligi 11,2 mg/l ni tashkil qildi. Havo haydash qurilmasining unumdorligini quyidagi formuladan aniqlaymiz [2]:

$$Q_{air} = q_{air} \cdot q_w$$

bu yerda: q_w – tozalash tizimiga kiruvchi oqova suvning hisobiy sarfi, $m^3/soat$.

3-rasmda aerotenkda turli haroratlarda oqova suvda erigan kislorod konsentratsiyasining aeratsiya jarayonidagi havoning solishtirma sarfiga bog'liqlik grafigi keltirilgan. Oqova suvda erigan kislorod konsentratsiyasi 2-4 mg/l oraliqda rostlanganda 20 °C haroratda havoning solishtirma sarfi o'tacha 3 m^3/m^3 ni tashkil qildi. Oqova suvning texnologik muhit parametrlari rostlanmaganda amaliy hisob-kitoblarga qaraganda bu ko'rsatkich 12 m^3/m^3 ni tashkil qiladi [1].

Havo haydash qurilmasining quvvatini quyidagi formuladan aniqlaymiz [3]:

$$N = \frac{13,1(p_2^{0,29} - 26,3) \cdot Q_{air} \cdot 0,278}{1000 \cdot \eta}$$

bu yerda: p_2 – havoning bosimi, kPa;

η – qurilmaning foydali ish koeffitsienti (FIK).

Korxonaning havo haydash stansiyasida 5 ta 200 kW quvvali qurilma o'rnatilgan. Asinxron motorning rostdashdagi energetik tavsiflari quyidagicha quriladi [5-10]. Asinxron motor chastotaning α nisbiy qiymatida statik momentning μ_s – nisbiy qiymati uchun kuchlanishning nisbiy qiymati $\gamma = \alpha \cdot \sqrt{\mu_s}$ ga teng bo'ladi. Shu ko'rsatkichlar asosida asinxron motorning moment bo'yicha maksimal yuklanishini aniqlaymiz:

$$b_s = \frac{b_n \cdot \gamma^2}{\mu_s \cdot \alpha^2}$$

Keltirilgan rotor tokini quyidagi formula yordamida aniqlaymiz:

$$\frac{I_2}{I_{2n}} = \sqrt{\mu_s \frac{b_n + \sqrt{b_n^2 - 1}}{b_s + \sqrt{b_s^2 - 1}}}$$

va haqiqiy qiymati:

$$I_2 = I_{2n} \sqrt{\mu_s \frac{b_n + \sqrt{b_n^2 - 1}}{b_s + \sqrt{b_s^2 - 1}}}$$

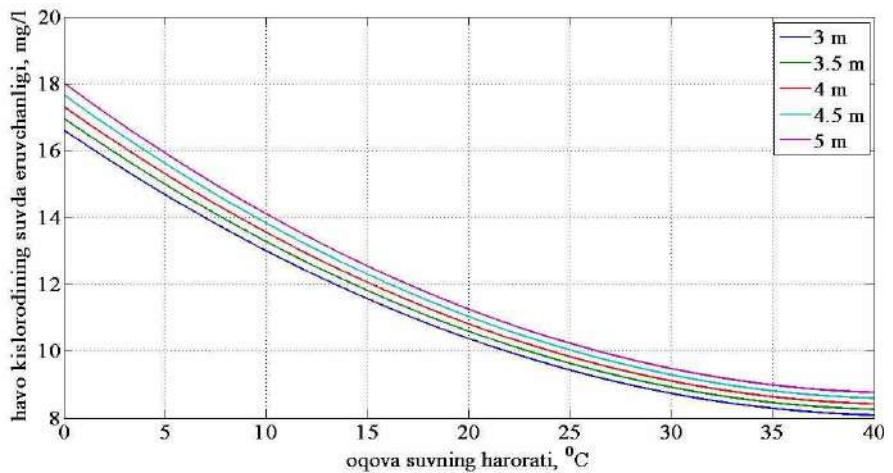
Rotor chulg'aming nominal qiymati:

$$I_{2n} \approx \cos \theta_n \cdot I_{1n} = \frac{P_n}{\eta_n \cos \theta_n \cdot \sqrt{3} U_1}$$

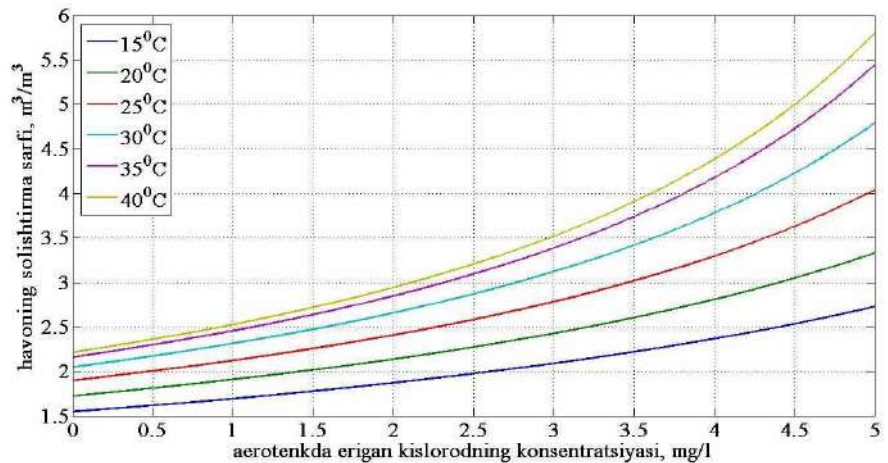
bu yerda: I_{1n} – stator chulg'ami fazasi nominal toki.

U holda motor magnet tizimi magnetlanish tokining nominal qiymati quyidagicha aniqlanadi:

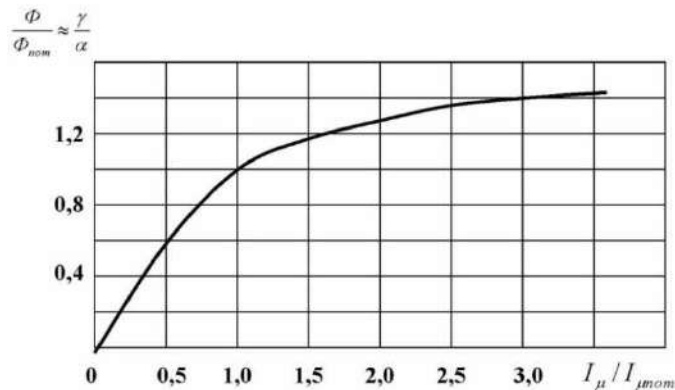
$$I_{\mu m} = \sqrt{I_{1n}^2 - I_{2n}^2}$$



2-rasm. Oqova suvda aerotorning havo haydash chuqurligiga bog'liq turli haroratlarda kislorodning eruvchanligi



3-rasm. Aerotenkda turli haroratlarda oqova suvda erigan kislorod konsentratsiyasining aeratsiya jarayonidagi havoning solishtirma sarfiga bog'liqlik grafigi

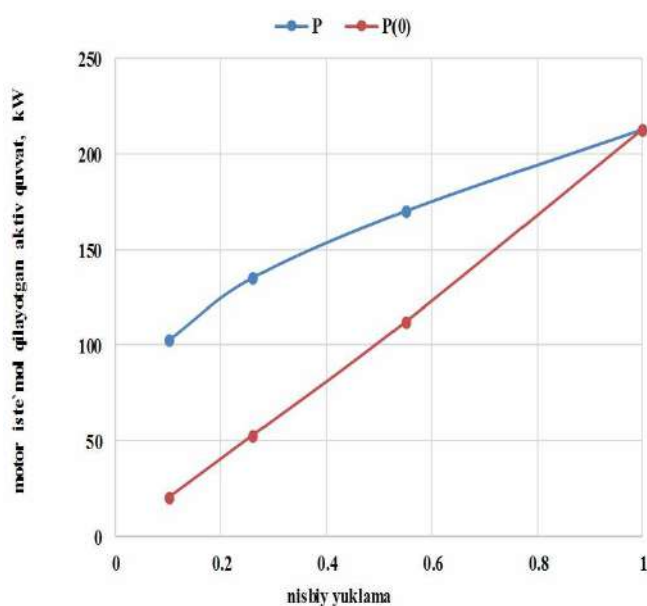


4-rasm. Asinxron motorning universal magnetlanish tavsifi ($I_{\mu n}$ nominal kuchlanish va chastotadagi magnetlanish toki)

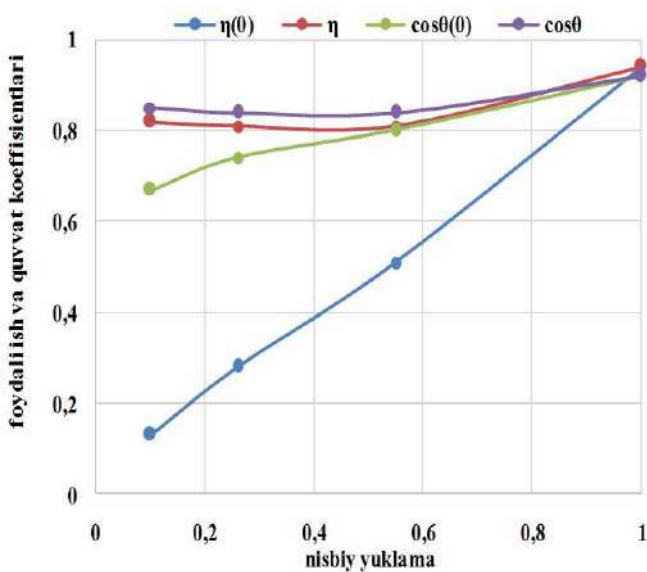
1-jadval

Havo haydash qurilmasidagi asinxron motorning nominal ko'rsatkichlari

P_n kW	ω_o 1/s	S_n (-)	b_n (-)	b_{it} (-)	d_{it} (-)	η_n (-)	$\cos \theta_n$ (-)
200	157	0,013	2,3	1,3	6,0	0,94	0,92



5-rasm. Asinxron motor iste'mol qilayotgan aktiv quvvatning qiyosiy tavsiflari



6-rasm. Asinxron motor foydali ish va quvvat koeffitsientlarining qiyosiy tavsiflari

Magnitlanish tokining chastota va kuchlanishning turli qiymatlari uchun nisbiy qiymati 4-rasmda keltirilgan asinxron motorlarning universal magnitlanish tavsifidan aniqlanadi.

Stator toki bilan tarmoq kuchlanishi orasidagi burchakni sinus va kosinus qiymatlarini aniqlaymiz:

$$\sin \varphi = \frac{I_2}{\sqrt{2 \cdot b_s (b_s + \sqrt{b_s^2 - 1})}}, \quad \cos \varphi = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi}$$

Stator fazasi toki qiymatini aniqlaymiz:

$$I_1 = \sqrt{(I_\mu + I_2 \cdot \sin \varphi)^2 + (I_2 \cdot \cos \varphi)^2}$$

Asinxron motorning quvvat koeffitsientini aniqlaymiz:

$$\cos \theta = \frac{I_2 \cdot \cos \varphi}{I_1}$$

Asinxron motorning tarmoqdan iste'mol qiladigan to'liq, aktiv va reaktiv quvvatlarini hisoblaymiz [4, 12]:

$$S = \sqrt{3} \cdot \gamma \cdot U_l \cdot I_1;$$

$$P = S \cdot \cos \theta;$$

$$Q = S \cdot \sin \theta.$$

Asinxron motorning foydali ish koeffitsientini aniqlaymiz:

$$\eta = \frac{\alpha \cdot \mu_s \cdot P_n}{S}$$

5 va 6 rasmlarda turli yuklamalarda havo haydash qurilmasidagi asinxron motor energetik ko'rsatkichlari indeksida (0) – belgisi bo'lgan ko'rsatkichlar asinxron motorning to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulanganda va shuningdek bunday indeksi bo'lmagan energetik ko'rsatkichlar esa asinxron motor rostlangan holdagi ko'rsatkichlar keltirilgan.

Olib borilgan tadqiqot natijalari quyidagi xulosalarga olib keldi:

1. Aerotenkdagi oqova suvning oqimi, erigan kislorodning konsentratsiyasi va harorati to'g'risida ma'lumotlar olindi va tahlil qilib chiqildi. Aerotoring havo haydash chuqurligi asosan 4,5 m va harorati 20 °C bo'lganligi uchun havo kislorodining suvda eruvchanligi 11,2 mg/l ni tashkil etar ekan;

2. MatLab dasturida aerotenkda turli haroratlarda oqova suvda erigan kislorod konsentratsiyasining aeratsiya jarayonidagi havoning solishtirma sarfiga bog'liqlik grafigi qurildi. Oqova suvda erigan kislorod konsentratsiyasi 2-4 mg/l oraliqda rostlanganda 20 °C haroratda havoning solishtirma sarfi o'rtacha 3 m³/m³ ni tashkil qildi;

3. Olingan natijalarni tahlil qiladigan bo'lsak, korxonada 5 ta havo haydash qurilmalari mavjud bo'lsa ularning 2 tasidagi asinxron motorni tezligini chastotani o'zgartirib rostdash kerak.

4. Asinxron motor rostlanganda uning yuklamasi nominalga nisbatan 55% dan 100% gacha o'zgariganda uning iste'mol qiladigan aktiv quvvati 27% gacha kamayishi, mos holda FIK 1,6 martagacha va quvvat koeffitsiyenti 1,05 gacha oshishi aniqlandi.

Bibliografik ro'yxat:

1. Bazhenov V.I. "Havodan" energiya tejash. Chiqindi suvlarni tozalash inshootlarining energiya samaradorligini oshirish. – M.: Energosovet, 2013. – № 1. 32-43 b.
2. Naidenko B.B., Kulakova A.P., Sherenkov I.A. Tabiiy va chiqindi suvlarni tozalash jarayonlarini optimallashtirish. – M.: Stroyizdat, 1984. – 152 b.
3. Voronov Yu.V., Yakovlev S.V. Drenaj va chiqindi suvlarni tozalash. – M.: ASV, 2006. – 702 b.
4. Sokolovskiy G.G. Chastotani boshqaradigan o'zgaruvchan tok elektrhaydovchilari. – M.: Akademiya, 2006. – 265 b.
5. Bekishev RF, Dementyev Yu.N. Elektr haydovchi. – M.: Yurayt, 2016. – 302 b.
6. Siromyatnikov I.A. Asinxron va sinxron motorlar uchun ish rejimlari. – M.: Energoatomizdat, 1987. – 412 b.
7. Ilinskiy N.F. Elektr haydovchi asoslari. – M.: MEI, 2003. – 224 b.
8. Moskalenko V.V. Elektr haydovchi. – M.: Akademiya, 2007. – 362 b.
9. Katsman M.M. Elektr haydovchi. – M.: Akademiya, 2011. – 384 b.
10. Moskalenko V.V. Elektr haydovchi avtomatik boshqaruv tizimlari. – M.: INFRA-M, 2004. – 207 b.
11. Repin B.N. Suv ta'minoti va kanalizatsiya. Tashqi tarmoqlar va qurilmalar. Mal'umotnoma. – M.: Oliy maktab, 1995. – 431 b.
12. Katsman M.M. Elektr mashinalari haqida ma'lumotnoma. – M.: Akademiya, 2005. – 458 b.

KARYER BURG'ILASH DASTGOHINI AYLANTIRUVCHI – UZATUVCHI MEKANIZMINI TAKOMILLASHTIRISH BO'YICHA CHORA TADBIRLARNI ISHLAB CHIQUISH



Mo'minov R.O.,
Mashinasozlik texnologiyasi
kafedrası dotsenti, t.f.n., NDKI



Norqulov B. M.,
Janubiy kon boshqarmasi bosh
mexanikining o'rinbosari, NKMK DK



Zaripov Sh.U.,
Loyihalash byurosi boshlig'ining
o'rinbosari, NKMK DK, PhD



Maxmudov Sh.A.,
Kon elektromexanikasi kafedrası
dotsenti, NDKI

Ushbu maqolada elektrogidromexanik aylantirgichning ishlash tamoyili va konstruksiyasi tasvirlangan. Shuningdek СБШ-250МНА-32 tipidagi burg'ilash dastgohini eksperimental tadqiqotlarning natijalarini qayta ishlash va tahlili, apparatlarni tayyorlash, burg'ilash stavining takomillashtirilgan o'zlash mexanizmi, sinov usullari, elektrogidromexanik vrashatelni kinematik va gidravlik sxemalari ko'rsatilgan.

Tayanch iboralar: Burg'ilash dastgohi, aylantiruvchi-uzatuvchi mexanizm, gidrosilindr, pnevmogidravlik akkumulyator, ishonchlilik, elektrogidromexanik aylantirgich.

В данной статье описаны конструкция и принцип действия электрогидромеханического вращателя. А также показаны кинематические и гидравлические схемы электрогидромеханического вращателя, модернизированный механизм подачи бурового става, методика испытаний, подготовка аппаратуры, обработка и анализ результатов экспериментальных исследований бурового станка типа СБШ-250МНА-32.

Ключевые слова: буровой станок, вращательно-подающий механизм, гидроцилиндр, пневмогидравлический аккумулятор, надёжность, электро-гидромеханический вращатель.

«O'zbekiston Respublikasini iqtisodiy va ijtimoiy rivojlanishini asosiy yo'nalishlari» da, mamlakatni mineral-xomashyo bazasini yanada mustahkamlash va kengaytirishni ta'minlash bo'yicha chiqiladi. Ko'mir va oltinni progressiv ochiq uslubda qazib olishda uni ulushini 45% dan kam bo'lmagan holda oshiradi [1].

Mamlakatimiz karyerlarida asosiy va eng mashaqqatli ishlab chiqaruvchi jarayonlaridan biri portlatiladigan skvajinalarni burg'ilash hisoblanadi. Foydali qazilmalarni qazib olishda barcha sarf xarajatlarni 30% igacha burg'ilash ishlariga to'g'ri keladi. O'zbekiston Respublikasida ham va xorijda ham, prof. M.M. Protodyakonov shkalasi bo'yicha qattiqlik koeffitsienti 6÷20 oraliqda bo'lgan tog' jinslarida skvajinani burg'ilashda sharohkali usuli keng qo'llaniladi.

Burg'ilash dastgohlarini ekspluatatsiyasini ko'p yillik kuzatishlari, konchilik korxonalarini tanqidiy fikrlarini o'rganish va bir qator tadqiqotlarni olib borishi shuni ko'rsatadiki, murakkab strukturali massivlarda portlatiladigan skvajinalarni burg'ilashda, sharohkali uslubda burg'ilashga tegishli asosiy kamchiliklaridan biri bo'lib, burg'ilash stavini yuqori vibratsiyasi (silkinishi) bo'lib qoladi, mashinistlarga, burg'ilash tezligi nuqta nazaridan ratsional holatga solishtirilganda pasaytirilgan rejimda dastgohni ekspluatatsiya qilishga majbur qiladi.

Tebranishlar konstruksiya elementlarida yoriqlar va siniqlar hosil bo'lishiga olib keladi, ta'mirlash personaliga zararli ta'sir ko'rsatadi va dastgohni ishlashiga sarfini oshiradi. Harakatni energiya manbai va dinamik yuklanishini oshishi bilan energiya sarfi ham ortadi. Masalan, [2, 3, 8] ishlar mualliflarini ma'lumotlari bo'yicha, burg'ilash dastgohlarini kuchli tebranishlarida, foydali aylanishlar momentini yaratishga sarflanadigan energiya ulushi 30÷50% ni tashkil etadi. Buning natijasida dastgohni o'rnatilgan harakat quvvatini foydalanilmagan kattagina qismi qoladi.

Burg'ilash dastgohlarida dinamik yuklamalarni pasayishining yo'llaridan biri aylantiruvchi – uzatuvchi mexanizmini printsipliy yangi konstruksiyasini yaratish hisoblanadi, yuqori saqlanuvchanlik va tebranishni himoyalovchi, bajarishni oddiyliigi, ishonchlilik va o'zoq chidamlilik xususiyatlariga ega.

Navoiy kon-metallurgiya kombinati, janubiy kon boshqarmasi Zarmitan konida joylashgan «O'rtaliq» kareerida burg'ilash dastgohini elektrogidromexanik aylantiruvchi – uzatuvchi mexanizmini konstruksiyasi ishlab chiqildi, transmissiyani ratsional dinamik xarakteristikasi shakllanishi

hisobidan tebranishlarni sezilarli pasaytiradi, uzoq ishlash davomiyligini va buning natijasida dastgohning unumdorligini ham oshiradi [4, 5, 9].

Ushbu ish elektrogidromexanik aylantiruvchi - uzatuvchi mexanizmini kelajakda takomillashtirishga, uning ishonchliligi va o'zoq ishlashini oshirishga yo'naltirilgan.

Elektrogidromexanik aylantirgich Navoiy kon-metallurgiya kombinati, janubiy kon boshqarmasi Zarmitan konida joylashgan «O'rtaliq» kareerida SBSH-250MNA-32 burg'ilash dastgohida qo'llaniladigan holda ishlab chiqilgan (1-rasm). Eksperimental namunani sinovi Navoiy kon-metallurgiya kombinati, janubiy kon boshqarmasi Zarmitan konida joylashgan «O'rtaliq» kareerida sharoitida olib borildi va aylantirgichni ishlash qobiliyati, samaradorligini oshirish yo'llari ko'rib chiqildi. Aylantirgich tezligini boshqarish mumkinligini gidromashinalar ishqalanish kattaligini o'zgartirish yo'li bilan isbotlandi. Uzatish harakatini yuqori saqlovchi xususiyati tasdiqlandi.

Sanoat sinovlari aylantirgich konstruksiyasidagi kamchiliklarini yuzaga chiqarish imkonini beradi va bunda quyidagi chora tadbirlar o'tkazishni talab qiladi:

- gidromashinalar qapqog'iga qo'shimcha jipslashtirishni o'rnatish;
- reduktorni aylantirgich planetar vstavkasida majburiy moylashni ta'minlash;

– gidromashinalarni erkin zaryadlanishini ta'minlash;

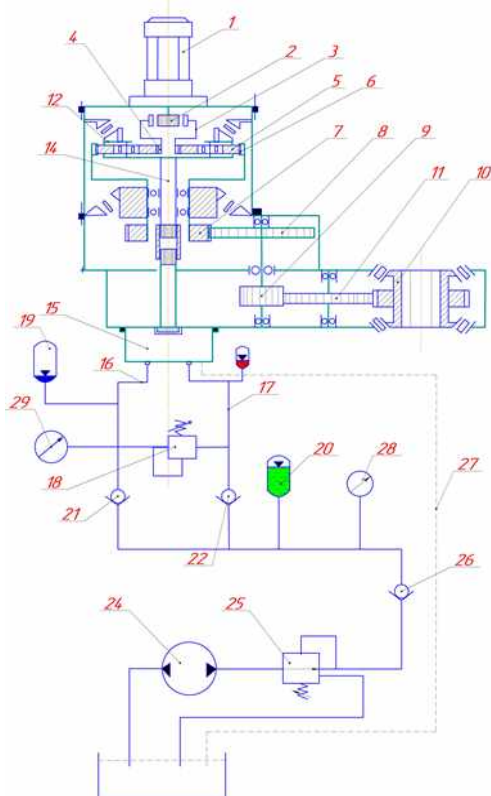
- barcha rejimlarida harakatni ta'minlovchi, boshqarish gidroblokini ishlab chiqish;
- dastgohni mashina bo'limida boshqarish gidroblokini o'rnatish;
- pnevmogidravlik akkumulyatorlarni dastgohni machtasini orqa devoriga o'rnatish va ularni uzatish tsilindrini porshenli va shtokli yuzasiga (bo'shlig'iga) o'lani;
- kam ishqalanishli zichlantiruvchi uzatish gidrotsilindrlarini takomillashtirish.

Bu talablarni hisobga olgan holda SBSH-250MNA-32 burg'ilash dastgohlarini elektrogidromexanik aylantiruvchi – uzatuvchi mexanizmini takomillashtirish o'tkazildi.

Elektrogidromexanik aylanma uskuna. SBSH-250MNA-32 burg'ilash dastgohini elektrogidromexanik aylanma o'qini differensial mexanizmliy yurishini gidravlik tormozlash (to'xtatish) tizimli reversiv planetar uch bosqichli tsilindrik reduktor kabi aks ettiradi. Sharohkali dolota bilan qattiq



1-rasm. SBSH-250MNA-32 burg'ilash dastgohi elektrogidromexanikli aylantiruvchi-uzatuvchi mexanizmi



2-rasm. Elektrogidromexanik aylantirgichini kinematik va gidravlik sxemasi

tog' jinslarida (prof. M.M. Protodyakonov shkalasi bo'yicha 20 gacha) vertikal va qiya skvajinalarni 32 m gacha chuquqlikda burg'ilashda qora va rangli metallurgiya ochiq kon ishlarida shuningdek konchilik kimyo sanoati karerlarida va qo'rilish materiallari sanoati korxonalarida, o'zgarmas tokli DPV-52 elektrodvigateli harakat aylanishi tezligi barcha ishchi diapozonlarida (2-rasm) ishchi organlarga aylanishlar momentini uzatish uchun mo'ljallangan.

Aylantirgichni ishlab chiqilgan konstruksiyasi unga gidroyuritma xususiyatini yaxshilashga imkon beradi, sozlash va ekspluatatsiya jarayonida butun bir burg'ilash dastgohini dinamik xarakteristikalarini tubdan o'zgartirish imkonini beradi, shuningdek an'anaviy gidroyuritma oldida yangi yutuqlarni olishga quyidagi ketma – ketlikda amalga oshadi:

- energiyani ikkilamchi qayta hosil bo'lishini yo'qligi;

- gidromashinalarga o'rnatilgan quvvat bo'yicha to'g'ridan – to'g'ri iqtisod (taxminan ikki marta) kamayadi;

- gidromashin resursini (bir – birlikkacha) ularni tormozli rejimida ekspluatatsiyasi hisobiga keskin oshadi.

Elektrogidromexanik aylantirgichli gidromashina gidravlik funksiyani bajaradi, pnevmogidroakkumulyatorlar holatida esa bikrlilik va dempirlanishni zaruriy chegaralarida (etarlicha keng) boshqariladigan pnevmogidravlik akkumulyatorlar yordamida [6, 7, 10] nazorat qilinadi.

Kinematik va gidravlik sxemalar. Burg'ilash dastgohi elektrogidromexanik aylantirgichini kinematik sxemasi 2-rasmda ko'rsatilgan, u o'z ichiga elektrodvigatel 1 (DPV 52), shesterna 2 ($z=20$, $m=6$) uni valiga mustahkam o'rnatilgan va oboyma 3 bilan bog'langan, g'ildirak 4 planetar o'tkazgich, satellit 5, epitsiklik g'ildirak ($z=50$, $m=6$), sharnir 7ga mustahkam o'rnatilgan. Shesterna 7 g'ildirak 8 tirkalgan holda joylashgan ($z=20$, $m=6$) valga 9 shesterna berkitilgan ($z=19$, $m=10$) parazit shesterniya 11 ($z=47$, $m=10$) orqali 10 ($z=46$, $m=10$) g'ildirak bilan tirkalishga chiqadi. Vodila tishli mufta orqali planetar o'tkazgich va val 14 tormozli gidromashina rotoriga 15 to'lashtirilgan (IMR 2,5), bundan tashqari gidromashina korpusi aylantirgichning korpusi bilan mustahkam birlashtirilgan. Elektrogidromexanik aylantiruvchi-uzatuvchi mexanizmining gidravlik sxemasi ishga tushirilganda, hamda burg'ilashni turli rejimlarida uning ishonchligini va bir tekis ishlashini ta'minlaydi. Gidrosistemani asosiy elementlari quyidagilar hisoblanadi:

- radial-porshenli gidromashina 15 yuqori bosimli magistrali 16 va oziqlantiruvchi magistrali 17 bilan;

- saqlovchi klapani 18, gidromashina 15 magistralari 16, 17 o'rtasida o'rnatilgan va aylantirgich elektr yuritmasi va uni transmissiyasini to'xtatish rejimida gidromashinadagi 15 bosimni cheklash yo'li bilan ortiqcha yuklanishdan himoya qilish uchun xizmat qiladi;

- pnevmogidravlik akkumulyator 19 gidromashina 15 magistral 16da o'rnatilgan, elektrogidromexanik aylantirgichni turli xil rejimlarda ekspluatatsiya qilinganda uni talab qilinadigan dinamik xarakteristikalarini ta'minlash uchun mo'ljallangan;

- pnevmogidravlik akkumulyator 20, umumiy oziqlantiruvchi magistral 23 da o'rnatilgan va ishga to'shirish rejimida aylantirgich ishini ta'minlaydi;

- teskari klapanlar 21, 22, gidromashinani 15 magistralari 16, 17 oldida o'rnatilgan, gidromashina 15 va klapan 18ni chetlab, magistral 16, 17 o'rtasida suyuqlik oqimini oldini olish uchun, shuningdek teskari aylanishda va magistralda 17 bosimni oshirishda aylantirgichni ishonchli ishini ta'minlash uchun mo'ljallangan;

- oziqlantiruvchi nasosi, gidromashinadagi nosozlik bilan bog'liq suyuqlik yo'qotilishi o'rmini to'ldirishni ta'minlaydi;

- klapan 25, nasos 24 dan so'ng o'rnatilgan va magistral 23 dagi bosimni $10 \pm 15 \text{ kg/m}^2$ ga teng ta'minlaydi;

- teskari klapan 26, klapan 25 dan keyin o'rnatilgan va nasos 24 o'chirilganda gidravlik yuzadagi (bo'shliqdagi) chiqindi sarfini oldini oladi ya'ni ortiqcha suyuqlikni gidrobakka qaytarib tashlaydi;

- gidromashina 15 quvumi (drenaj) liniyasi (truboprovod) 27ga o'langan.

Elektrogidromexanik aylantirgichni ishlash printsipti. Aylantirgichni ishga to'shirish quyidagicha amalga oshiriladi. Oziqlantiruvchi nasos 24 ishga tushiriladi, ishchi suyuqlikni gidromashina 15 orqali magistral 16, 17ga yuboriladi, gidropnevmatik akkumulyator 20 esa to'ldiriladi. Yuritma ishlashga tayyor. Aylantirgichni elektrodvigatel 1 yordamida ishga tushiriladi va uni valini aylanishi shesternasi 2ni, qobiq (oboyma) 3 orqali g'ildirak 4ga va planetar uzatishni satelliti 5ga beriladi, qaysiki vodila 12ni tishli mufta bilan boshqarish va val 14 orqali gidromashina 15 tormozli rejimda ishlaydigan rotor bilan bog'langan. Satellitlar 5 shesterna 7ga mustahkam bog'langan epitsiklik g'ildirak 6ga aylanishni o'zatadi. Keyinchalik aylanishlar tishli g'ildirakning bir tomoni 7, 8, 9, 11, 10 lar orqali chiqish shestigrannikka, patron va burg'ilash staviga beriladi.

Kovjoyga burg'ilash stavini uzatishda, val 14, vodila 12 planetar o'tkazgichini gidromashina 15 rotor bilan o'laydi (yoki birlashtiradi) reaktiv moment ta'siri ostida gidromashina 15 rotorini, magistral 16ga suyuqlik yuborish yo'nalishiga bo'rishga harakat qiladi.

Gidromashina 15 magistral 16, 17da mos ravishda teskari klapanlar 21 va 22 o'rnatilgan, qaysiki ular bosimning ortishi bilan ishlab ketadi.

Gidromashina 15 rotorini bo'rilishida magistral 16da bosim ortadi va vodila 12dagi reaktiv moment tenglashadi. Pnevmodravlik akkumulyator 19, magistral 16ga o'langan, yuklamani bir xil o'zgarishini olishga imkon beradi va o'zlatmani bikrlilik xarakteristikasini boshqarishni ta'minlaydi. Burg'ilash stavi va transmissiyani bo'rama tebranishlari dempirlanishi, akkumulyator 19 va gidromashina 15ni birlashtiruvchi, quvvur liniyalar (truboprovod) va shlanglar gidravlik yo'qotishi hisobiga amalga oshiriladi.

Gidromashina 15dagi suyuqlikni og'ishlari (yoki yo'qotishlari), burg'ilash stavi aylanishlar chastotasini 0,1% dan oshmaydigan ozgina kamaytirishga olib keladi. Suyuqlikni og'ishlari (yoki yo'qotishlari) (utechka) oziqlantiruvchi nasos 24 orqali oldi olinadi. Pnevmodravlik akkumulyator 20ga, oziqlantiruvchi magistrali 23 o'rnatilgan, gidromashina 15ni revers va aylantirgich yuklamasida ishini ta'minlaydi. Skvajinalarni shlamlanishidan aylantirgichda yuklanishi oshib ketadi va burg'ilash stavi aylanishi sekinlashadi, bir vaqtning o'zida gidromashina 15ni magistrali 16da bosimni saqlovchi klapani 18ni sozlash darajasigacha oshiradi, magistrallar 16 va 17 birlashtiradi, gidromashina 15ni rotor ham birlashadi, planetar o'tkazgich vodila 12 elektrodvigatel 1 aylanishlar tezligiga proporsional tezlikda aylanishni boshlaydi, burg'ilash stavida aylantirgich rivojlantiradigan moment esa, berilgan qiymatdan oshmaydi. Burg'ilash stavi to'xtaydi va elektrodvigatel 1 yuritmasi o'chiriladi.

Burg'ilash stavining takomillashtirilgan uzatish mexanizmi.

Burg'ilash stavini asosan vertikal tik holatida dastgohlarni metall konsnruksiyalari tebranishlarini to'liq so'ndirish uchun elektrodromexanik aylantirgichdan foydalanish bilan birgalikda takomillashtirilgan uzatuvchi tsilindrlarni o'rnatish ko'zda to'ltgan.

Tebranishlarni pasaytirishga, uzatish mexanizmi konstruksiyalarini kamchiliklarini yo'qotish yo'li bilan erishiladi va ularning natijalari quyidagicha:

- uzatish gidrotsilindrlarini porshen va shtoklari zichlashuvda sezilari ishqalanish kuchi, uzatishni ikkita gidrotsilindrlarida zichlashuvga yig'indi ishqalanish kuchi 10 MPa bosimda 6000÷9000 N oraliqida tebranishlar o'zgaradi [1, 8, 11, 12];

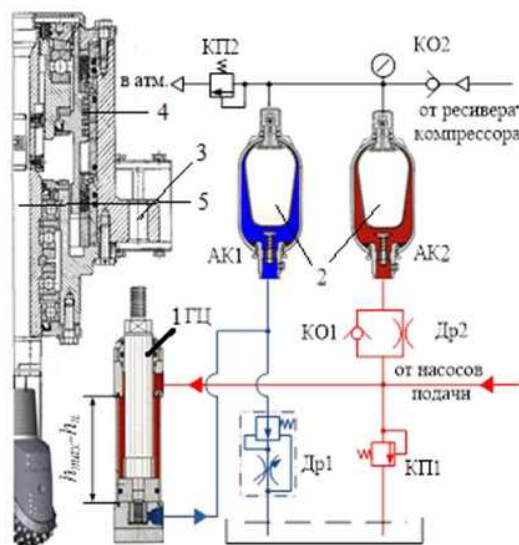
- vertikal tik yuzada burg'ilash stavini impulsni yuklanishida uning ishchi harakatini qarama – qarshi tomonga gidrotsilindr porshenini harakati imkonini yo'qligi hisoblanadi.

Hozirda vaqtda SBSH-250MNA-32 turidagi burg'ilash dastgohlari ekspluatatsiyasi shuni ko'rsatdiki, qoniqarli sharoitda faqatgina porshenni zichlangan tugunlari ishlaydi.

Gidrotsilindrlarni shtoklarini zichlangan sirt yuzalari qo'yilgan talablarga javob bermaydi va ekspluatatsiya qilingandan biroz vaqtdan keyin chuqurligi 0,5 mm bo'lgan bo'ylama chiziq tarmoq turi bilan qoplanadi. Shtokni bunday sirt yuzasini holati zichlantiruvchini xizmatini keskin qisqarishiga olib keladi, ya'ni 2000 marta yurishdan oshmaydi. Normal sharoitda zichlagichni ishlash paytida 500000 marta yurishdan ortiqrog'ini taminlaydi. Buni hisobga olib ftorplastli zichlagich yangi gidrotsilindrlarda yoki sirt yuzasi qayta tiklangan gidrotsilindrlarda, abraziv (sindirish) muhitdan shtokni albatta himoya qilgan holda ishlash chiqarilishi kerak.

Silindr porsheni 1ni erkin harakatlanishiga uning yuzasiga pnevmogidravlik akkumulyatorlar 2ni o'lab erishiladi (3, 4 va 5 rasmlar).

Akkumulyatorlar ham porshenli, ham moslashuvchi ajraluvchan bo'lishi mumkin. Oxirgisiga imtiyoz berish kerak. Porshenli akkumulyatorlarda ishqalanish kuchi porshen zichlantirgichlarida, shuningdek uning massasi ularni qo'llanish sohasini, moslashuvchan ajratgichi bor akkumulyatorlarga solishtirilganda cheklab qo'yadi [10, 12]. Akkumulyatorlarni to'ldirish azot bilan amalga oshiriladi va azot bilan to'ldirilganda portlash xavfsizligini xam, shuningdek korroziyasini kamaytirish xam ta'minlanadi.



3-rasm. «Burg'ilash» rejimida burg'ilash dastgohini aylantiruvchi-uzatuvchi mexanizmini innovatsion uzatish tizimining printsipl gidravlik sxemasi:
1 – gidrotsilindr; 2 – pnevmogidroakkumulyatorlar; 3 – patron; 4 – aylantirgich; 5 – burg'ilash stavi

Vertikal tik yuzasida tebranishlarni pasaytirishni eng katta effektiga, uzatishni takomillashtirilgan gidrotsilindrlar kompleksiga moslashuvchan ajratgichi bor pnevmogidravlik akkumulyatorni o'rnatish yo'li bilan (sig'imi 9,5 l va zaryadlash bosimi 0,7÷0,8 Rishchi) erishiladi.

Akkumulyatorlarni uzatishni bazavoy tsilindriga o'langanda ularning samaradorligi pasaytiriladi.

Sinov usullari.

Elektrodromexanik aylantirgich ishining samaradorligini baholashning asosiy kriteriyasi bo'lib, burg'ilash dastgohini dinamik tezanishini darajasi qabul qilingan, burg'ilash tezligi va unumdorligi, ularni asosida kompleks parametrlarni o'lchash va qayd etish quyidagicha aniqlangan:

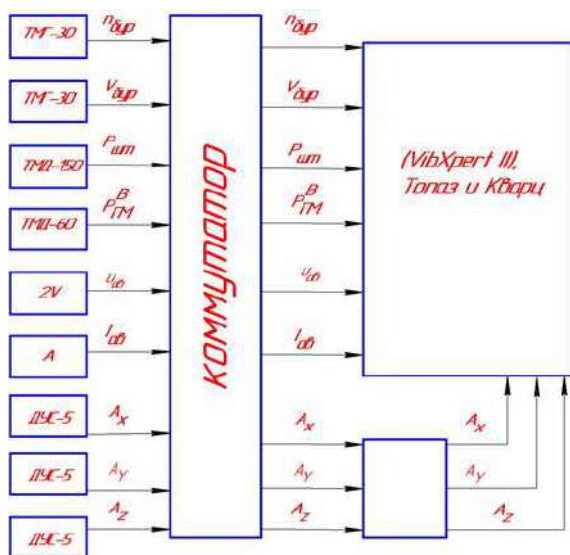
- qayta ishladigan tog' jinslarini nomlanishi va qattiqligi;
- tik vertikal tekislikda dastgohni tezanishlar amplitudasi;
- dastgohni bo'yama va ko'ndalang o'qlari bo'yicha gorizont tekislikdagi dastgoh tezanishlarini amplitudasi;
- elektrodvigatel yuritmasining toki;
- elektrodvigatel yuritmasining kuchlanishi;



4-rasm. Pnevmodravlik akkumulyatorlarni azot bilan to'ldirish va bosimini nazorat qilish



5-rasm. SBSH-250MNA-32 burg'ilash dastgohi uzatishini takomillashtirilgan tsilindrlari magistrallarga pnevmogidravlik akkumulyatorlarni o'lanishi



6-rasm. Analog nazorat-o'lchov kompleksini blok-sxemas

- gidromashinani yuqori bosimli magistrallidagi bosimi;
- planetar o'zatkichdan so'ng kinematik zanjirda joylashgan burg'ilash dastgohi yoki transmissiya elementlarini aylanishlar chastotalari;
- burg'ilash stavi uzatish gidrotsilindrlarini porshenli yuzasidagi (bo'shlig'idagi) bosimi;
- sharohkali dolotani chidamliligi va emirilish xarakteri (tabiati);
- dastgohning unumdorligi.

Barcha o'tgaziladigan o'lchashlar mos ravishda analog nazorat – o'lchovi komplekslaridan foydalanib bajariladi (6-rasm).

1. Barcha parametrlarni registratsiyasi tebranishlar tezligini, tezlanishini aniqlovchi moslamalar Vibxpert II, Topaz va Kvarts priborlari yordamida amalga oshiriladi.

2. Dvigatel yuritmasini elektrik parametrlari, maxsus datchiklarni qo'llamasdan to'rib, umumiy holda qabul qilingan sxemalar bo'yicha o'lchanadi va belgilanadi (fiksirlanadi).

3. Burg'ilash stavini aylanishlar chastotasi va uni uzatish tezligi taxogeneratorlar TMG-30 va Vibxpert II, Topaz, Kvarts moslamalar yordamida o'lchanadi.

4. Magistrallardagi bosimni telemetrik bosim datchiklari TMD-100, TMD-150, TMD-250 yordamida o'lchanadi.

5. Dastgoh ramasidagi tezlanishi tebranishni o'lchaydigan Vibxpert II, Topaz, Kvarts apparaturasi komplektidagi datchiklar DUS-5 yordamida o'lchanadi.

Parametrlar lab, VST, Vab, Ro'q.b.k ni o'zgarishlarini nazorati burg'ilash dastgohlari mashinist kabinasida o'rnatilgan strelkali asboblarda amalga oshiriladi, gidromashinalar magistrallidagi bosimni o'zgarishlari esa, gidroblokda o'rnatilgan monometrlar MN1, MN2 bo'yicha amalga oshiriladi.

Ekspiriment o'tkazishda o'zgaruvchan parametrlar quyidagilar hisoblanadi:

- stavni aylanishlar chastotasi. O'zgarishlar oralig'i $50 \div 150$ ayl./min;
- o'q bo'yicha qo'yilgan kuchi. O'zgarishlar oralig'i $10 \div 24$ kN;
- gidropnevmoakkumulyatorni zaryadlash bosimi, gidromashinani yuqori bosimli magistralliga o'rnatilgan. O'zgarishlar oralig'i $0,3 \div 0,9$ RNOM.

Eng ko'p miqdordagi o'lchovlarni, majburiy rejimlarda burg'ilash imkoniyatini ishonchli asoslash uchun stavni aylanishlar tezligi 100 ayl./min o'q bo'yicha bosimi 20 kN dan ko'proq bo'lganda amalga oshirish kerak. Ekspirimental tadqiqotlarning natijalarini qayta ishlash va tahlili.

Burg'ilash dastgohini takomillashtirilgan elektrogidromexanik aylantiruvchi – uzatuvchi mexanizmini eksperimental namunasini sinovi 2021 yil 20 fevraldan 20 aprelgacha o'tkazildi. Sinov vaqtida Janubiy kon boshqarmasi +800 – gorizontidagi O'rtaliq kareerida chuqurligi 19 m va diametri 250 mm bo'lgan 4400 pog.m skvajina kovlangan.

Burg'ilanadigan tog' jinslari: zich peridotit, joyi kelganda yoriqli, asbestsiz, prof. Protodyakonov shkalasi bo'yicha qattiqligi $f = 12 \div 20$ ga teng.

Vibxpert II ostsilogrammadagi datchik ko'rsatkichlarini yozuvini, ham standart, ham takomillashtirilgan aylantiruvchi – uzatuvchi mexanizmlar bilan, chuqurligi 3-5 m, 10-12 m va 16-18 m bitta, ikkita va uchta shtangalar bilan burg'ilash vaqtida amalga oshirildi. Sinov mobaynida 21 ta rejim yozib borildi: 9 ta standart bilan va 12 ta takomillashtirilgan aylantiruvchi – uzatuvchi mexanizm bilan.

Burg'ilash dastgohini mashinist kabinasida joylashtirilgan nazorat o'lchov apparatlari sinov o'tkazish vaqtidagi holati 7 rasmda ko'rsatilgan.

Vibxpert II o'lchov apparatlarining tahlili ularni fragmentlari 8, 9, 10 va 11 rasmlarda keltirilgan, rasmda ko'rsatilgan natijalar shundan dalolat beradiki, tormozlash (to'xtatish) rejimida ishlaydigan gidromashina transmissiyasiga, qaysiki yuqori bosimli magistrallida gidropnevmoakkumulyator o'rnatilgan, aylantirgich dvigatelini yuklamasi bilan mos ravishda hisoblangan zaryadlanish bosimini kiritilishi, dastgoh metallokonstruksiyasiga beriladigan harakatga dinamik yuklanish darajasini sezilarlicha kamaytirish imkonini beradi.

Dastgohni ramasini ko'ndalang o'qi bo'ylab gorizont tekislikdagi tebranishlar tezlanishini pasayishi ayniqsa sezilarli hisoblanadi (egri chiziq 1).

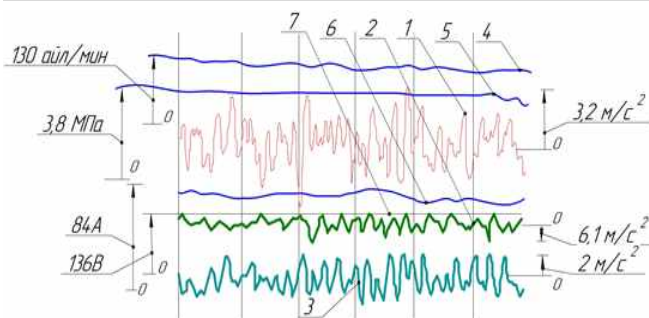
Aytmaylik, agarda gidromashina o'rnatilgunga qadar tebranishlar tezlanishini maksimal qiymati A_x 3-3,5 m/s^2 ni tashkil etgan bo'lsa, u holda o'rnatilgandan so'ng ular 2,1-2,4 m/s^2 gacha pasayadi, bundan tashqari tebranishlar tezlanishini pasayishining katta qiymati past chastotaga to'g'ri keladi, shu zonada xususiy va qo'zg'atuvchi chastotalarni nomuvofiqligi bilan tushuntiriladi (2,2;6,4 Gts). Xuddi shunday, dastgoh ramasi bo'ylama o'qi bo'ylab gorizont tekislikda tebranishlar tezlanishini maksimal qiymati A_u 1,8-2,2 m/s^2 dan 1,35-1,6 m/s^2 gacha pasayishini, tebranishlar tezligini vertikal tekisligida esa A_z 3,9-7,8 m/s^2 dan 3,6-5,7 m/s^2 gacha pasayishi belgilangan. Barcha ko'rsatilgan qiymatlar, bir xil bo'rovchi momentlarida ($1 av = 70-80$ A), aylanish chastotalarida ($n=120-140$ ayl./min) va o'q bo'yicha uzatish (Ro'q.b.k = $14 \div 18$ t) kuchida olingan.

Gidromashinalarsiz burg'ilashda 2,18-2,21 Gts; 6,4-6,6 Gts; 13,1 Gts; 77-80 Gts chastotalari bilan tebranishlar yaqqol ifodalangan, bundan tashqari chastota ma'lumotlaridan birinchi ikkita tebranishlar tezlanishi yozuvida ham, hamda dvigatel yakori toki yozuvida xam ishtirok etadi.

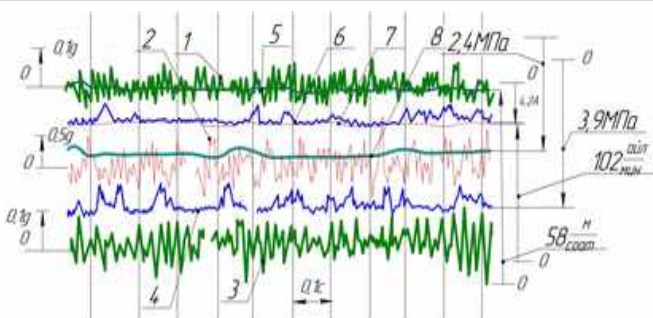
Shunday qilib, tebranishlar paydo bo'lishining asosiy manbalari, sharohkali dolotani kovjoy bilan ta'sirlashuvdan, hamda burg'ilash



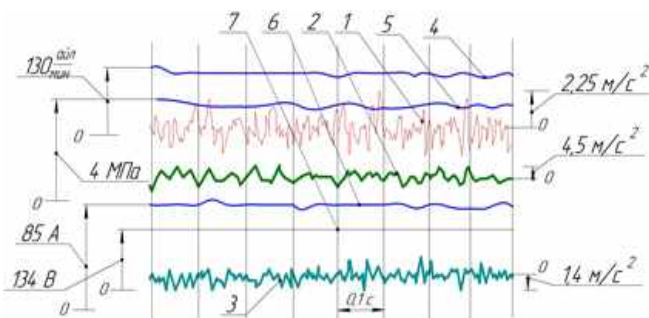
7-rasm. Sinov vaqtida mashinist kabinasida nazorat-o'lchov apparatlarini joylashuvi va o'lchov natijalari



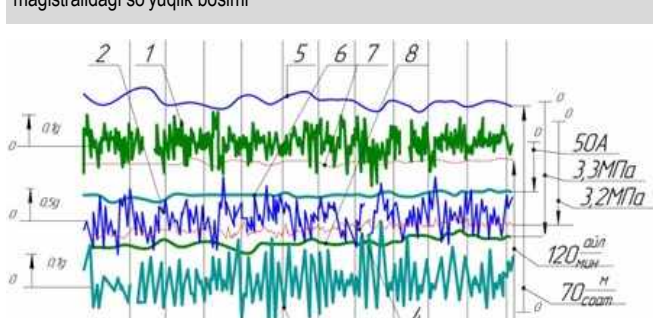
8-rasm. Burg'ilash dastgohini elektrogidromexanik aylantirgichini o'lanishga qadar bo'lgan ishini Vibxpert II apparati ostsilogrammasi: 1 – gorizontaal yuzasidagi (ramaga ko'ndalang) tezlanishi; 2 – vertikal yuzadagi tezlanishi; 3 – gorizontaal yuzadagi (rama bo'ylab) tezlanishi; 4 – stavni aylanishlar chastotasi; 5 – gidromashinani yuqori bosimli magistralidagi bosimi; 6 – dvigatel toki; 7 – dvigatel kuchlanishi



10-rasm. Burg'ilash dastgohini elektrogidromexanik aylantirgichni o'rnatgandan keyin burg'ilash dastgohi ishini Vibxpert II apparati ostsilogrammasi: 1 – gorizontaal tekislikdagi (ramaga ko'ndalang) tezlanishi; 2 – vertikal tekislikdagi tezlanishi; 3 – gorizontaal tekislikdagi (rama bo'ylab) tezlanishi; 4 – uzatish gidrotsilindrlarini porshenli yuzasidagi bosimi; 5 – burg'ilash tezligi; 6 – dvigatel toki; 7 – stavni aylanishlar chastotasi; 8 – gidromashinani magistralidagi so'yuslik bosimi



9-rasm. Burg'ilash dastgohini elektrogidromexanik aylantirgichli ishini Vibxpert II apparati ostsilogrammasi: 1 – gorizontaal tekislikdagi (ramaga ko'ndalang) tezlanishi; 2 – vertikal tekislikdagi tezlanishi; 3 – gorizontaal tekislikdagi (rama bo'ylab) tezlanishi; 4 – stavni aylanishlar chastotasi; 5 – gidromashinani yuqori bosimli magistralidagi bosim; 6 – dvigatel toki; 7 – dvigatel kuchlanishi



11-rasm. Burg'ilash dastgohini elektrogidromexanik aylantirgich o'rnatilgandan keyingi burg'ilash dastgohi ishini Vibxpert II apparati ostsilogrammasi: 1 – gorizontaal tekislikdagi (ramaga ko'ndalang) tezlanishi; 2 – vertikal tekislikdagi tezlanishi; 3 – gorizontaal tekislikdagi (rama bo'ylab) tezlanishi; 4 – uzatish gidrotsilindrlarini porshenli yuzasidagi bosimi; 5 – burg'ilash tezligi; 6 – dvigatel toki; 7 – stavni aylanishlar chastotasi; 8 – gidromashinani magistralidagi suyuqlik bosimi

shtangalarini geometriyasi og'ishidan quyidagilar aniqlandi: 2,18-2,21 Gts chastota burg'ilash stavi aylanishiga mos keladi; 6,4-6,6 Gts chastota sharoshkalarini kovjoyini uchta to'liqinli sirt yuzasi bilan ta'sirlashuviga mos keladi; 13,1 Gts – chastota, kovjoyini uchta to'liqinli sirt yuzasi bilan ta'sirlashuvini bir karrali chastotasi.

Sharoshka tishlarini kovjoy bilan ta'sirlashuvidan paydo bo'ladigan 77-80 Gts atrofidagi chastota dastgoh metall konstruksiyasi tebranishlarini shakllanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi, ularning dispersiya jarayoniga qo'shgan hisssasi 15-20% dan oshmaydi.

Gidromashina bilan ishlaganda elektrodvigatelni tokining yuklamali yozuvida 2,18-2,21 Gts chastota oralig'ida tebranishlar ko'zatilgan va 6,4-6,6 Gts chastotalar oralig'ida esa tebranishlar kuchsiz ifodalangan, buni esa qo'shimcha bikirlikka teskari bo'lgan kattalikni kiritilishi va rezonansli zona orqasidagi harakatini hisobiga xususiy chastotani anchagina kichik chastota sohasiga siljishi bilan tushuntiriladi. Bu holatda

qo'zg'atuvchi chastota qiymati xususiy chastotadan anchagina yuqori bo'ladi, uning natijasi tebranishlar tezlanishi amplitudasini 30-40% ga pasayishi hisoblanadi.

Sinov davomida burg'ilash jarayonini intensivlashtirish bo'yicha rejimlar qo'llab ko'rildi, bu vaqtda takomillashtirilgan elektromexanik aylantiruvchi – uzatuvchi mexanizmi aylanishlar chastotasi, dvigatelga yuklamasi va uzatish kuchlanishini oshirishni gidromashinasi sinovda olingan tebranishlar tezlanishlari qiymatiga erishguncha amalga oshirildi. Bunda burg'ilash stavi aylanishlar chastotasini 13-17% ga (150-160 ayl./min gacha) oshishi, o'q bo'yicha uzatish kuchining 12-15% ga (17-20 t gacha) oshishi esa, burg'ilash tezligini 12-15% ga va burg'ilish unumdorligini 10-15% oshishiga olib keladi.

Bibliografik ro'yxat:

1. Kantovich L.I., Poderniy R.Yu., Mo'minov R.O. Burg'ilash moslamasining aylanish mexanizmining parametrlarining uning mahsuldorligiga ta'siri // GIAB, № 11. – Moskva: "Gornaya kniga", 2010. 396-399 b.
2. Sandalov V.F., Mo'minov R.O. Bir stantsiyadan uch qatorli portlash teshiklari bo'lgan tosh massasini burg'ulash uchun burg'ulash qurilmasining kinematik parametrlarini asoslash va tanlash // "Kon-metallurgiya sanoatining zamonaviy uskunalari va texnologiyasi va ularning rivojlanish yo'llari" xalqaro ilmiy-texnik konferentsiyasi materiallari". – Navoiy, NKMK nashriyoti, 2010. 181-182 b.
3. Kantovich L.I., Kozlov S.V., Mo'minov R.O. Karyer burg'ilash moslamasining aylanish-ozqiqlantirish mexanizmining asoslanishi va parametrlarini tanlash // GIAB, № 5. – M.: "Gornaya kniga" nashriyoti, 2011. 225-229 b.
4. Poderniy R.Yu. Karerlarning mexanik uskunalari: darslik. universitetlar uchun. 7 -nashr, Rev. va qo'shing. – M.: "Mining Media Group" nashriyoti uyi, 2011. – 640 b.
5. Poderniy R.Yu., Cho'loq M.R., Prasolov S.K. Qayta tiklanadigan gidrostatik haydovchiga ega burg'ulash qurilmasining ozuqa tizimi // Moskva davlat kon universitetining ilmiy xabarnomasi. 2012 yil, № 10. 75-85 b.
6. Kuziev D.A., Pyatova I.Yu., Klementyeva I.N., Pixtorinskiy D. Karyer burg'ulash qurilmasining uzatish haydovchi birligini maksimal quvvatini aniqlash algoritmi. – M.: GIAB, 2019, № 1. 128-133 b.
7. Egamberdiev I.P., Atakulov L., Muminov R.O., Ashurov Kh.Kh. Research of Vibration Processes of Bearing Units of Mining Equipment. Volume 9, No.5, September-October 2020 International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering Available Online at <http://www.warse.org/IJATCSE/static/pdf/file/ijatcse125952020.pdf>
8. Muminov R.O. Research of the kinematic parameters of loading of the basic mechanisms of the drilling rig during drilling of the step. SOI: 1.1/TAS DOI: 10.15863/TAS International Scientific Journal Theoretical & Applied Science p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online) Year: 2021 Issue: 01 Volume: 93 Published: 26.01.2021 <http://T-Science.org>.
9. Zaripov Sh.U., Mo'minov R.O., Maxmudov Sh.A., Boynazarov G.G. Karyer burg'ilash moslamasining aylanish mexanizmining parametrlarini o'rganish va tanlash // O'zbekiston konchilik xabarnomasi, № 1 (84) 2021 yil, yanvar - mart. 40-42 b.
10. Mo'minov R.O., Zaripov Sh.U., Qurbonov U.K., Ravshanov Zh.Sh. Burg'ilash moslamasini oziqlantirish tizimining ratsional va qattqlik parametrlarini asoslash va tanlash // O'zbekiston konchilik byulleteni, № 1 (84) 2021 yil, yanvar - mart. 51-55 b.
11. Mo'minov R.O., Boynazarov G.G., Mamadiyarov A.J. Tarjima harakatining gidrostatik haydovchisi bo'lgan burg'ulash qurilmalari uchun uzatish tizimlarining oqilona parametrlari. Fargona politexnika instituti ilmiy - texnika jurnallari, 2021. 25 jild. 2-son, 30-38 b.
12. Mo'minov R.O., Rayxanova G.E., Kuziev D.A. Dinamik yuklarni kamaytirish orqali burg'ulash qurilmalarining ishonchligi va mustahkamligini oshirish. Ko'mir. 2021. №5. 32-36 b. DOI: 10.18796 / 0041-5790-2021-5-32-36.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2021, № 4 (87) pp. 85-90

DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE THE ROTARY - FEED MECHANISM OF A QUARRY DRILLING RIG

¹Muminov R.O., Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering Technology, rashid_81@mail.ru

²Norkulov B.M., Deputy Chief Mechanic of the Southern Mining Administration.

³Zaripov Sh.U., Deputy Head of the Design Bureau, PhD.

¹Maxmudov Sh.A., Associate Professor of the Department of Mining Electromechanics.

¹Navoi State Mining Institute. Navoi, Uzbekistan.

²Navoi Mining and Metallurgical Combine. Navoi, Uzbekistan.

This article describes the design and principle of operation of an electrohydraulic rotator. Shown are the results of experimental studies, the methodology and research program, preparation of equipment, the purpose of research, processing and analysis of the results of experimental studies of the drilling rig type SBSH-250MNA-32.

Keywords: drilling rig, dynamic parameters, hydraulic cylinder, pneumohydraulic accumulator, reliability, electro-hydraulic rotator, drilling string.

References:

1. Kantovich L.I., Poderniy R.Yu., Muminov R.O. The influence of the parameters of the rotary - feeding mechanism of the drilling rig on its productivity // GIAB, No. 11. – M.: "Gornaya kniga", 2010, pp. 396-399.
2. Sandalov V.F., Muminov R.O. Justification and selection of kinematic parameters of a drilling rig for drilling a rock mass with three rows of blast holes from one station // Materials of the international scientific and technical conference "Modern equipment and technology of the mining and metallurgical industry and ways of their development". – Navoi, publishing house NMMC, 2010, pp. 181-182.
3. Kantovich L.I., Kozlov S.V., Muminov R.O. Substantiation and selection of parameters of the rotary - feeding mechanism of a quarry drilling rig // GIAB, No. 5. – M.: publishing house "Gornaya kniga", 2011, pp. 225-229.
4. Poderniy R.Yu. Mechanical equipment of quarries: Textbook. for universities. 7th ed., revised. and add. – M.: Publishing house "Mining Media Group", 2011. – 640 p.
5. Poderniy R.Yu., Lame MR, Prasolov S.K. Feed system of a drilling rig with a recuperative hydrostatic drive // Scientific Bulletin of the Moscow State Mining University, 2012, pp. 75-85.
6. Kuziev D.A., Pyatova I.Yu., Klementyeva I.N., Piktorinskiy D. Algorithm for determining the maximum power of the feed drive of a quarry drilling rig // – M.: GIAB, 2019. – No. 1, pp. 128-133.
7. Egamberdiev I.P., Atakulov L., Muminov R.O., Ashurov Kh.Kh. Research of Vibration Processes of Bearing Units of Mining Equipment. Volume 9, No.5, September - October 2020 International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering Available Online at <http://www.warse.org/IJATCSE/static/pdf/file/ijatcse125952020.pdf>
8. Muminov R.O. Research of the kinematic parameters of loading of the basic mechanisms of the drilling rig during drilling of the step. SOI: 1.1 / TAS DOI: 10.15863 / TAS International Scientific Journal Theoretical & Applied Science p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online) Year: 2021 Issue: 01 Volume: 93 Published: 26.01. 2021 <http://T-Science.org>.
9. Zaripov Sh.U., Muminov R.O., Maxmudov Sh.A., Boynazarov G.G. Research and selection of parameters of the rotary-feed mechanism of a quarry drilling rig // Mining Bulletin of Uzbekistan, №1 (84) January - March 2021.
10. Muminov R.O., Zaripov Sh.U., Qurbonov U.K., Ravshanov Zh.Sh. Justification and selection of rational and stiffness parameters of the drilling rig feed system // Mining Bulletin of Uzbekistan. – No. 1 (84) January - March 2021.
11. Muminov R.O., Boynazarov G.G., Mamadiyarov A.Zh. Rational parameters of feed systems for drilling rigs with a hydrostatic drive of translational action. Fargona polytechnic institutes and im and y - tech nik and journals 2021 Volume 25. – № 2, pp. 30-38.
12. Muminov R.O., Rayxanova G.E., Kuziev D.A. Improving the reliability and durability of drilling rigs by reducing dynamic loads. Coal. 2021. – No. 5, pp. 32-36. DOI: 10.18796 / 0041-5790-2021-5-32-36.

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, СНИЖАЮЩИХ ОБРАЗОВАНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕПЛООБМЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ РУДНИЧНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК



Хатамова Д.Н.,
Старший преподаватель кафедры
«Горное дело» НГГИ



Абдуазизов Н.А.,
проректор по учебной работе НГГИ,
д.т.н., доцент



Джураев Р.У.,
доцент кафедры
«Горная электромеханика» НГГИ,
д.т.н.

Bugungi kunda mavjud bolgan kompressor uskunalarining sovutish tizimlari, ularning ishlashining o'ziga xos xususiyatlari tufayli bir qator muhim kamchiliklarga ega. Kompressor uskunalarini ishini tahlili shuni ko'rsatadiki, porshenli kompressorlarda havoning har bir 5-6 °C ga kam sovishi havoni siqish uchun energiya sarfini 1% ga oshiradi va unumdorligi 8-10% ga pasayadi, bu esa siqilgan havo ishlab chiqarishda sezilarli iqtisodiy yo'qotishlarga olib keladi.

Ushbu maqolada kompressor uskunalarining ishini takomillashtirish va sovutish tizimi turlari keltirilgan, amalga oshirilishi energiya sarfini kamaytiruvchi taklif qilingan yangi texnik echimlar muhokama qilinadi.

Tayanch iboralar: kompressor, sovutish tizimi, harorat, siqilgan havo, issiqlik uzatish, gradirnya, oraliq sovutgich, quvvat sarfi, suvni elektromagnit tozalash, qurum.

Существующие системы охлаждения компрессорных установок имеют ряд существенных недостатков, обусловленных особенностями их эксплуатации. Анализ эксплуатации компрессорных установок показывает, что недоохлаждение воздуха в поршневых компрессорах на каждые 5-6°С увеличивает расход электроэнергии на сжатие воздуха на 1%, а производительность снижается на 8-10%, что приводит к ощутимым экономическим потерям при производстве сжатого воздуха.

В данной статье рассмотрены различные способы улучшения работы, системы охлаждения, предложены новые технические решения, реализация которых позволит снизить энергоёмкость эксплуатации компрессорных установок.

Ключевые слова: компрессор, система охлаждения, температура, сжатый воздух, теплопередача, градирня, промежуточный холодильник, расход электроэнергии, электромагнитная обработка воды, накипь.

Повышение эффективности работы системы охлаждения компрессорных установок, возможно за счет интенсификации процесса теплообмена между охлаждаемым (сжатый воздух) и охлаждающим (вода) теплоносителями.

Это, прежде всего, реализуется предотвращением отложений накипи и шлама в холодильниках. На сегодняшний день смягчение жесткости воды достигается химическим способом. Химический способ предотвращения образования накипи является эффективным, однако, требует постоянных затрат, сильно загрязняет окружающую среду и наносит вред здоровью обслуживающего персонала. Одним из эффективных методов предотвращения образования накипи, является применение электромагнитной обработки оборотной охлаждающей воды [1].

Нами в лабораторных условиях разработана установка для электромагнитной обработки циркулирующей воды. На рис. 1 приведена принципиальная схема установки электромагнитной обработки воды.

С целью определения эффективности разработанной установки электромагнитной обработки циркулирующей воды, нами проведены экспериментальные испытания. Схематический вид экспериментальной установки приведен на рис. 2.

Экспериментальные работы проводились в два этапа, первый этап экспериментальных исследований проводился без применения устройства для электромагнитной обработки воды. Второй этап с применением устройства для электромагнитной обработки воды. Продолжительность экспериментальных работ для каждого цикла составила 48 ч, средняя жесткость воды 20 мг-экв/л.

Основной задачей экспериментальных работ являлось установление зависимости образования слоя накипи на поверхности металличе-

ской трубы от температуры циркулирующей воды, с применением устройства для электромагнитной обработки воды и без его применения.

В табл. 1 приведены результаты проведенных экспериментальных исследований.

Выполненные экспериментальные испытания позволили получить зависимость образования накипи на металлической поверхности от величины температуры циркулирующей воды с применением и без применения устройства для электромагнитной обработки воды, графическая зависимость представлена на рис. 3.

На графике, приведенном на рис. 3, видно, что электромагнитная обработка циркулирующей воды, способствует снижению образования накипи на металлических поверхностях в среднем на 70-80%.

На рис. 4 представлен микроскопический фотоснимок стенки металлической трубы после завершения экспериментальных работ. Анализ сделанных микроскопических фотоснимков показывает, что применение электромагнитной обработки снижает образование слоя накипи на стенках металлической трубы.

На рис. 4 видно, что слой накипи на стенках металлической трубы, приведенной на рис. 4, а намного толще, относительно приведенной на рис. 4, б.

Таким образом, применение устройства для электромагнитной обработки воды, способствует снижению образования накипи на поверхностях теплообменных аппаратов.

На большинстве промышленных предприятиях страны система охлаждения стационарных компрессоров выполнена циркуляционной по разомкнутой схеме.

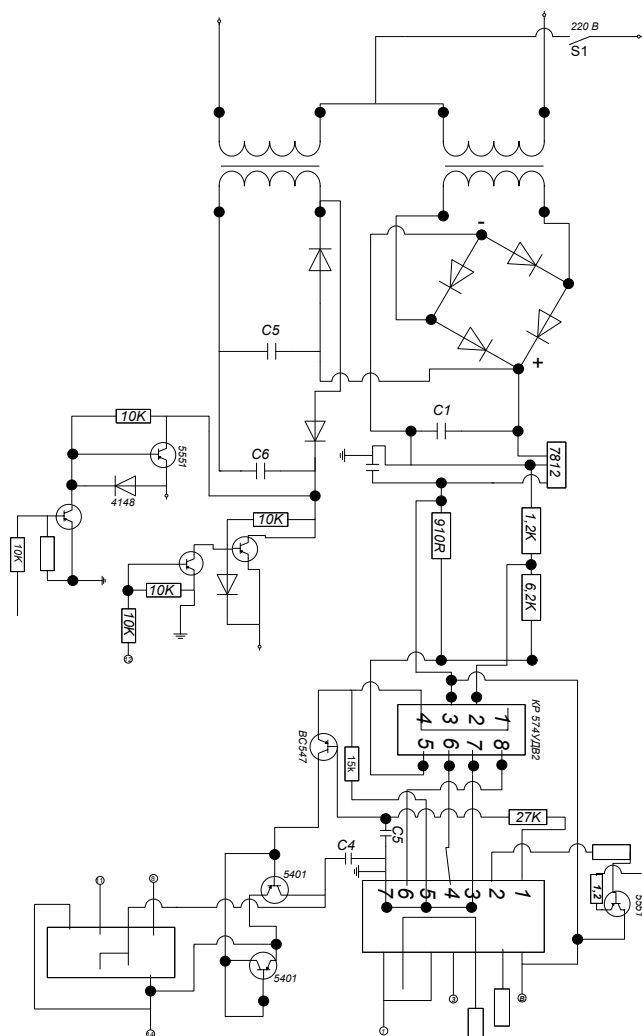


Рис. 1. Принципиальная схема установки электромагнитной обработки воды

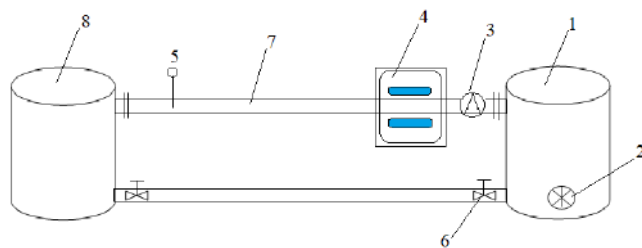


Рис. 2. Схематический вид экспериментальной установки при испытании устройства электромагнитной обработки воды: 1 – ёмкость с электронагревателем; 2 – регулятор температуры; 3 – циркуляционный насос; 4 – устройство для электромагнитной обработки воды; 5 – точка замера температуры воды; 6 – задвижка; 7 – металлическая труба; 8 – ёмкость с водой

Таблица 1

Результаты экспериментальных испытаний

№	Температура охлаждающей воды, t (°C)	Толщина слоя накипи, δ (мм)	
		без применения электромагнитной обработки	с применением электромагнитной обработки
1	40 °C	0,12	0,04
2	50 °C	0,17	0,05
3	60 °C	0,22	0,07
4	70 °C	0,27	0,08
5	80 °C	0,32	0,1

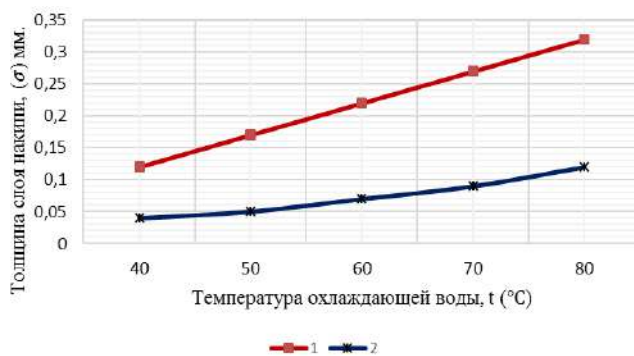


Рис. 3. Графическая зависимость образования толщины накипи от температуры оборотной воды: 1 – без применения устройства для электромагнитной обработки воды; 2 – с применением устройства для электромагнитной обработки воды

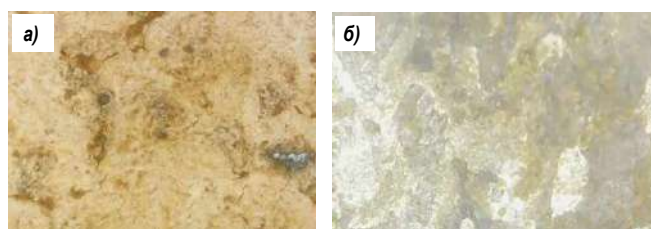


Рис. 4. Микроскопический фотоснимок стенки металлической трубы: а) эксплуатация трубы без применения устройства для электромагнитной обработки воды, б) с применением устройства для электромагнитной обработки воды

При разомкнутой схеме циркулирующая вода охлаждается в градирных охладителях, процесс охлаждения в устройстве осуществляется за счет частичного испарения жидкости и осуществления теплообмена с воздухом. При этом вода в градирне стекает по оросителю в виде капель или тонкой пленки. В это же время вдоль оросителя проходят воздушные потоки.

В градирнях часть охлаждающей воды теряется за счет капельного уноса и испарения, потеря воды компенсируется подпиточной (добавочной) водой. В некоторых случаях общие потери воды в градирнях составляют 20-30% за сутки.

При работе оборотной системы, вследствие испарения части воды происходит постепенное увеличение концентрации растворенных в воде солей, кроме того, увеличение происходит за счет постоянного добавления подпиточной воды.

Одним из оптимальных решений предотвращения образования накипи на поверхностях теплообменных аппаратов компрессорных установок, является изначально, использование фильтрованной воды в качестве оборотной воды. Но при этом возникает необходимость постоянной фильтрации добавляемой подпиточной воды.

С целью эффективной фильтрации добавляемой подпиточной воды в систему охлаждения нами разработано устройство умягчения подпиточной воды системы охлаждения компрессорных установок. Основой устройства умягчения подпиточной воды является фильтр, содержащий фильтрующий материал.

В качестве фильтрующего материала применили бентонитогольный сорбент, изготовленный из местного сырья, который возможно многократно регенерировать до 7-8 раз. После регенерации угольный сорбент не теряет свои исходные свойства.

Бентонитогольный сорбент предназначен для очистки сточных технологических вод промышленных предприятий Республики Узбекистан, отличающийся тем, что в качестве связующего соединения был использован бентонит из Навбахорского месторождения вместе с угольной пылью Ангренского бурого угля.

На рис. 5. представлен образец гранулированного бентонитогольного сорбента, полученного в лаборатории на кафедре «Химическая технология» Навоийского государственного горного института.

В процессе экспериментального испытания разработанного фильтра выявлено что, эффективность очистки воды выше при высоких температурах фильтруемой воды. При температуре воды 50-55 °С проходящей через фильтр эффективность очистки достигает 90-92%.

Поэтому на входе к фильтру вода нагревается в нагревателе воды и на выходе из фильтра вода обратно охлаждается, в качестве нагревателя и охладителя применяется теплообменник.

Нагревание и охлаждение подпиточной воды требует значительных энергетических затрат, с целью снижения энергетических потерь, нагрев и охлаждение воды производится вихревой трубой.

На рис. 6 представлен общий вид устройства умягчения подпиточной воды системы охлаждения компрессорных установок.

На рис. 7 приведен общий вид системы охлаждения компрессорных установок при установке в нее устройства умягчения подпиточной воды.

Устройство умягчения подпиточной воды системы охлаждения компрессорных установок (рис. 7) работает следующим образом.

При работе системы охлаждения циркуляционная охлаждающая вода из отстойника 1 насосом 2 по трубопроводу 4 подается в промежуточный теплообменник 7, концевой теплообменник 8, также в первую ступень компрессора 5 и вторую ступень компрессора 6, перед подачей вода проходит через аппарат электромагнитной обработки. Вода, охлаждая ступени компрессора и теплообменники, нагревается и по трубопроводу 9 для последующего её охлаждения подается в градирню 10. В градирне 10 нагретая вода охлаждается и отводится в отстойник 1 и далее весь процесс повторяется. Некоторая часть воды в процессе охлаждения в градирне 10 испаряется и теряется в объеме. Для возмещения потерянного объема охлаждающей воды в отстойник подается подпиточная вода из трубопровода 15.

С целью очистки подпиточной воды от различных примесей и солей жесткости на трубопроводе подпиточной воды 15 установлен фильтр 16, содержащий угольный сорбент. Подпиточная вода перед подачей в отстойник нагревается в нагревателе 17, далее умягчается в фильтре 16, на выходе из фильтра охлаждается в охладителе 18.

Нагрев и охлаждение подпиточной воды на входе и на выходе фильтра производится за счет горячего и холодного потока воздуха, получаемого из вихревой трубы. Сжатый воздух из ресивера 11 пода-



Рис. 5. Фильтрующий элемент (бентонито-угольный сорбент)

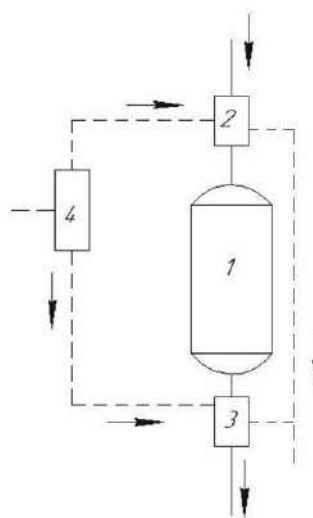


Рис. 6. Устройство умягчения подпиточной воды: 1 – фильтр содержащий угольный сорбент; 2 – нагреватель воды; 3 – охладитель воды; 4 – вихревая труба

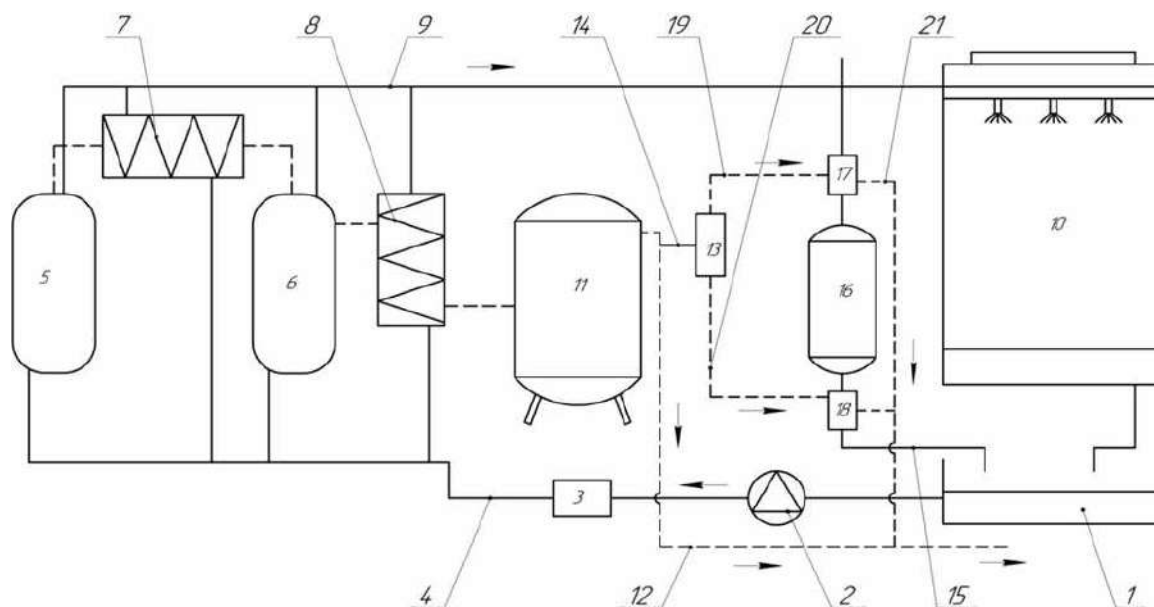


Рис. 7. Общий схематический вид системы охлаждения компрессорных установок после установки в нее устройство умягчения подпиточной воды: 1 – отстойник; 2 – насос; 3 – аппарат электромагнитной обработки воды; 4 – трубопровод охлаждающей воды; 5 – первая ступень компрессора; 6 – вторая ступень компрессора; 7 – промежуточный холодильник; 8 – концевой холодильник; 9 – трубопровод нагретой воды; 10 – градирня; 11 – ресивер компрессора; 12 – трубопровод для подачи сжатого воздуха к потребителю; 13 – вихревая труба; 14 – трубопровод; 15 – трубопровод подпиточной воды; 16 – фильтр; 17 – нагреватель воды; 18 – охладитель воды; 19 – трубопровод горячего потока воздуха; 20 – трубопровод холодного потока воздуха; 21 – трубопровод

ется на трубопровод 12 для подачи сжатого воздуха к потребителю, одна часть сжатого воздуха из трубопровода 12 через трубопровод 14 подается вихревой трубе 13. Поток сжатого воздуха при прохождении через вихревую трубу 13 разделяется на два потока, поток горячего и холодного воздуха. Поток горячего воздуха по трубе 19 направляется в нагреватель 17, поток холодного воздуха по трубе 20 направляется в охладитель 18. Потоки, горячего и холодного воздуха выходя из нагревателя 17 и охладителя 18, смешиваясь по трубопроводу 21 подаются в трубопровод 12 и далее направляется к потребителю.

Предложенное устройство умягчения подпиточной воды системы охлаждения компрессорных установок позволяет очистить воду охлаждающую компрессор от солей и различных примесей, тем самым предотвращает образование накипи на теплообменных поверхностях, что повышает эффективность эксплуатации компрессорных установок.

С целью определения эффективности разработанного устройства умягчения подпиточной воды систем охлаждения компрессорных установок были проведены экспериментальные испытания.

На основе результатов экспериментальных исследований разработанного устройства умягчения подпиточной воды установлена зависимость снижения общей жесткости умягчаемой воды от её температуры.

На рис. 8 приведена зависимость снижения общей жесткости умягчаемой воды ($^{\circ}\text{Ж}$) от её температуры (t).

Результаты экспериментальных исследований, приведенные графически на рис. 8 показывают, что наибольшая эффективность умягчения воды достигается при температурах воды 50-60 $^{\circ}\text{C}$.

При умягчении воды с общей жесткостью 0,21 $^{\circ}\text{Ж}$ (мг/л), и температурой 30 $^{\circ}\text{C}$, на выходе из фильтра общая жесткость умягченной воды составляла 0,1 $^{\circ}\text{Ж}$ (мг/л). С повышением температуры воды наблюдалось снижение жесткости и при повышении температуры воды до 50 $^{\circ}\text{C}$ общая жесткость воды на выходе из устройства умягчения подпиточной воды снизилась до 0,02 $^{\circ}\text{Ж}$ (мг/л).

Таким образом, экспериментально доказано, что наибольшая эффективность снижения жесткости воды в разработанном устройстве достигается при температурах воды свыше 50 $^{\circ}\text{C}$. Результаты экспериментальных работ доказали, что электромагнитная обработка циркулирующей воды, способствует снижению образования накипи на поверхностях теплообмена промежуточных и конечных холодильников на 80%. Применение устройства для умягчения подпиточной воды системы охлаждения компрессорных установок позволит снизить интенсивность образования накипи на 92%.

Библиографический список:

1. Миняев Ю.Н. Энергосбережение при производстве и распределении сжатого воздуха на горных предприятиях. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. – 138 с.
2. Джуряев Р.У., Меркулов М.В., Косьянов В.А., Лимитовский А.М. Повышение эффективности породоразрушающего инструмента при бурении скважин с продувкой воздухом на основе использования вихревой трубы. // Горный журнал. – Москва: «Руда и металл», 2020, №12. – С. 71-73. DOI: 10.17580/gzh.2020.12.16.
3. Пластинин П. И. Поршневые компрессоры. – Т. 1. Теория и расчет. – М.: Колос, 2000. – 456 с.
4. Merkulov M.V., Djuraev R.U., Leontyeva O.B., Makarova G.Y., Tarasova Y.B. Simulation of thermal power on bottomhole on the bases of experimental studies of drilling tool operation // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. Volume 8, No.8, 2020. 4383-4389 pp.
5. Джуряев Р.У., Шомуродов Б.Х., Хатамова Д.Н., Тагирова Ю.Ф. Модернизация системы охлаждения поршневых компрессорных установок // Материалы IX Международной научно-технической конференции на тему: «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса». – Навои, 2017. – С. 176.
6. Джуряев Р.У., Хатамова Д.Н., Шомуродов Б.Х. Утилизация вторичных энергоресурсов компрессорной станции с применением теплового насоса // Материалы IX Международной научно-технической конференции на тему: «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса». – Навои, 2017. – 537 с.
7. Дячек П.И. Насосы, вентиляторы, компрессоры. – Москва: АСВ. 2013. – 432 с.
8. Гришко А.П. Стационарные машины. – Москва, 2006. – 477 с.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, № 4 (87) pp. 91-94

DEVELOPMENT OF TECHNICAL SOLUTIONS REDUCING FORMATION OF DEPOSITS ON HEAT EXCHANGE SURFACES

Khatamova DN, Senior Lecturer, Department of Mining.

Abduazizov N.A., Vice-Rector for Academic Affairs, Doctor of Technical Sciences.

Dzhuraev R.U., Associate Professor of the Department of Mining Electromechanics, Doctor of Technical Sciences.

Navoi State Mining Institute. Navoi, Uzbekistan.

The existing cooling systems of compressor units have a number of significant disadvantages due to the peculiarities of their operation. An analysis of the operation of compressor units shows that undercooling the air in reciprocating compressors by every 5-6 $^{\circ}\text{C}$ increases the energy consumption for air compression by 1%, and the productivity decreases by 8-10%, which leads to tangible economic losses in the production of compressed air.

This article discusses various ways to improve the work, cooling systems, proposed new technical solutions, the implementation of which will reduce the energy consumption of the operation of compressor units.

Keywords: compressor, cooling system, temperature, compressed air, heat transfer, cooling tower, intermediate cooler, power consumption, electromagnetic water treatment, scale.

References:

1. Minyaev Y.N. Energy Saving in Production and Distribution of Compressed Air at Mining Enterprises. 2010. – 138 p.
2. Djuraev R.U., Merkulov M.V., Kosyanov V.A., Limitovsky A.M. Increasing the effectiveness of rock destruction tools when drilling wells with blowing air based on the use of a vortex tube. // Mining Journal. - Izd. "Ore and Metals". - Moscow, 2020. – №12. pp. 71-73. DOI: 10.17580/gzh.2020.12.16.
3. Platinin P.I. Piston compressors. T. 1. Theory and calculation. – Moscow: Kolos, 2000. – 456 p.
4. Merkulov M.V., Djuraev R.U., Leontyeva O.B., Makarova G.Y., Tarasova Y.B. Simulation of thermal power on bottomhole on the bases of experimental studies of drilling tool operation // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. Volume 8, No.8, 2020. 4383-4389 pp.
5. Djuraev R.U., Shomurodov B.H., Hatamova D.N., Tagirova Y.F. Modernization of cooling system of piston compressor units // Proceedings of IX International Scientific and Technical Conference on: "Achievements, problems and modern trends of development of mining and metallurgical complex". – Navoi, 2017. – 176 p.
6. Djuraev R.U., Khatamova D.N., Shomurodov B.H. Utilization of secondary energy resources of compressor station using heat pump // Proceedings of IX International Scientific and Technical Conference on the theme: "Achievements, problems and modern tendencies of development of mining-metallurgical complex". – Navoi, 2017. – 537 p.
7. Dyachek P.I. Pumps, fans, compressors. – Moscow: ASV, 2013. – 432 p.
8. Grishko A.P. Stationary machines. – Moscow, 2006. – 477 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ КАРЬЕРНОГО БУРОВОГО СТАНКА ТИПА СБШ-250МНА-32



Эгамбердиев И.П.,
и.о. профессора кафедры
«Технология машиностроения» НГГИ,
д.т.н., доцент



Муминов Р.О.,
доцент кафедры
«Технология машиностроения» НГГИ,
к.т.н., доцент



Саидов А.Н.,
инженер-механик
ИЦ по ВНТ НГМК

Maqolada burg'ilash dastgohi aylantiruvchi-uzatuvchi mexanizmining kinematik va quvvat parametrlari eksperimental tadqiqot natijalari keltirilgan.

Tayanch iboralar: burg'ilash dastgohi, aylantiruvchi-uzatuvchi mexanizm, konstruktiv, kinematik va quvvat parametrlari.

В статье приведены результаты экспериментальных исследований кинематических и силовых параметров вращательно-подающего механизма бурового станка.

Ключевые слова: буровой станок, вращательно-подающий механизм, конструктивные, кинематические и силовые параметры.

Целью работы является интенсификация рабочего процесса буровых станков типа СБШ-250МНА-32, и снижение уровня вибраций металлоконструкций станка, повышение надёжности и долговечности. Одним из путей понижения динамических нагрузок в буровых станках является создание новых конструкций вращательно-подающего механизма, обладающих высокими предохранительными, виброзащитными свойствами, простотой исполнения, работоспособностью и долговечностью.

В Навоийском государственном горном институте на кафедре «Технология машиностроения», разработана конструкция гидромеханического вращательно-подающего механизма бурового станка, позволяющая за счет формирования рациональной динамической характеристики трансмиссии значительно снизить колебания, повысить долговечность, и, как следствие, производительность станка [1-3].

Целью экспериментальных исследований станка СБШ-250МНА-32 с гидромеханическим вращателем, приводимых в условиях карьера «Урталик» рудника Зармитан Южного рудоуправления Навоийского горно-металлургического комбината, является:

а) определение эффективности снижения уровня вибрации станка и динамических нагрузок в трансмиссии вращателя за счет введения корректирующего звена;

б) проверка работоспособности и эффективности применения в качестве корректирующего звена гидромашин с гидропневмоаккумуляторами, работающей в тормозном режиме.

Результатом экспериментальных исследований должны стать рекомендации по расчету и проектированию вращателей и вращательно-подающих механизмов с динамическим корректирующим звеном, а также по выбору объемов и зарядных давлений гидропневмоаккумуляторов [3, 4].

Для достоверной оценки работоспособности и эффективности применения гидромеханического вращателя программой исследований предусматривается проведение испытаний в 2 этапа:

I этап. Подключение динамического корректирующего звена гидромашин с гидропневмоаккумуляторами, *рис. 1).*

Кинематическая схема гидравлического вращателя (*рис. 1*) включает в себя электродвигатель 1 (ДПВ-52), шестерню 2 ($Z=40, m=3$) жестко установленную на его валу и связанную обоймой 3 с солнечным колесом 4 ($Z=20, m=5$) дифференциала, эпицикл 8 ($Z=82, m=5$) которого жестко соединен с шестерней 9 ($Z=50, m=6$), входящей в зацепление с колесом 10 ($Z=50, m=6$), находящимся на одном валу П

П с шестерней 11 ($Z=19, m=10$), и входящей в зацепление с колесом выходного шестигранника 13 ($Z=46, m=10$) через паразитную шестерню 12 ($Z=47, m=10$), дроссель ДР с разгрузочным клапаном КР, установленный между линией подпитки гидравлической системы и обратными клапанами КО1 и КО2, предназначенные для поддержания требуемого давления и расхода в сливной магистрали гидромашин тормоза 7, корпус 5, вал 6.

II этап. Работа вращателя без динамического корректирующего звена (чисто механическая передача).

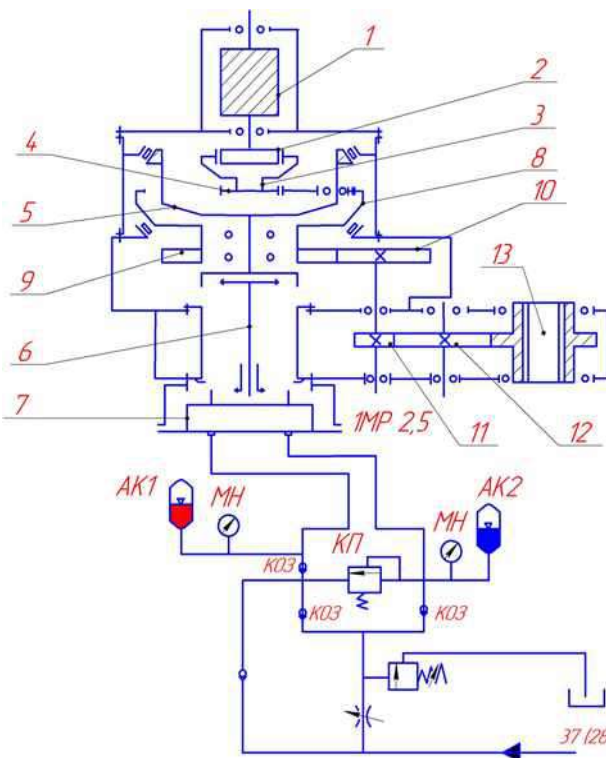


Рис. 1. Принципиальная схема гидромеханического вращателя бурового станка СБШ-250МНА-32

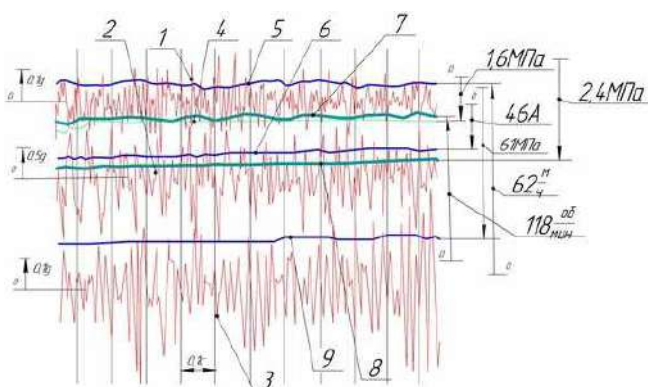


Рис. 2. Вибрации бурового станка до установки гидромеханического вращателя: 1 – виброускорение в горизонтальной плоскости (вдоль рамы); 2 – виброускорение в вертикальной плоскости; 3 – виброускорение в горизонтальной плоскости (поперек рамы); 4 – давление в поршневой полости гидроцилиндра подачи; 5 – скорость бурения; 6 – ток двигателя; 7 – частота вращения става; 8 – давление в подпиточной магистрали гидромашины; 9 – давление в напорной магистрали гидромашины

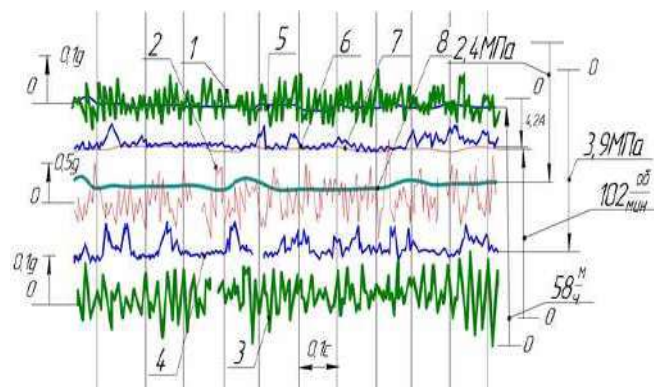


Рис. 3. Вибрации бурового станка после установки гидромеханического вращателя: 1 – виброускорение в горизонтальной плоскости (вдоль рамы); 2 – виброускорение в вертикальной плоскости; 3 – виброускорение в горизонтальной плоскости (поперек рамы); 4 – давление в поршневой полости гидроцилиндра подачи; 5 – скорость бурения; 6 – ток двигателя; 7 – частота вращения става; 8 – давление в подпиточной магистрали гидромашины

Промышленные испытания гидромеханического вращателя бурового станка СБШ-250МНА-32 проводились на карьере «Урталик» рудника Зармитан Южного рудоуправления Навоийского горно-металлургического комбината. Производилось бурение контрольного куста скважин с расстояниями между ними 7 м, глубиной до 19 м по расланцованному серпентиниту с просечками асбеста с коэффициентом крепости по шкале проф. М.М. Протодьяконова $f = 10 \div 18$. Бурение велось штыревыми долотами ТП-215,9.

При исследовании эффективности работы гидромеханического вращателя бурение велось во всем диапазоне режимов, обеспечиваемых технической характеристикой станка. Осевая нагрузка поддерживалась в пределах 6-14кН, что являлось оптимальным при бурении долотом диаметром 215,9 мм на приведенных выше породах.

Скорость вращения бурового инструмента изменялась от 60 до 158 об/мин. Замеры вибрации производились комплектом виброизмерительной аппаратуры типа VIBXPART II (Топаз и Кварц) или ВИБ-6ТН. Регистрация изменения давлений в падающем механизме и в магистралях гидромашины IMP2,5 производилась датчиком давления типа ТМД и ТМГ. Регистрация числа оборотов бурового става и двигателя производилась VIBXPART II (Топаз и Кварц) ми типа ТМГ-30. Запись показаний датчиков производилась через определенные интервалы глубины бурения на первой, второй и третьей штанге, в связи, с чем было достигнуто полное совпадение физико-механических свойств буримых пород во всех скважинах в момент записи параметров осциллографом [2-4].

Во время испытаний были записаны 24 режима, из них 11 без гидромашин с жестко закрепленным водилом планетарной передачи, и 13 с гидромашинной, вал которой соединен с водилом планетарной передачи, а магистрали снабжены пневмоаккумуляторами.

Предварительный анализ VIBXPART II (Топаз и Кварц), фрагменты, которых представлены на рис. 2, 3 показал, что при введении в трансмиссию вращателя гидромашинной, в магистралях которой установлены гидроневмоаккумуляторы с величинами жесткостных и демпфирующих параметров, установленными при аналитическом исследовании, характер изменения исследуемых параметров резко изменился.

Максимальные значения виброускорений основания мачты в вертикальной плоскости $Q_{верт}^z$ до установки гидромашинной составляют (рис. 2) $0,2 \pm 0,9$ g; при работе с гидромашинной (рис. 2, 3) - $0,2 \pm 0,5$ g при том же крутящем моменте, создаваемом электродвигателем, скорости вращения и усилия подачи бурового става.

При работе без гидромашинной ярко выражены колебания с частотами 2; 6,4; 58 Гц в горизонтальной плоскости и 1,1; 2; 16; 71 Гц в вертикальной плоскости. При бурении с гидромашинной отсутствуют частоты 2 Гц в горизонтальной плоскости и 1,1 и 2 Гц в вертикальной плоскости, что позволяет сделать вывод о смещении собственной частоты вращателя в диапазон более низких частот за счет введения дополнительной податливости и уменьшения отклика системы на возмущающие воздействия в диапазоне частот от 1 до 2 Гц.

Таким образом, введение в механическую трансмиссию вращателя податливого динамического звена в виде гидромашинной с гидроневмоаккумуляторами с регулируемой в широких пределах жесткостью позволило значительно снизить собственную частоту привода и осуществить, таким образом, рассогласование собственной и возмущающей частот. В результате этого было достигнуто снижение амплитуд виброускорений при одинаковой нагрузке электродвигателя вращателя на $25 \div 44\%$ в вертикальной и на $33 \div 62\%$ в горизонтальных плоскостях.

Библиографический список:

1. Мунинов Р.О., Райханова Г.Е., Кузиев Д.А. Повышение надежности и долговечности буровых станков за счет понижения динамических нагрузок. – М.: Уголь, 2021. № 5. – С. 32-36. (Scopus Base, DOI: 10.18796/0041-5790-2021-5-32-36).
2. Мунинов Р.О. Конструкция и принцип действия электрогидромеханического вращательно-подающего механизма бурового станка // Международная научно-практическая онлайн конференция «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №13, посвященная 30-летию Независимости Республики Казахстан, 17-18 июня 2021 г. – С. 1459-1461).
3. Egamberdiev I.P., Atakulov L., Muminov R.O., Ashurov Kh.Kh. Research of Vibration Processes of Bearing Units of Mining Equipment // International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. – Volume 9, No.5, September - October, 2020. – pp. 7789-7793 (Scopus Base, DOI: 10.30534/ijatcse/2020/125952020).
4. Egamberdiev I.P. Spectral analysis of the oscillatory process of support assemblies on drilling machines // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – National Institute of Science Communication and Information Resources–India, 2018. –Vol. 5. – Issue 5. – pp. 5958-5962.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗНОСА ФУТЕРОВОК НА ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ



Мавлонов Ж.А.,
зам. декана Энерго-механического факультета НГГИ



Каршибаев А.И.,
декан Энерго-механического факультета НГГИ, д.т.н., профессор



Хамидов А.А.,
инженер-энергетик ИЦ по ВНТ НГМК



Расулова Б.И.,
инженер ОГЭАО «Навоиазот»

Mamlakatda iqtisodiyotning muhim tarmoqlaridan biri bo'lgan energetika tarmog'ining rivojlanishining texnologik darajasini oshirish, sanoatning energiya samaradorligini kompleks rivojlantirish bo'yicha ilmiy tadqiqotlarni joriy yetish choralarini ko'rilmoqda. Ma'lumki, tog' - kon sanoati qayta ishlash sektorining asosiy tarmoqlaridan biri bo'lib, O'zbekiston iqtisodiyotining yeksport qismini oshirishga hissa qo'shadi. O'zbekistonda zamonaviy texnologiyalarni joriy etish, ishlab chiqarish korxonalarini modernizatsiya qilish, innovatsion faoliyatni rivojlantirishga qaratilayotgan e'tibor sanoat salohiyatini oshirishda muhim omil hisoblanadi. Ushbu maqolada yuqoridagi muammolarni tahlil qilish va hal qilish usullarini takomillashtirilgan, shuningdek ularni hal qilish yo'llari taklif qilingan.

Tayanch iboralar: *Sinxron mashina, tegirmon, MShS, maydalash, shar bilan to'ldirish, chastota, quvvat.*

В стране принимаются меры повышения технологического уровня развития энергетического сектора, который является одним из важнейших секторов экономики, и внедрению научных исследований комплексному развитию энергоэффективности в промышленности. Как известно, горнодобывающая отрасль является одной из ключевых отраслей перерабатывающего сектора и вносит свой вклад в увеличение экспортной части экономики Узбекистана. Уделяемое в Узбекистане внимание внедрению современных технологий, модернизации производственных предприятий, развитию инновационной деятельности служит важным фактором повышения промышленного потенциала. В данной работе рассматриваются вопросы совершенствования методов анализа вышеперечисленных проблем, а также предлагаются пути их решения.

Ключевые слова: *синхронный двигатель, мельница, МШЦ, измельчение, шаровая загрузка, частота вращения, мощность.*

В настоящее время особое внимание уделяется управлению технологическими процессами в горнодобывающей промышленности, улучшению их технических свойств, повышению энергоэффективности процессов измельчения руд [1-5]. В развитых странах основываются на «... различных подходах к повышению эффективности использования электроэнергии в процессе измельчения руды в шаровых мельницах и управления режимом работы электродвигателей». В связи с этим, особое внимание уделяется использованию современных технологий, в том числе снижению энергозатрат в процессе измельчения руды. Вопросам повышения эффективности использования электроэнергии в процессе измельчения руды уделяется недостаточное внимание [6-11].

Необходимо повышение энергоэффективности гидromеталлургических заводов за счет систематического управления с использованием программного обеспечения и аналитических инструментов энергопотребления, что даёт возможность повысить способность управлять источниками энергии на протяжении всей организационно-технологической цепочки предприятия и повысить конкурентоспособность. В связи с этим, нужно усилить работы по расширению использования энергосберегающих технологических средств, которые недостаточно эффективны из-за низкого уровня использования энергоменеджмента как сложного человеко-машинного процесса [12]. В связи с этим выявление влияния технологических факторов на энергопотребление гидromеталлургических заводов, определение моделей энергопотребления, разработка программно-аналитических систем и рекомендаций по повышению энергоэффективности предприятий относятся к числу актуальных научных проблем.

Анализ работ, посвященных исследованию и совершенствованию режимов работы электрических приводных систем, обеспечивающих измельчение руды, показывает, что разными авторами разработаны

конкретные методы исследования режимов работы и выполнены важные теоретические экспериментальные исследования. Однако следует отметить, что известные экспериментальные и теоретические материалы не учитывают электромеханическую конструкцию мельницы - характеристики двигателя, в частности, динамическое перемещение груза. Кроме того, невозможно применить традиционные методы исследования режимов работы системы электропривода, связанные с изменением технико-экономических требований процесса измельчения руды [13-15]. Поэтому целесообразно глубоко изучить проблему совершенствования режимов работы системы электропривода, обеспечивающих измельчение руды. Особенность электропривода рудной мельницы связана с тем, что существует связь между электромеханическими явлениями привода и технологическим процессом измельчения руды.

Независимо от формы используемого электропривода качественные и количественные характеристики готового продукта (измельченной руды), характеризующие работу системы, обусловлены рабочим состоянием двигателя, управляющих устройств и механизмов передачи. Это также подтверждается полной активной мощностью, сформированной на оси вращения барабана мельницы [9].

$$P = \frac{P_o + P_{II}}{\eta_D \eta_M} \quad (11)$$

η_D – КПД двигателя; η_M – КПД механизма привода трансмиссии, позволяющий учесть потери механизма привода в коронной шестерне, в сцеплении; P_o – полезная сила; P_{II} – потери мощности.

Учитывая (1) и формулу определения мощности двигателя, получим:

$$mIU \cos \varphi \frac{P_o + P_{II}}{\eta_D \eta_M} \quad (2)$$

где m – количество фаз; I – ток статора; U – напряжение питания сети; $\cos \varphi$ – коэффициент мощности.

Принимая во внимание (2) и используя круговую диаграмму синхронного двигателя, можем подтвердить графические зависимости между электрическими параметрами двигателя и степенью заполнения основного материала (K_h) (рис. 1).

Зависимости

$$\cos \varphi = f(K_h), \sin \varphi = f(K_h), I = f(K_h)$$

были получены путем измерения электрических параметров двигателя.

Из рис. 1 следует, что наиболее чувствительной является кривая $\sin \varphi$. Учитывая зависимость $\cos \varphi = f(K_h)$ и зависимость, полученную для угла, θ определяется:

$$\theta = \arctg \frac{I \cos \varphi}{\frac{U}{X_q} + I \cos \varphi} \quad (3)$$

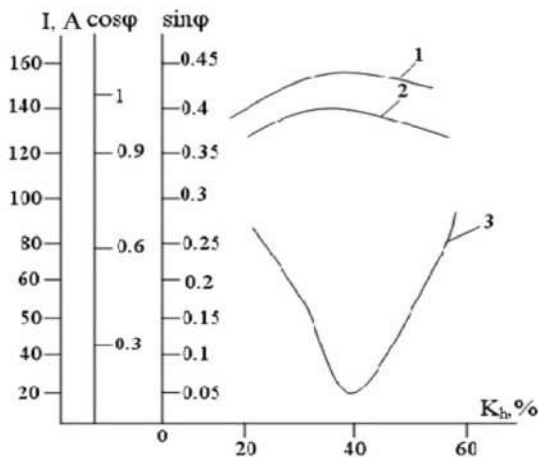


Рис. 1. Зависимости электрических параметров электродвигателя привода мельницы от степени заполнения внутрифрезерной нагрузки: 1 – зависимость тока статора от степени заполнения нагрузки; 2 – $\cos \varphi = f(K_h)$; 3 – $\sin \varphi = f(K_h)$

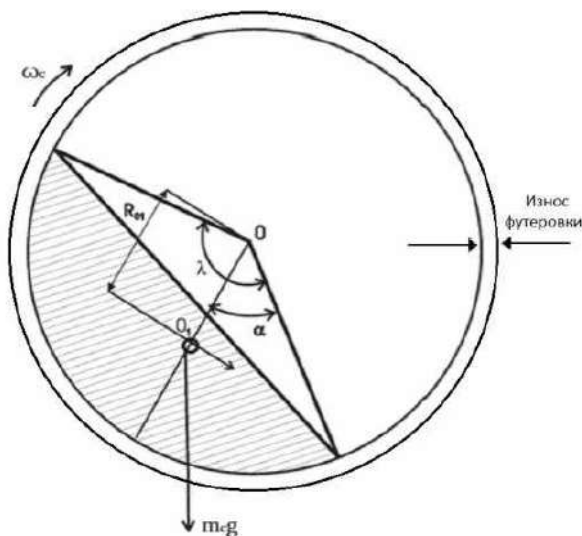


Рис. 2. Схема определения момента сопротивления руды: λ – центральный угол сектора, соответствующий степени заполнения материала в мельнице; R – радиус мельничного барабана; α – угол обхода материала в мельнице; m – масса материала молотого в мельнице; ω_c – угловая скорость вращения мельницы

Изменение угла θ обусловлено изменением степени заполнения мельницы. С помощью него можно оценить степень загруженности.

Известно множество работ, по исследованию зависимости синхронного двигателя от $\theta = f(t)$, но они ограничивают себя, только подтверждая саму зависимость $\theta = f(t)$ синхронной машины. Для изучения изменение угла θ на $\Delta \theta$ необходимо рассматривать отношение его постоянных значений $\theta_0 : \theta = \theta_0 + \Delta \theta$. Соответственно, для электромагнитного момента M_E используется следующая зависимость, которая является функцией от угла θ (рис. 2):

$$M_E = M_{E0} + \Delta M_E$$

Такие исследования не позволяют оценить динамику режима работы двигателя, обеспечивающего электропривод мельницы в условиях качественных и количественных характеристик подаваемой руды и изменения напряжения.

Для разработки моделей исследования режимов работы электродвигателя системы электропривода рудника используется соотношение, характеризующее зависимость механических характеристик двигателя и мельницы:

$$M_D = M + M_C \quad (4)$$

где M – момент синхронного двигателя; M_C – момент сопротивления руды; M_D – динамический момент системы привода.

Для исследования состояния системы в различных режимах работы пользовались следующими формулами. Для построения модели выражение вводится основными единицами:

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} = \frac{1}{T_{mu} B} \cdot \left[\left(\left(\frac{m U E_f \sin \theta}{x_d} + \frac{m U^2}{2} \sin 2\theta \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \right) \frac{1}{\omega} - m_c g R_{01} \frac{\omega_c}{\eta_M \omega} \sin \alpha \right) \frac{d\theta}{dt} + \left(\frac{m U E_f \sin \theta}{x_d} + \frac{m U^2}{2} \sin 2\theta \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \right) \frac{1}{\omega} - m_c g R_{01} \frac{\omega_c}{\eta_M \omega} \sin \alpha \right] \quad (5)$$

где:

$$T_{mu} = \frac{GD^2 n^3 p}{3450 \sqrt{3} \cdot 10^{-3} \cdot UI}$$

$$B = \frac{\sqrt{3} UI p}{\omega}$$

и здесь GD^2 – ускоряющий момент ротора; n – частота синхронного вращения; p – число пар полюсов синхронного двигателя; I – ток статора.

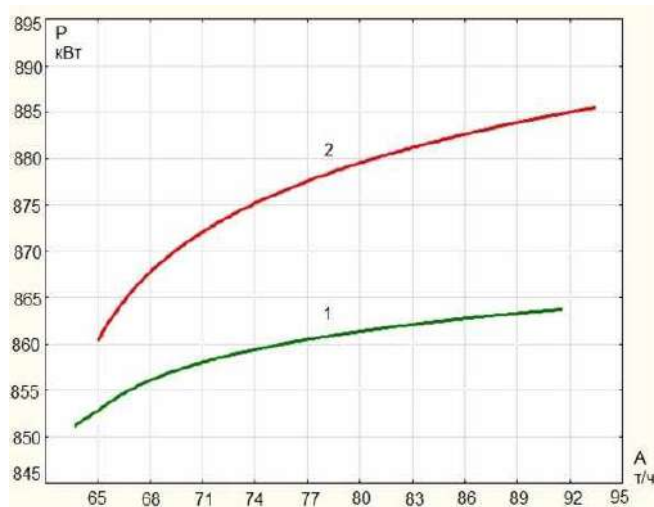


Рис. 3. Энергетические характеристики $P=f(A)$ мельницы МШЦ (шаровая мельница с центральной разгрузкой) с новой (1) и изношенной (2) футеровкой

Обобщение экспериментальных данных

Наименование показателей, обозначение	Размерность	Износенная футеровка	Новая футеровка
Диапазон изменения производительности	т/ч	65-86	64-80
Диапазон изменения потребляемой мощности	кВт	780-920	680-760
Частота (скорость) вращения мельницы	об/мин	18	18
Шаровая загрузка	%	43	43
Средняя производительность	т/ч	77	73
Средняя потребляемая мощность	кВт	863	731

Независимо от формы используемого электропривода качественные и количественные характеристики готового продукта (измельченной руды), характеризующие работу системы, обусловлены рабочими состояниями завода, двигателя, управляющих устройств и механизмов передачи. Это также подтверждается полной активной мощностью, сформированной на оси вращения барабана мельницы.

Обобщение экспериментальных данных. Оценить влияние степени износа футеровки шаровых мельницы на потребляемую электроэнергию целесообразно проводить по энергетическим характеристикам $P=f(A)$ что соответствует эффективности.

Нами проводилось экспериментальное выявление влияния степени износа футеровки шаровых мельниц МЩЦ (мельница шаровая с центральной разгрузкой) на уровень потребляемой ими мощности по энергетическим характеристикам $P=f(A)$.

Для вывода указанных энергетических характеристик использовались сменные замеры $Q_{из}$ и $W_{из}$, полученные в течение первых 11-17 дней после установки (новая футеровка) и последние 12-16 дней работы. Анализ энергетических свойств испытываемых

шаровых мельниц показывает, что среднее значение мощности $P_{из}$, потребляемой шаровой мельницей с старшей футеровкой, составляет примерно 100-120 кВт или 5-6% от соответствующего значения мощности $P_{нов}$, потребляемой новой футеровкой увеличивается.

На основе значений Q_i , W_i – вычислялись средние часовые величины P_i и A_i , у которых в дальнейшем данные обрабатывались методом математической статистики и теории вероятностей. Расчетные и оптимальные показатели статистической связи $P=f(A)$ мельниц, МЩЦ с новой и изношенной футеровкой и соответствующие уравнения энергетических характеристик приведены в табл. 1.

Графики, построенные по таблице, показаны на рис. 3.

На основании проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Износ футеровок шаровых мельниц приводит к увеличению удельного расхода электроэнергии и мощность потребления на 5-6% (относительно тех же значений, новой футеровке шаровых мельниц).

2. Влияние износа футеровки мельниц на электроэнергетические показатели следует учитывать при определении норм расхода электроэнергии на измельчение руды.

Библиографический список:

1. Мейта А.В. Исследование факторного поля шаровой мельницы. Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» 2003. – 212 с.
2. Михельсон Н.Г. Требования к материалу футеровки барабана мельницы. – М: Цветные металлы, 1972. – 92 с.
3. Мавлонов Ж.А. Вращения на производительность и потребляемая мощность шаровых мельниц // Proceedings of the international conference on integrated innovative development of zarafshan region achievements, challenges and prospects 27-28 november, 2019. – Navoi, Uzbekistan.
4. Chilikin M.G., A.S. Sandler. Guidelines of electric drive. – М.: Energoizdat, 1981. – 576 p.
5. Fomin D.V. Investigation of the automated system of synchronous motor stimulation in the function of load angle // Electromechanics, 2004. – N 2. – pp. 79–81.
6. Kopylov I. P. Electrical machines. – М.: Visshaya shkola, 2006. – 607 p.
7. Kuvaev Ya. G. Automated expert energy-saving control system with exclusive cycle of wet ball grinding // Naukovo, Practical journal, 2006.
8. Bnin B.B., Kurkin V.M., Borovkov V.A., Marodadki A.G., Leushin V.M. Pending patent 2304438 (RF). Automated control device for the ore crushing process. Publ. in Proceedings, 2003.
9. Rozen V.P. Application of models based on the neural networks for solving of the multi-criteria management task of crushing-grinding complex / Rozen V.P., Kalinchik V.P., Meita A.V // Visnyk NTUU "KPI", series of "Mining", 2003.
10. Schnatz R., Miner J. Optimization of continuous ball mills used for finish-grinding of cement by varying the L/D ratio, ball charge filling ratio, ball size and residence time // Process. – 2004.
11. Андреев Е.Е. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: Учебник. – СПб: СПГИ (ТУ), 2007.
12. Бажанова О. И. дисс «Технологическая аспирация шаровых барабанных мельниц». – Белгород, 2013.
13. Богатиков В.Н., Туз А.А. Управление технологическими процессами измельчения и основные направления их автоматизации. Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ», 2016 г.
14. Богданов В.С. Шаровые барабанные мельницы (с поперечно-продольным движением загрузки). – Белгород, 2002. – 258 с.
15. Бочков В.С. Повышение износостойкости наклепом футеровок шаровых мельниц при проведении их технического обслуживания. Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2014.

“GORNII VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, № 4 (87) pp. 97-99

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF LINGER WEAR ON THE ELECTRIC CONSUMPTION OF A BALL MILL

¹Mavlonov Zh.A., deputy Dean of the Faculty of Energy and Mechanics.

¹Karshibaev A.I., Dean of the Faculty of Power Engineering.

²Khamidov A.A., Power Engineer, Research Center for VNT

³Rasulova B.I., OGE engineer, Navoi-Azot JSC.

¹Navoi State Mining Institute, Uzbekistan.

²Navoi Mining and Metallurgical Combine, Uzbekistan.

³OGE JSC "Navoi-Azot", Uzbekistan.

The country is taking measures to improve the technological level of development of the energy sector, which is one of the most important sectors of the economy, and to introduce scientific research on the integrated development of energy efficiency in industry. As you know, the mining industry is one of the key sectors of the processing sector and contributes to increasing the export part of the economy of Uzbekistan. The attention paid in Uzbekistan to the introduction of modern technologies, the modernization of manufacturing enterprises, the development of innovative activities is an important factor in increasing industrial potential. This paper discusses the issues of improving the methods of analysis of the above problems, and also suggests ways to solve them.

Keywords: synchronous motor, mill, MSC, grinding, ball loading, rotation frequency, power.

References:

1. Meita A.V. Cand. tech. Sciences, National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnic Institute" Investigation of the factor field of a ball mill. 2003. – 212 p.
2. Mikhelson N.G. Requirement for the material of the mill drum lining // Non-ferrous metals, pp. 1972-92.
3. Mavlonov Zh.A. Rotation on productivity and power consumption of ball mills // Proceedings of the international conference on integrated innovative development of zarafshan region achievements, challenges and prospects 27-28 november, 2019. – Navoi, Uzbekistan.
4. Chilikin M.G., Sandler A.S. Guidelines of electric drive. – M.: Energoizdat, 1981. – 576 p.
5. Fomin D.V. Investigation of the automated system of synchronous motor stimulation in the function of load angle // Electromechanics, 2004. – N 2, 79-81 pp.
6. Kopilov I.P. Electrical machines. – M.: Vishaya shkola, 2006. – 607.
7. Kuvaev Ya.G. Automated expert energy-saving control system with exclusive cycle of wet ball grinding // Naukovo, Practical journal. – 2006.
8. Brin B.B., Kurkin V.M., Borovkov V.A., Marodadki A.G., Leushin V.M. Pending patent 2304438 (RF). Automated control device for the ore crushing process // - Publ. in Proceedings. – 2003.
9. Rozen V.P. Application of models based on the neural networks for solving of the multi-criteria management task of crushing-grinding complex / Rozen V.P., Kalinchik V.P., Meita A.V. // Visnyk NTUU "KPI", series of "Mining", 2003/
10. Schnatz R., Int. J. Miner. Optimization of continuous ball mills used for finish-grinding of cement by varying the L / D ratio, ball charge filling ratio, ball size and residence time // Process. – 2004.
11. Andreev E.E. Crushing, grinding and preparation of raw materials for enrichment: Textbook. Andreev E.E., Tikhonov O. N. – SPb: SPGGI (TU), 2007.
12. Bazhanova O.I. Diss "Technological aspiration of ball drum mills". Belgorod, 2013.
13. Bogatkov V.N., Ace A.A. Control of technological processes of grinding and the main directions of their automation. Online magazine "Science"
14. Bogdanov B.C. Ball drum mills (with transverse-longitudinal loading movement). – Belgorod: 2002. – 258 pp.
15. Bochkov V.S. Increase of wear resistance by work hardening of linings of ball mills during their maintenance. Abstract of a dissertation for a scientific degree. candidate of technical sciences. – Sank Petersburg, 2014.

СТАНОК ТОКАРНЫЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ

HT-250-01

HT-250 M





Государственное предприятие НГМК
Производственное объединение
"Навоийский машиностроительный завод"

Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879)227-62-14, 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78



РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ



Таслимов А.Д.,
профессор кафедры
«Электроснабжение»
ТашГУТУ им. И. Каримова, д.т.н



Рахимов Ф.М.,
доцент кафедры
«Электроэнергетика»
НГГИ, PhD



Юлдашев А.А.,
ассистент кафедры
«Электротехника и металлургия»
КГУ им. Бердаха



Рахмонов Ф.Н.,
зам. декана
Энерго-механического
факультета НГГИ

Ushbu maqola elektr ta'minoti tizimlari parametrlarining oqilona kombinatsiyasini ta'minlaydigan matematik modellarni keng qo'llash asosida elektr ta'minoti tizimlarining parametrlarini optimallashtirish, asosiy texnik-iqtisodiy omillarni aniqlash va ularning bog'liqligini aniqlashning ilmiy asoslangan usullarini ishlab chiqishga qaratilgan. Sanoat korxonalarini elektr ta'minoti tizimlarini optimallashtirish vazifasida obyektiv funktsiya sifatida qurilayotgan elektr ta'minoti tizimining elementlarining umumiy xarajatlari qo'llaniladi.

Tayanch iboralar: Elektr ta'minoti tizimi, texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar, matematik usul, kriterial tahlil usuli.

В данной статье основное внимание уделено разработке научно-обоснованных методов оптимизации параметров систем электроснабжения, выявлению основных технико-экономических факторов и установлению их зависимостей на основе широкого применения математических моделей, обеспечивающих рациональное сочетание параметров систем электроснабжения промышленных предприятий. В качестве целевой функции в задаче оптимизации систем электроснабжения применяются суммарные затраты по сооружаемым элементам системы электроснабжения.

Ключевые слова: Система электроснабжения, технико-экономические показатели, математический метод, критерийный метод анализа.

Главной проблемой систем электроснабжения (СЭС) промышленных предприятий является создание рациональных систем электроснабжения с учетом перспективы их развития. Для дальнейшего развития СЭС промышленных предприятий необходимо провести обоснованные расчеты, комплекс решений и рекомендаций по выбору оптимального варианта СЭС для улучшения ее технико-экономических показателей. При решении оптимизационных задач систем промышленного электроснабжения необходимо применять современные методы технико-экономических расчетов, которые должны учитывать надежность системы электроснабжения и обеспечение качества электроэнергии, т. к. они являются основополагающими свойствами этих систем.

Наряду с разработкой новых и совершенствованием существующих элементов систем электроснабжения особое внимание следует уделять вопросам рационального построения схем электроснабжения. При этом, основное внимание должно уделяться разработке научно-обоснованных методов оптимизации параметров систем электроснабжения, выявлению основных технико-экономических факторов и установлению их зависимостей на основе широкого применения математических моделей, обеспечивающих рациональное сочетание параметров систем электроснабжения промышленных предприятий, что является актуальной научной задачей, которая чрезвычайно важна для развития промышленности и экономики страны в целом.

Оптимизация СЭС является весьма сложной задачей, решение которой требует широкого применения методов математического программирования ЭВМ и состоит из следующих этапов:

Получение исходных данных;

Получение целевой (минимизируемой) функции;

Составление алгоритма и программы для ЭВМ, предназначенных для минимизации целевой функции.

Минимизируемая (целевая) функция в задаче оптимизации СЭС равняется сумме всех суммарных затрат по сооружаемым элементам системы.

В число этих затрат входят затраты, связанные с капиталовложениями, ремонтом и эксплуатационными затратами.

Целевая функция определяется [1, 2]:

$$Z = p_n K + I \quad (1)$$

где K и I – капитальные и эксплуатационные затраты; p_n – коэффициент экономической эффективности.

Капитальные затраты K на сооружение СЭС в общем случае можно представить как функцию многих переменных $K=f(x_1, x_2 \dots x_n)$. Здесь, $x_1, x_2 \dots x_n$ могут быть параметры, подлежащие оптимизации.

Минимизируемая функция в задаче оптимизации СЭС является сложной линейной функцией большого числа неизвестных, часть которых является дискретными (число подстанций, напряжение и сечение линии электропередачи и др.).

Найти оптимальное решение при построении СЭС - это значит найти большое количество оптимальных параметров, характеризующих эту систему. При этом должно быть учтено все многообразие факторов, влияющих на оптимизируемые параметры, должны быть учтены свойства и взаимосвязи между параметрами, должна быть предусмотрена динамика развития предприятия.

В настоящее время эта задача при точной ее формулировке практически неразрешима даже при применении современных ЭВМ. Поэтому приходится принимать ряд упрощающих допущений, позволяющих создавать математические модели, решающие задачу с достаточным приближением [3].

Для решения математических моделей могут быть применены различные методы математического программирования для установления оптимизационных задач различного класса путем разработки алгоритмов, выяснения условий сходимости и единственности решения.

Достаточно широкое распространение при решении оптимизационных задач электроснабжения получил метод критериального анализа для решения оптимизационных задач электроэнергетики [4].

Основным преимуществом данного метода является возможность исследования целевой функции в окрестности точки минимума, определения влияния различных факторов, ограничений изменения оптимальных параметров и затрат без проведения многократных повторных расчетов.

Критериальный метод анализа представляет собой математический метод, при котором целевая функция и ограничения являются положительными полиномами. В общем виде основная задача критериального анализа формулируется так [5]:

найти минимальное значение функции

$$y(x), x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

при условиях $x_1 > 0, x_2 > 0, \dots, x_m > 0$;

$$g_1(x) \leq l, g_2(x) \leq l, \dots, g_p(x) \leq l,$$

При этом считается, что целевая функция $y(x)$ и ограничения $g(x)$ выражаются обобщенными полиномами вида [4, 6].

$$y(x) = \sum_{i=1}^n A_i \prod_{j=1}^m x_j^{\alpha_{ij}} \quad (2)$$

где, A_i, α_{ij} – произвольные вещественные числа.

Особенностью критериального анализа является то, что в нем центральная роль отводится слагаемым $y_i(x)$ критерия оптимальности (3):

$$y_i(x) = A_i \prod_{j=1}^m x_j^{\alpha_{ij}}, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

При этом внимание концентрируется на относительных долях различных слагаемых критерия оптимальности, т.е. на критериях подобия π_i :

$$\pi_i = \frac{y_i(x)}{y(x)} = \frac{A_i}{y(x)} \prod_{j=1}^m x_j^{\alpha_{ij}} \quad (4)$$

Это связано с тем, что, определив критерии подобия, мы можем прийти к анализу критериального уравнения, полученного из (2):

$$y(x^*) = \sum_{i=1}^n \pi_i \prod_{j=1}^m x_j^{*\alpha_{ij}} \quad (5)$$

т.е. выявить экономическую соразмерность объекта исследования экономической устойчивости целевой функции к изменению оптимальных параметров, чувствительности оптимизируемых параметров – к погрешности исходных данных и в результате принять оптимальное решение.

Для определения минимума целевой функции в критериальном программировании применяется теория двойственности, где прямая задача поиска оптимальных значений d_0 заменяется определением компонент вектора критериев подобия с последующим выявлением максимума функции D_n [6].

$$D(\pi_0)_{\max} = y(x_0)_{\min} \quad (6)$$

Функция $D(\pi)$ при этом называется двойственной, а определение ее максимального значения и максимизирующего вектора к соответствующему решению двойственной задачи.

Двойственная задача формулируется следующим образом: максимизировать значение мультипликативной функции:

$$D(\pi) = \left[\prod_{j=1}^n \left(\frac{A_j}{\pi_j} \right)^{\pi_j} \right] \prod_{k=1}^p [\lambda_k(\pi)]^{\lambda_k(\pi)} \quad (7)$$

при условиях: положительности двойственных переменных

$$\pi_1 > 0, \pi_2 > 0, \dots, \pi_n > 0$$

ортогонализации π двойственного вектора столбцам матрицы размерностей исходной целевой функции $y(x)$ и ограничений $g(x)$, т.е.

$$\pi = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \dots \\ \pi_n \end{pmatrix} = 0 \quad (8)$$

$$\text{Нормализации: } \sum_{i=1}^n \pi_i = 1 \quad (9)$$

где

$$\lambda_k(\pi) = \sum_{i \in [K]} \pi_i, K = 1, 2, \dots, P$$

здесь

$$[K] = \{g_1^k, g_2^k, \dots, g_h^k\}, g \in [n_1 + 1, n_2 + 2, \dots, n]$$

P – количество членов в i -ом ограничении. При этом: n_i – число членов целевой функции; n – суммарное число членов целевой функции и ограничений; P – число ограничений.

В случае отсутствия ограничений в исходной функции решение двойственной задачи будет иметь вид:

$$D(\pi) = \prod_{j=1}^n \left(\frac{A_j}{\pi_j} \right)^{\pi_j} \quad (10)$$

Сформулированная двойственная задача качественно отличается от прямой. Если прямая задача решается при нелинейной целевой функции и нелинейных ограничениях, то двойственная функция имеет при любом виде полинома (2) линейные ограничения. При этом определение минимума функции (2) при нелинейных ограничениях значительно упрощается.

Компоненты максимизирующего вектора π_i могут быть найдены из системы линейных уравнений:

$$\begin{aligned} a_{11}\pi_1 + a_{12}\pi_2 + \dots + a_{1n}\pi_n &= 0 \\ a_{21}\pi_1 + a_{22}\pi_2 + \dots + a_{2n}\pi_n &= 0 \\ \dots & \dots \dots \dots \\ a_{m1}\pi_1 + a_{m2}\pi_2 + \dots + a_{mn}\pi_n &= 0 \end{aligned} \quad (11)$$

$$\pi_1 + \pi_2 + \dots + \pi_n = 1$$

Все решения условий ортогональности образуют векторное подпространство E_n , которое называется двойственным пространством и является ортогональным дополнением прямого пространства, представляющего собой пространство столбцов матрицы размерностей a . Условие нормализации определяет гиперплоскость нормализации E_n .

В силу условий неотрицательности область изменения двойственных переменных π является первым ортантом пространства E_n . Таким образом, решение системы линейных уравнений (11), удовлетворяющих всем двойственным ограничениям, представляет собой пересечение двойственного пространства, гиперплоскости нормализации и первого ортанта E_n . Для целевой функции $y(x)$ и ограничений $g(x)$ прямой задачи с положительной степенью трудности $d = n - m - 1 > 0$, что наиболее характерно для поставленных в энергетике технико-экономических задач оптимизации, общее решение двойственных ограничений будет иметь вид:

$$\pi = b_0 + \sum_{j=1}^d c_{ij} b_{ij} \quad (12)$$

где c_i – j -ая базисная переменная; имеет значение произвольного вещественного числа, удовлетворяющего условию неотрицательности:

$$b_{i0} + \sum_{j=1}^d c_j b_{ij} \geq 0, i = 1, 2, \dots, n$$

b_0 – вектор нормализации; $b_{i0} > 0$ – его j -ая компонента; b_i – j -ый вектор невязки, а b_{ij} – его j -ая компонента.

При подстановке выражения (12) в решение двойственной задачи (7) и после некоторых преобразований получают выражение максимизирующего вектора через обобщенные константы целевой функции и ограничений:

$$\prod_{i=1}^n \pi_i^{b_{ij}} / \prod_{k=1}^p \lambda_k^{\lambda_k} = \prod_{i=1}^n A_i^{b_{ij}} \quad (13)$$

При отсутствии ограничений:

$$\prod_{i=1}^n \pi_i^{b_{ij}} / \prod_{k=1}^p \lambda_k^{\lambda_k} = \prod_{i=1}^n A_i^{b_{ij}} \quad (14)$$

При определении базисных векторов двойственного пространства используют стандартную процедуру линейной алгебры. Для этого записывают матрицу показателей (размерности) :

$$a = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad (15)$$

Далее преобразуют матрицу a по алгоритму Гаусса-Жордана к виду:

$$a = \begin{pmatrix} 100\dots & 0a_{1(m+1)} & a_{1(m+2)} & \dots a_{1n} \\ 010 & 0a_{2(m+1)} & a_{2(m+2)} \dots & \dots a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 000\dots & 1a_{m(m+1)} & a_{m(m+2)} & \dots a_{mn} \end{pmatrix} \quad (16)$$

Далее, взяв с обратным знаком матрицу, расположенную справа от единичной ($n \times n$) матрицы, и дополнив ее снизу единичной матрицей $[(d+1) \times (d+1)]$, получают:

$$\beta = \begin{pmatrix} a_{1(m+1)} & a_{1(m+2)} & \dots a_{1n} \\ a_{2(m+1)} & a_{1(m+2)} & \dots a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m(m+1)} & a_{m(m+2)} & \dots a_{mn} \\ 1 & 0 & \dots 0 \\ 1 & 0 & \dots 0 \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots 1 \end{pmatrix} \quad (17)$$

Вектор – столбцы матрицы (17) по построению ортогональны к вектор-столбцам матрицы показателей степеней (15) и линейно независимы. В силу известных результатов линейной алгебры они образуют базис пространства решений условий ортогональности, т.е. базис двойственного пространства. Чтобы получить вектор нормализации, нужно любой вектор-столбец матрицы (17) разделить на сумму его первых n компонент. В результате получаем вектор, который удовлетворяет условиям ортогональности и нормализации:

$$b_0 = \begin{pmatrix} b_{10} \\ b_{20} \\ \dots \\ \dots \\ b_{n0} \end{pmatrix}$$

Для определения j -го вектора невязки нужно вычесть из оставшегося j -го вектор-столбца матрицы (17) произведение суммы его n компонент на вектор нормализации b_0 . Получаем вектор:

$$b_j = \begin{pmatrix} b_{1j} \\ b_{2j} \\ \dots \\ \dots \\ b_{nj} \end{pmatrix}$$

В результате можно получить d векторов невязки.

Уравнение (13) образует систему, в общем случае состоящую из d нелинейных уравнений относительно базисных переменных S . Решив эту систему уравнений, определяем максимизирующую точку двойственного пространства, значит и максимизирующий вектор.

При определении оптимальных значений переменных прямой задачи критериального программирования исходят из того, что

$$y(x_0)_{\min} = D(\pi_0)_{\max} = \sum_{i=1}^n A_i \prod_{j=2}^m x_{j0}^{a_{ij}} \quad (18)$$

где x_0 – искомый минимизирующий вектор основной задачи.

На основании определений критериев подобия π можно записать π уравнений вида

$$D(\pi_0)_{\max} = \sum_{i=1}^n A_i \prod_{j=2}^m x_{j0}^{a_{ij}}, i = 1, 2, \dots, n$$

Логарифмирование системы уравнений (19) определяет систему линейных уравнений относительно $\ln x_{j0}$

$$\ln \left(\frac{D(\pi_0)_{\max} \pi_{10}}{A_i} \right) = \sum_{j=1}^m a_{ij} \ln x_{j0} \quad (19)$$

где $j=1, 2, \dots, m$.

В этой системе уравнений $d+1$ уравнений являются линейно-зависимыми. Выделив из (20) систему m линейно-независимых уравнений и решив ее, находим вектор решений относительно $\ln x_{j0}$

$$B = \begin{pmatrix} \ln B_1 \\ \ln B_2 \\ \dots \\ \dots \\ \ln B_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \ln x_{10} \\ \ln x_{20} \\ \dots \\ \dots \\ \ln x_m \end{pmatrix} \quad (20)$$

Потенцирование полученного решения определяет координаты минимизирующей точки целевой функции задачи оптимизации, т.е. оптимальные параметры СЭС промышленных предприятий:

Таким образом, задача исследования оптимального построения СЭС промышленных предприятий является многокритериальной и современные исследования данной задачи могут выполняться на основе критерия суммарных затрат.

Анализ основных методов математической оптимизации и сопоставление возможностей их применения с задачами многопараметрической оптимизации – привел к выводу о выборе метода критериального анализа и программирования как основного. Для этого разработана программа оптимизации параметров СЭС [7]. Программа составлена с учетом одноуровневого решения десятков вариантов с разными исходными данными. При выборе целевой функции следует проверить матрицу размерностей на наличие хотя бы одного канонического блока, охватывающего все столбцы этой матрицы, что обеспечивает условие единоразмерности минимума функции Лагранжа.

Библиографический список:

1. ГКД 340.000.001-95 Определение экономической эффективности капитальных вложений в энергетику. Методика. Общие методические положения. Институт "Энергосетьпроект". – М.: «Энергия», 1995. – 56 с.
2. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. Учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: «Интернет Инжиниринг», 2005. – 672 с.
3. Таслимов А.Д. Развитие теории и методов выбора параметров распределительных электрических сетей в условиях неопределенности: Монография. – Т.: ТашГТУ, 2020. – 217 с.
4. Веников В.А., Веников Г.В. Теория подобия и моделирования (Применительно к задачам электроэнергетики). – М.: «Либроком», 2014. – 440 с.
5. Таслимов А.Д., Товбаев А.Н., Хужанов Б.К. Комплексная технико-экономическая модель унификации сечений кабелей электрических сетей. Горный вестник Узбекистана, № 53. – Навои, 2013.
6. Taslimov A.D., Rakhmonov I.U. Optimization of complex parameters of urban distribution electric networks. Journal of Physics: Conference Series. APITECH-2019. 1399 (2019) 055046. doi:10.1088/1742-6596/1399/5/055046.
7. Таслимов А.Д., Рахимов Ф.М. Программа оптимизации параметров распределительных сетей до 1000 В с учетом унификации. // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство DGU № 005740 25.09.2018

ПЕРСПЕКТИВА ПЕРЕХОДА НА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ВИДЫ ТРАНСПОРТА



Разыков З.А.,
профессор кафедры «Экология»
Горно-металлургического института Таджикистана,
д.т.н., академик международной
инженерной Академии



Ходжибаев Д.Д.,
зав. кафедрой «Экология»
Горно-металлургического института Таджикистана,
к.т.н.

Atmosfera sifatini monitoring qilish atrof-muhitni muhofaza qilishning muhim vazifalaridan biridir. Ifloslanish darajasini pasaytirish uchun chiqindilarni kamaytirish choralari ko'rilmogda. Bunday chora-tadbirlardan biri ichki yonuv dvigatelli transport vositalaridan ekologik toza – elektromobillarga o'tishdir. Ushbu maqolada dunyoda elektr transport vositalaridan foydalanish tendentsiyasi va ushbu transport turlariga talab ortib borayotgani haqida ma'lumotlar keltirilgan. Shuningdek, elektromobillar ishlab chiqarishning bilvosita ta'siri akkumulyatorlar uchun zarur bo'lgan butlovchi qismlarni olish bilan bog'liq bo'lib, ularni utilizatsiya qilish muammolariga e'tibor qaratdi.

Tayanch ibolarar: havo ifloslanishi, iqlim o'zgarishi, elektr transport vositalari, lityum-ion batareyalar, qayta ishlash.

Одной из важных задач охраны окружающей среды является мониторинг качества воздуха. Для снижения уровня загрязнения предпринимаются меры, связанные с уменьшением выбросов. Одной из этих мер является переход от автомобилей с двигателем внутреннего сгорания на более экологичные – электромобили. В данной статье приведены данные по тенденции использования электромобилей в мире и растущего спроса на эти виды транспорта. Также косвенное воздействие производства электромобилей, связанное с добычей необходимых компонентов для аккумуляторов и освещены проблемы их утилизации.

Ключевые слова: загрязнение воздуха, изменение климата, электромобили, литий ионные батареи, утилизация.

Загрязнение воздуха является одной из самых серьезных экологических угроз для здоровья человека. За счет мер по снижению уровня загрязнения воздуха страны можно уменьшить болезни связанные с качеством воздуха [1].

По данным Всемирной организации здравоохранения в 2019 г. 99% мирового населения проживало в районах, где уровень загрязнения воздуха превышал значения, установленные в рекомендациях ВОЗ по качеству воздуха.

Среди источников загрязнения, на сегодняшнее время автотранспорт является главным загрязнителем воздуха в крупных городах. Если раньше основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносили промышленные предприятия, то сегодня до 80% приходится именно на автомобили.

Одним из решений для снижения негативного последствия от автотранспорта, является переход на использование автомобилей с электродвигателем.

В текущем году автомобильные гиганты General Motors и Audi (базирующаяся в Германии) объявили, что намерены прекратить продажу бензиновых и дизельных моделей к 2035 году [2].

Ближайшие перспективы продаж электромобилей обнадеживают. В первом квартале 2021 г. мировые продажи электромобилей выросли примерно на 140% по сравнению с тем же периодом 2020 года благодаря продажам в Китае около 500 000 автомобилей и около 450 000 в Европе. Продажи в США выросли более чем вдвое по сравнению с первым кварталом 2020 года, хотя и с гораздо более низкой базы [3].

По некоторым прогнозам, к 2035 году более половины продаваемых автомобилей будет приходиться на электромобили [2].

В некоторых ранее проведенных исследованиях, отмечается, что электрокары с точки зрения климата даже вреднее, чем, например, с дизельным двигателем. По мнению авторов, следует также учитывать выбросы парниковых газов не только при эксплуатации автомобиля, но также при его производстве, заправке и утилизации. Например, добыча и обработка лития, кобальта и марганца, необходимых

для аккумуляторов, очень энергоемки. Поэтому, авторы исследования подсчитали, что производство одной батареи, срок службы которой 10 лет, приводит к эмиссии 11-15 т CO₂. Значит, при пробеге в 15 000 км в год Tesla, указывают они, оставляет за собой по 73-98 грамм углекислого газа на километр.

А если учесть, что значительная доля электроэнергии, которой эта машина заправляется, вырабатывается на угольных электростанциях, то, по подсчетам, парниковый след этого электрокара еще больше - 156-181 грамма на километр пройденного пути. Соответствующий показатель Mercedes - 112 г CO₂ на км [4].

Учитывая растущее количество электромобилей в дальнейшем необходимо прогнозировать примерный объем использованных батарей, которые будут представлять собой серьезную проблему для утилизации отходов в конце срока службы. Тем не менее, использованные батареи из электромобилей могут стать ценным вторичным источником материалов. Учитывая, что складирование отработанных батарей потенциально небезопасно и нежелательно для окружающей среды, если прямое повторное использование модулей невозможно, его необходимо переработать. Переработка литий ионных батарей с истекшим сроком эксплуатации может дать важные экономические выгоды, избегая необходимости в добыче новых полезных ископаемых и обеспечивая устойчивость к уязвимым звеньям и рискам в цепочке их поставок.

По данным [5] Геологической службы США текущие запасы металла лития оцениваются в 21 млн. т. По мнению специалистов, этого достаточно, чтобы довести переход на электромобили до середины века. Например, американский производитель электромобилей Tesla, по итогам 2020 года вышла в мировые лидеры по объему продаж, реализовав около 365 тыс. собственных авто. Особенность этого производителя в том, что на создание аккумулятора для электрокара затрачивается свыше 60 кг лития чистотой 99,5%. Для сравнения, европейские и китайские изготовители на 1 единицу техники расходуют около 1-2 кг металла. Если подсчитать, то на 2020 год этим производителем были использовано около 22 тыс. т лития [6].

Если средняя продолжительность срока службы батареи 10 лет, то после того времени, этот рассчитанный объем в размере 22 тыс. т необходимо утилизировать для дальнейшего применения.

Например, если объем парка электромобилей в Китае в 2020 г. было примерно 5 млн единиц, то уже сегодня остро встает вопрос о будущем аккумуляторных батарей, отслуживших свой срок. С учетом того, что срок службы аккумуляторных батарей для ЭМ составляет от 5 до 8 лет, специалисты полагают, что в 2021 г. общий объем отработанных литий-ионных батарей составит 120...220 тыс. т, превысив в 20 раз показатель 2016 г. (12 тыс. т), а в 2035 г. – 350 тыс. т и будет создавать серьезную угрозу экологической обстановке в стране.

На сегодняшний день в КНР осуществляется переработка всего лишь 13 % аккумуляторных батарей, что вызывает загрязнение окружающей среды в будущем. Расширение добычи сырья вместо вторичного использования, генерирует огромную экологическую

проблему, поскольку при производстве батарей происходит масштабное загрязнение природы и потребляется большое количество энергии.

По мнению исследователей [2], в настоящее время выгоднее добывать новое сырьё-литий, чем повторно использовать после переработки изношенных аккумуляторов. В связи с этим, ведутся также исследования по усовершенствованию метода переработки с целью снижения затрат.

В связи с вышеизложенным, предлагается проведение дополнительных научно-исследовательских работ по изучению утилизации использованных аккумуляторов электродвигателей и их влияния на окружающую среду. Также необходимо уделить особое внимание вопросу об охране окружающей среды при разработке месторождений по добыче необходимых элементов для создания батарей электромобилей, в основном лития и кобальта, которые требуют большого количества энергии и воды.

Библиографический список:

1. Загрязнение атмосферного воздуха/ВОЗ. – 2021. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (30.10.2021).
2. Electric cars and batteries: how will the world produce enough / Nature. – 2021. <https://www.nature.com/articles/d41586-021-02222-1> (30.10.2021).
3. Global EV Outlook 2021 / International Energy Agency. – 101 с.
4. Электромобили и защита климата: экологические мифы и реальность. – 2020. <https://www.dw.com/ru/> (30.10.2021).
5. BloombergNEF. Electric Vehicle Outlook 2021 (BNEF, 2021). <https://about.bnef.com/electricvehicle-outlook>.
6. Российский литий — выход в мир (RBC, 2021). <https://marketing.rbc.ru/articles/12651>.

СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ

1М63





Государственное предприятие НГМК
Производственное объединение
"Навоийский машиностроительный завод"
www.ngmk.uz

Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879)227-62-14, 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78
E-mail: infonmz@ngmk.uz



КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО «УМНОГО ГОРОДА»



Воробьев А.Е.,
главный научный сотрудник РУДН
д.т.н., профессор, Россия



Виктор Уго Маренко Бекхудт,
Федеральный университет
Кампина-Гранди, Бразилия

"Aqlli shahar" konini ishlab chiqish kontseptsiyasi taqdim etilgan bo'lib, u viruslarni bostirish orqali epidemiyalar tarqalishining oldini olishdan, geomateriallardan keng foydalanishdan, zaharli kimyoviy elementlar (mishyak va boshqalar) o'z ichiga olgan kon chiqindilaridan iborat.

Tayanch iboralar: tushuncha, asosiy komponentlar, "Aqlli shahar" koni, epidemiyalarning oldini olish.

Представлена концепция развития горнопромышленного «Умного города», заключающаяся в предотвращении распространения эпидемий, путем подавления вирусов, широким использованием геоматериалов, отходов горнопромышленного производства, содержащих токсичные химические элементы (мышьяк и другие).

Ключевые слова: концепция, основные составляющие, горнопромышленный «Умный город», предотвращение эпидемий.

Развитие городов подчиняется обусловленным, четко выраженным объективным закономерностям. Так, еще в древнем Китае города возводили согласно принципам геомантии (или фэншуй), утверждавшим, что город должен располагаться гармонично согласно неким природным законам [2]. В результате китайские мастера фэншуй определяли, где нужно построить город, и выбирали для него особую планировку.

Современные закономерности развития городов во-многом определяются [4]: численностью горожан (предопределивших возникновение мегаполисов – в самом большом мегалополисе мира, Токио, проживает 40 млн. чел.), развитием транспортной сети (позволившей городам расти в ширь), лифтам (обусловившим возникновение небоскребов - с начала тысячелетия общее число городских зданий выше 150 метров и больше 40 этажей увеличилось с чуть менее 600 до 3251, а к середине XXI века таких башен будет 41 тысяча) и другими особенностями (их профилизацией – наукограды, промышленные агломерации, горнодобывающие моногорода, транспортные узлы, авиационные хабы, курорты и т.д.).

Разработка концепций «Умных городов» с самого начала была тесно связана с устойчивым развитием цивилизации, основанным на инновационных технологиях (табл. 1). Концепция «Умного города»

впервые зародилась в Калифорнии (США), где умные городские сообщества оказались в значительной степени структурированными как географические области разного размера, где их жители, организации и правительственные учреждения используют ИКТ для кардинального преобразования своих территорий, способствуя сотрудничеству между правительством, компаниями, преподавателями и горожанами [11].

Однако, зачастую за счет многомерных аспектов, связанных с городскими сообществами, политикой, экологией и архитектурой, идеальные «Умные города» в реальной практике остаются недостижимыми ориентиром. Поэтому, в настоящее время не существует единого, выверенного, пути к преобразованию имеющихся мегаполисов в «Умный город». Хотя и выработана основная совокупная цель «Умного города» - объединить в единое целое городскую систему, сервис и управление, чтобы предоставить горожанам эффективную, удобную, безопасную, доступную и экологически чистую среду обитания.

Непосредственно термин «Smart City» стал использоваться в социуме в конце 1960 годов и его появлению послужило весьма бурное развитие довольно мощных вычислительных машин и соответствующих технологий.

Концепция «Умного города», разработанная в 1997 г. в Таиланде, получила название «виртуальный город». Здесь экономический рост вызвал неравенство в различных городских районах, а также неравенство среди горожан в доступе к основным технологическим электронным услугам (таким, как телефон, компьютер, телекоммуникации и т.д.). А разработанная концепция виртуальных городов как раз и была направлена на устранение такого неравенства посредством технологического развития того времени (с подключением горожан к Интернету). Инициатива по созданию локальной сети связи способствовала развитию виртуальных городов.

Следующее изменение городской среды стало обязано появлению такой системообразующей функции, как «интеллектуализация» и была предназначена для обеспечения 3-х межсекторальных целей «Умного города»: экономического роста, устойчивости и качества жизни горожан, и факторов, способствующих их достижению (рис. 1).

Первое поколение «Умных городов», а именно «Smart City 1.0», основывается, прежде всего, на технологической концепции (Козн, 2015 г.). Эта концепция «Умных городов» была главным образом ориентирована на использовании различных технологий, предназна-

Таблица 1
Взаимосвязь размеров с концепцией и факторами «Умного города»

Габаритные размеры	Концепции	Факторы
Технологический	Цифровой город Умный город Вездесущий город Проводной город Гибридный город Информационный город	Физическая инфраструктура Умные технологии Мобильные технологии Виртуальные технологии Цифровые технологии
Человек	Творческий город Учащийся город Гуманный город Город знания	Человеческая инфраструктура Социальный капитал
Институциональная	Умное сообщество Умный рост	Управление Политика Нормативные документы

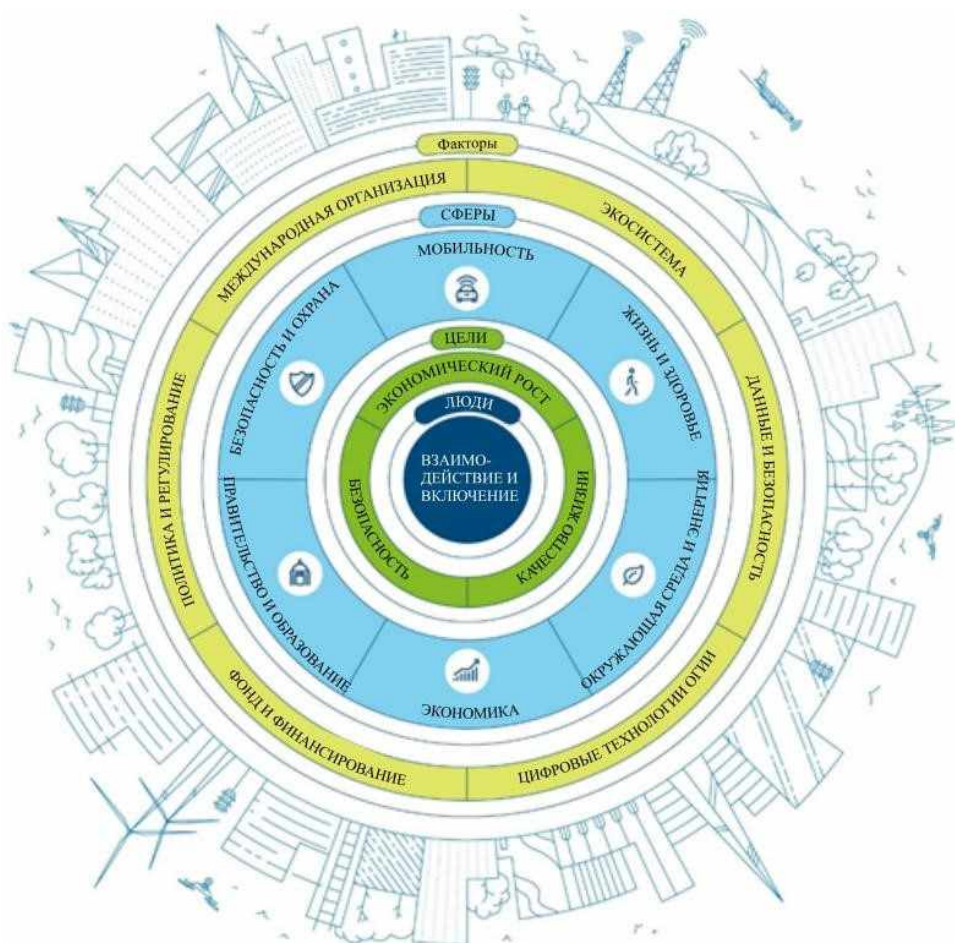


Рис. 1. Концепция «Умного города» компании «Делойт»

ченных для облегчения существующей городской деятельности, которые контролируют и интегрируют условия эксплуатации критически важной инфраструктуры города, действуя превентивным образом.

В этот период применяемые технологии включали в себя использование различных высокотехнологичных устройств, программного обеспечения и платформ в сфере транспорта, безопасности, здравоохранения и городском муниципалитете [13].

«Smart Cities 1.0» до сих пор ещё является основной философией большинства индивидуальных проектов «Умных городов», внедряемых по всему миру - от PlanIT в Португалии до Songdo в Южной Корее.

В частности, большинство бразильских городов, внесенных в список «Умных городов», направили свое развитие в сторону использования технологий, применяемых к системам городской мобильности, с внедрением легкорельсовых транспортных средств (VLT) или скоростных автобусов (BRT), информационных систем «обслуживания граждан» в мэриях (различные документы, записи собственности, процессы), сбор и переработка мусора, мониторинг уровней загрязнения, интеллектуальное использование энергетических матриц [11].

Современный «Умный город» – это и умные районы, умные улицы, умные кварталы, умные дома, умные квартиры и умные домашние вещи (к 2022 г. только на рынке ЕС ежегодно будет продаваться около 154 млн. ед. домашних «умных» устройств) [8]. В «Умном городе», после анализа собранных данных, осуществляется необходимая оптимизация, решающая проблемы возникшей неэффективности городской жизни. Так, в частности, умные приборы фиксируют качество городского воздуха в режиме онлайн, что значительно помогает городским властям принимать адекватные меры в необходимых случаях. Умными стали также счетчики ЖКХ – они передают на смартфо-

ны горожан информацию о существующих расходах воды и электроэнергии и позволяют им в режиме онлайн контролировать потребление этих довольно не дешевых ресурсов [7].

Одна из важных инноваций – это умные домофоны, которыми оснащены подъезды жилых зданий. Помимо очевидных функций управления со смартфона, такой домофон может, при необходимости, вызвать службу 112, а также передает данные о количестве людей, находящихся в доме, и защищен от любого взлома злоумышленников.

Распространенные практически повсеместно смартфоны стали основным решением ИКТ, значительно ускоряющим межличностный контакт [15]. Это позволило довольно быстро развить социальные сети и различные онлайн-формы бизнеса. Так, пользователи смартфонов с доступом в Интернет могут в любое время суток приобрести необходимый продукт, зарезервировать места (например, в самолете) или связаться со своими партнёрами по бизнесу или друзьями через социальные сети и платформы (такие, как Facebook и др.). В результате широкое использование социальных сетей и интернет-магазинов стало весьма важной основой для обеспечения следующего процесса в истории цифровой трансформации - фиксации собранных данных.

Возникший в последующем экономический кризис 2008 г. (как фактор появления новых возможностей) привел к переосмыслению имевшихся городских задач [10]: концепция «Умного города» стала включать в себя необходимость эффективного планирования уже практически всех аспектов муниципальной жизни (экономики, транспортной сети, логистики, коммунальных услуг, здравоохранения, образования, техногенной, экологической и общественной безопасности и т.д.). В соответствии с такой концепцией вся инфраструктура мегаполиса преобразуется в современную цифровую систему с специальными контроллерами, сенсорами и видеокамерами. Все дан-

тивных проектов «Умных городов» - от Wi-Fi в общественных местах и общественном транспорте до интеллектуального освещения и развития инфраструктуры зарядки электромобилей.

В последующем, третье поколение «Умных городов» оказалось сосредоточенным на роли горожан в решении городских проблем и оказании ими помощи городским менеджерам (Коэн, 2015 г.). «Умный город 3.0» подчеркивает способность большинства людей делиться своим мнением и знаниями, а также помогает ответственным лицам, найти наиболее надежные и самые практичные решения постоянно возникающих в современных городах многочисленных экономических, социальных, экологических и политических проблем [13]. Кроме того, в этой версии рассматриваются умные решения, которые не обязательно являются техническими идеями.

Например, в партнерстве с местной энергетической компанией Wien Energy, мэрия Вены привлекла своих горожан в качестве инвесторов в строительство и эксплуатацию местных солнечных электростанций. Этот город также уделяет значительное внимание вовлечению горожан в решение проблемы доступного жилья и гендерного равенства [14]. Ванкувер возглавил одну из самых амбициозных инициатив по разработке стратегии сотрудничества, вовлекая 30000 горожан в совместное создание «Плана действий Ванкувера - самого зеленого города до 2020 года». А Барселона недавно завершила инновационный проект (названный BCN Open Challenge), в котором этот «Умный город» опубликовал 6 задач и использовал частную платформу Citypart для сбора идей у местных и глобальных граждан и новаторов.

Латиноамериканский «Умный город» Медельин (победивший в номинации «Инновационный город года» от Urban Land Institute) сосредоточился на возрождении города снизу вверх [14], привлекая жителей из наиболее уязвимых районов города в различные проекты преобразования городской среды (такие, как проекты канатной дороги и электрических лестниц), а также школы с использованием новых технологий и библиотеки). Медельин недавно расширил свои обязательства перед городскими новаторами, поддержав развитие впечатляющего инновационного района (Пуэрта Н) для привлечения и удержания предпринимательских талантов.

Такие города, как Амстердам и Сеул, практически первыми стали продвигать совместную деятельность среди горожан, а также поощрять совместные стартапы. Кроме того, Канзас-Сити (США) является городом, который постепенно переходит от Smart Cities 1.0 к Smart Cities 3.0 [14]. Это первый город, получивший право на партнерство с Google по установке Google Fiber по всему мегаполису. При этом этот город настоял на том, чтобы принять изменения, которые исследуют то, как городское правительство может улучшить предоставление горожанам цифровых услуг через гигабитную инфраструктуру (Smart Cities 2.0).

Тем не менее, основной вектор социальной жизни человечества неизбежно меняется с течением времени, выдвигая вперед то одни, то другие приоритеты. Поэтому естественно, что появляются новые концепции развития «Умных городов». Так, из-за такого серьезного вызова человеческой цивилизации, как эпидемии и пандемии [3,6], проф. А.Е. Воробьевым была разработана принципиально новая концепция, согласно которой «Умный город 4.0» должен основываться на основополагающих принципах, не допускающих мирового развития вирусных эпидемий и тем более – пандемий. Для этого градостроительство «Умного города 4.0» должно широко использовать природные геоматериалы, угнетающие вирусы. И здесь на первый план выходят города, развивающие горнодобывающую промышленность, где накапливаются значительные объемы минеральных отходов, содержащие химические элементы, не нашедшие широкого применения в экономике, но в то же время обладающие токсичным воздействием (в том числе – и на вирусы).

Это обусловлено тем, что ионы некоторых металлов обладают определенной степенью стерилизации окружающей среды [1]. Так, часть кислорода воздуха или воды, с помощью катализатора, содержащего металлический ион, превращается в активный кислород, способствуя разрушению различных органических веществ (в том числе ДНК и РНК вирусов).

На этот предмет уже существуют отдельные исследования, например, изучающие влияние триоксида мышьяка на устранение вирусов ВИЧ [12]. Кроме того, интерес представляют соединения висмута, которые во многих странах используются для быстрого купирования изжоги, тошноты и диареи, а также для лечения заболеваний, ассоциированных с хеликобактерной инфекцией.

На практике, для придания антибактериальных свойств используются наночастицы [9], обладающие подходящими свойствами. Наноматериалы обладают улучшенными каталитическими способностями из-за их сильно нагруженных поверхностных атомов, которые изменяются с использованием наноразмерных частиц, в результате количество реактивных частиц на единицу площади чрезвычайно увеличивается.

В частности, наночастицы тяжелых и токсичных металлов имеют чрезвычайно большую удельную площадь поверхности [5], тем самым увеличивая свой контакт с вирусами (при этом быстро вступая в контакт с белками, обеспечивая их разрушение).

Важным аспектом практического применения таких химических элементов является их использование в конструкциях не подвергающихся истирающему воздействию и не в жилых и производственных помещениях (например, в разделительных и ограждающих устройствах автодорог, основаниях под наземные (сухопутные) мосты и др.).

Библиографический список:

1. Антонова М.В., Красина И.В., Илюшина С.В. Методы придания антибактериальных свойств текстильным волокнам // Вестник Казанского технологического университета. 2014. – С. 56-63.
2. Бен Уилсон. Метрополис. Город как величайшее достижение цивилизации. 2021.
3. Воробьев А.Е., Сулейманов А.М. Условия возникновения и прекращения эпидемий. Грозный. Спектр, 2020. – 84 с.
4. Воробьев А.Е., Абишев А.А. Проект «Экогород Атырау» // Вестник АИНГ (Казахстан) N 3 (39). 2016. – С. 21-31.
5. Воробьев А.Е., Гладуш А.Д. Наноинженерия топливно-энергетического комплекса. Т 2. Наноассоциаты пород и наноминералы. – М.: РУДН, 2019. – 411 с.
6. Воробьев А.Е., Торобеков Б.Т. Глобальное изменение климата и распространение эпидемий тропических вирусов // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – N 3 (55), 2020. – С. 437-444.
7. Искусственный интеллект экономит миллионы умным городам // https://smartcity.cnews.ru/articles/2019-08-16_iskusstvennyj_intellekt_ekonomit_milliony_umnym_gorodam.
8. Макаревич И.В. Концепция «умный город» на примере города Сингапур // Устойчивое развитие науки и образования. – № 3, 2019. – С. 29-31.
9. Санакулов К.С., Воробьев А.Е., Норов Ю.Д. Начало промышленного применения нанотехнологий в недропользовании. – Т.: Фан, 2017. – 496 с.
10. Умный город: технологии и перспективы развития // <https://future2day.ru/umnyj-gorod-tekhnologii-i-perspektivy-razvitiya>.
11. Janaina Cardoso de Mello. Smart City and Smart Tourist destinations: learning from new experiences in the 21st century // International Journal for Innovation Education and Research. Vol:9 No-05, 2021, pp. 369-381.
12. Linghua Li. The Effect of Arsenic Trioxide on Eliminating HIV-1 Reservoir Combined With cART // <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03980665>.
13. Milad Pira. A novel taxonomy of smart sustainable city indicators // Humanities and social sciences communications. August 2021. DOI: 10.1057/s41599-021-00879-7.
14. The 3 Generations of Smart Cities from 1.0 to 3.0 // <https://www.smartcitieslibrary.com/the-3-generations-of-smart-cities>.
15. Walentek D. Datafication process in the concept of Smart Cities // Energies 2021, 14, 4861. <https://doi.org/10.3390/en14164861>.

ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ МИКОЗОВ СТОП И ОНИХОМИКОЗОВ У РАБОТНИКОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ



Рахматов А.Б.,
руководитель отдела генодерматозов O'zdvkm, д.м.н.,
профессор, главный дерматовенеролог МЗ РУз.



Джалилов Ш.С.,
врач-дерматолог МСО НГМК

NMKK ishchilarini tibbiy ko'rikdan o'tkazilganda oyoq kafti mikozlari va onichomikozlarni turli shakllari ko'rinishlari mavjud bo'lgan 154 nafar bemor aniqlandi va laboratoriya tekshiruvlarida (teri va timoq plazitinkalarini mikroskopik tekshirish o'tkazish) tasdiqlandi. Oyoq kafti mikozlari skvamoz shaklida (6,8%), intertriginoz (60,3%), disgidrotik (26,1%) va 5 (6,8%) nafar bemorlarda aralash shakli sifatida ifodalandi. Onichomikozlar bo'lgan bemorlar orasida distal shakli 79 (51,3%) nafar bemorlarda, proksimal – 33 (21,4%) nafar va total shakli 42 (27,3%) nafar bemorlarda aniqlandi. Onichomikozni og'irlik darajasi va intrakonazol bilan o'tkailgan davolash samarasini baholash uchun KIOTOS indeksi qo'llanildi. Mikotik jarayonni davolashda keng spektrli ta'sirga ega zamburug'ga qarshi preparat hisoblangan intrakonazol (teknazol) qo'llanildi, bundan tashqari puls-terapiya shaklida, qachonki antimikotik bir hafta davomida qo'llaniladi, keyin esa uch haftalik tanaffus qilinadi. Barmoqlar onichomikoz bo'lgan bemorlarni davolashda teknaazol bilan 3 ta puls-terapiya, oyoq kafti onichomikozida – 4 ta puls-terapiya o'tkazildi. Klinik-mikologik sog'ayish 95,5% bemorlarda erishildi.

Tayanch iboralar: oyoq kafti mikozlari, onichomikozlar, diagnostika, klinik shakllari, tizimli zamburug'ga qarshi davolash, intrakonazol, puls-terapiya, KIOTOS indeksi, davolash natijalari, profilaktika.

При проведении медицинских осмотров работников НГМК было выявлено и подтверждено лабораторными исследованиями (проведение микроскопических исследований кожи и ногтевых пластинок) 154 пациентов, среди которых установлены проявления различных форм микоза стоп и онихомикозов. Микозы стоп были представлены сквамозной формой (6,8%), интертригинозной (60,3%), дисгидротической (26,1%) и смешанной формой у 5 (6,8%) пациентов. Среди больных онихомикозами дистальная форма установлена у 79 (51,3%) больных, проксимальная – у 33 (21,4%) и тотальная форма диагностирована у 42 (27,3%) пациентов. Для оценки тяжести онихомикоза и оценке эффективности проведенной терапии итраконазолом был использован индекс КИОТОС. При лечении микотического процесса был использован итраконазол (текназол), являющийся антимикотическим препаратом широкого спектра действия, причем в виде пульс-терапии, когда антимикотик применяется в течение одной недели, а затем производится 3-х недельный перерыв. При лечении больных онихомикозом кистей было проведено 3 пульса-терапии при онихомикозе стоп – 4 пульса-терапии текназолом. Клинико-микологическое выздоровление было достигнуто у 95,5% пациентов.

Ключевые слова: микозы стоп, онихомикозы, диагностика, клинические формы, системная антимикотическая терапия, итраконазол, пульс-терапия, индекс КИОТОС, результаты лечения, профилактика.

Актуальность проблемы онихомикозов обусловлена высоким уровнем заболеваемости и тенденциями к ее постоянному росту. Так, по данным Всемирной организации здравоохранения, эта патология встречается у 25% населения, средняя продолжительность заболевания сегодня составляет (при наличии десятков эффективных антимикотиков) 20 лет, у больных среднего возраста – около 10 лет [2, 5, 6, 7, 10]. Причины роста заболеваемости онихомикозом сложны и не до конца понятны. Причины различные – как экологического, так и социального характера. Среди индивидуальных факторов следует указать состояние сосудистой, иммунной и эндокринной систем, а также сопутствующие патологические состояния. Риск развития онихомикоза увеличивается с возрастом. Так, поражение ногтевых пластин дерматомицетами редко встречается у детей и широко распространено у лиц зрелого возраста, достигая 50% у пациентов старше 70 лет. У мужчин онихомикоз диагностируется в 2 раза чаще, чем у женщин. Повышают риск развития онихомикоза сосудистые заболевания (особенно при поражении сосудов нижних конечностей), ожирение, плоскостопие и деформации костного аппарата стоп. Довольно часто грибковое поражение ногтевых пластин развивается у пациентов с сахарным диабетом, что связано с повышением содержания глюкозы в тканях, сосудистыми изменениями и развитием диабетической ангиопатии, приводящей к нарушению трофики тканей и снижению защитных сил макроорганизма [7, 9, 12].

Часто пациенты и даже некоторые врачи воспринимают онихомикоз исключительно как эстетическую проблему. Однако онихомикоз является серьезным грибковым заболеванием, которое протекает

длительно и при иммунодефиците, декомпенсации эндокринных заболеваний и других состояниях может привести к распространению микотического процесса на другие органы и системы. Особого внимания требуют пациенты с онихомикозом, развивающимся на фоне таких заболеваний, как диабетическая стопа, хроническое рожистое воспаление конечностей, лимфостаз, элифантиаз. Во всех случаях лечение при онихомикозе является необходимым и должно проводиться своевременно и в полном объеме [1, 7, 10, 13].

У больных онихомикозом поражаются ногтевые пластинки, прилегающая к ним кожи, которые служат источником сенсibilизации организма к возбудителям микоза и продуктам их жизнедеятельности. Степень грибковой сенсibilизации макроорганизм существенно влияет на развитие и течение микотической инфекции, обеспечивая мозаичность и разнообразие клинических проявлений [7, 10].

Возбудителями онихомикоза чаще являются дерматомицеты, на первом месте среди них стоит *Trichophyton rubrum*, затем *Trichophyton mentogrophytes var.interdigitale*, а также *Trichophyton violaceum*, *Trichophyton tonsurans*, *Trichophyton mentogrophytes var.gypseum*; дрожжеподобные и плесневые грибы. Плесневые грибы чаще бывают представлены *Scopulariopsis brevicaulis* и разными видами *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Acremonium* и другими.

Для каждого вида гриба характерен свой путь проникновения в ногтевую пластинку, который в дальнейшем определяет ход развития патологического процесса. Так, *Trichophyton rubrum* обычно попадает в ногтевое ложе, предварительно инфицируя кожу проксимального валика и кутикулу ногтя. Повреждение матрицы приводит к изменению

ям ногтевой пластинки, проявляющимся в появлении неровностей, бороздок и трещин. Изменения в матриксе при любом типе онихомикоза могут привести к дистрофии ногтя, разрушению и утрате ногтевой пластины. Однако проксимальная форма онихомикоза встречается редко.

Тотальная дистрофическая форма онихомикоза чаще развивается при дистальном типе поражения ногтя. При тотальной дистрофической форме повреждается не только ногтевая пластинка, но и ногтевое ложе, матрица ногтя. Развитие выраженного подногтевого кератоза приводит к отслоению ногтевых пластин от ногтевого ложа. Иногда наблюдается распад ногтевой пластины. Новая пластина растет плохо, что указывает на поражение матрицы. Эта форма онихомикоза чаще наблюдается при длительном течении патологического процесса, вызванного *Trichophyton rubrum*, а также при хроническом гранулематозном кандидозе [3, 11].

Росту заболеваемости дерматомикозами способствуют легкая передача возбудителя в душевых, бассейнах, банях, старение населения, ношение воздухопроницаемой и тесной обуви, активное использование антибиотиков, цитостатиков, кортикостероидов, а также такие заболевания, как сахарный диабет, ожирение, атеросклероз, расстройства периферического кровообращения, болезни, сопровождающиеся депрессией системы иммунитета [3, 4, 7].

Ранее проведенные исследования указывают на снижение качества жизни пациентов, страдающих онихомикозами. Эти люди неловко чувствуют себя перед окружающими, теряют достоинство и, как следствие, сужаются социальные контакты. Кроме того, грибковое поражение стоп может приводить к нарушению походки и мешает носить обувь, а при повреждении ногтевых пластинок кистей нарушается функция последних и естественно может сказываться на выполнении пациентами своих профессиональных функций и навыков. Вследствие этого у больных возникают депрессивные состояния, причем в некоторых случаях онихомикозы приводят к длительной нетрудоспособности, а значит и к потере работы на производстве. Нередко заболевание сопровождается болевыми ощущениями, особенно при проксимальной его форме, что приводит к ухудшению общего состояния организма.

Необходимо указать, что у пациентов, страдающих онихомикозами, развивается фрустрация, связанная с ложным мнением о неизлечимости заболеваний ногтей. По этой причине больные не обращаются за медицинской помощью. Такому мнению есть оправдание: ранее не было достаточно эффективных антимикотических средств, что и обуславливало низкую результативность применяемых методов терапии онихомикозов [8, 10].

Целью настоящего исследования являлось диагностика и лечение больных с микозами стоп и онихомикозами, работающих в горно-металлургической отрасли.

При проведении медицинских осмотров было выделено 154 пациента (все мужчины) в возрасте от 29 до 45 лет, у которых на основании клинических и лабораторных данных был установлен диагноз микоз стоп и онихомикоз.

Среди данных пациентов микоз стоп (73 больных – 47,4%) был представлен различными клиническими формами: сквамозная – у 5 (6,8%) больных, интертригинозная – у 44 (60,3%) больных, дисгидротическая – у 19 (26,1%) больных, смешанная – у 5 (6,8%) больных. Онихомикоз был представлен следующими клиническими формами: дистальная – у 79 (51,3%) больных, проксимальная – у 33 (21,4%) больных, тотальная – у 42 (27,3) больных. Следует указать, что длительность заболевания, независимо от клинической формы микоза, составляла в среднем $1,7 \pm 0,2$ года, т.е. за короткий промежуток времени у пациентов развивались тяжелые формы онихомикоза, в частности, регистрация у 27,3% пациентов тотального онихомикоза. Анализ показал, что заболеваемость микозами стоп и онихомикозами не зависела от характера производственной деятельности обследованных пациентов.

Учитывая возможность использования метода пульс-терапии, более щадящего по сравнению с персистирующей терапией, а также наиболее широкий спектр действия итраконазола среди других анти-

микотических препаратов, мы выбрали этот препарат (текназол) для лечения микозов у больных, работающих в условиях профессионального воздействия неблагоприятных факторов (высокая температура, повышенная влажность, резиновая обувь и др.).

Текназол, препарат класса триазолов, вследствие высокой липофильности обладает способностью накапливаться в мембране грибов, состоящей в основном из липидов. Как и другие препараты из группы азолов, итраконазол угнетает синтез эргостерола за счет действия на зависимый от системы цитохром P450 фермент 14-деметилазу. Нарушение образования эргостерола, формирующего мембрану гриба, проявляется как фунгистатический эффект. Фунгицидный эффект итраконазола, по-видимому, не связан с нехваткой эргостерола. Итраконазол действует на зависимые от цитохрома P450 реакции гораздо специфичнее, чем производные имидазола, например, кетоконазол, поэтому в терапевтических дозах итраконазол не оказывает заметного влияния на метаболизм стероидов человека [11].

Итраконазол обладает способностью избирательно накапливаться в кератинизированных тканях, в том числе в волосах и ногтях [Jones]. Через 1 нед после прекращения приема итраконазола его концентрация в плазме быстро снижается, в то время как в роговом слое и в кожном сале препарат обнаруживается на протяжении 4 недели после окончания приема. Спектр действия итраконазола самый широкий среди всех противогрибковых средств для приема внутрь.

Согласно Клиническому Протоколу по диагностике и лечению больных микозами стоп и онихомикозами все взятые на учет работники горно-металлургической отрасли получали пульс-терапию текназолом, когда пациенты принимали указанный препарат ежедневно в суточной дозировке 400мг (по 2 капсулы текназола 2 раза в день после еды) в течение 7 дней, а затем был перерыв в течение 3-х недель.

При установлении онихомикоза кистей пациенты получали 3 пульса-терапии текназолом, при онихомикозе стоп – 4 пульса-терапии. Прием препарата конкретным пациентам осуществлялся в медицинских пунктах до и после смены под контролем медицинских работников, что исключало нарушение схемы приема препарата. Ни в одном случае не было зафиксировано побочных явлений от приема противогрибкового препарата (текназол).

У всех больных с онихомикозами до и после лечения проводилась оценка индекса КИОТОС (клинический индекс оценки тяжести онихомикоза по Сергееву Ю.В., 1999), которая позволяла получать количественную характеристику положительной динамики микотического процесса.

Следует указать, что окончательная оценка эффективности проведенной терапии оценивалась через 1 год, хотя само лечение при онихомикозе кистей осуществлялось в течение 3 месяцев и онихомикозе стоп – в течение 4 месяцев. Клинико-лабораторное излечение от микотического процесса отмечалось у 147 из 154 (95,5%) пациентов, у остальных пациентов отмечался рецидив онихомикоза, связанный с несоблюдением правил индивидуальной профилактики микоза.

При проведении пульс-терапии текназолом проявления микоза стоп исчезали уже на 10-15 сутки с момента лечения. Проявления в межпальцевых промежутках и своде стопы разрешались на 7-10 сутки лечения, т.е. пациенты получили только 1 пульс-терапию текназолом. Больным не назначалась никакая-либо наружная терапия.

Из этого следует, что для любой формы микоза стоп достаточен недельный прием антимикотика широкого спектра действия – текназола в суточной дозировке 400мг препарата.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о целесообразности использования текназола, высокоэффективного и хорошо переносимого антимикотика широкого спектра действия, в терапии микозов стоп и онихомикозов у больных, работающих в условиях горно-металлургического производства, что позволяет им длительное время сохранять свою трудоспособность при непрерывных формах профессиональной деятельности.

Библиографический список:

1. Дюдюн А.Д., Салий Е.А., Полион Н.Н., Горбунцов В.В. Новые возможности местного лечения пациентов с онихомикозом. Украинский журнал дерматологии, венерологии, косметологии. 2013 г. – №2. – С. 149-153.
2. Королева Ж.В. Этиология, клиника и оптимизация терапии при микозе стоп. Украинский журнал дерматологии, венерологии, косметологии. 2013 г. – № 2. – С. 171-174.
3. Лебедев Т.Н. Гуморальный иммунный ответ при кандидозе: Автореф. дис...докт. мед. наук. – Санкт-Петербург, 1993. – 31 с.
4. Петрасюк О.А., Гафаров М.М. Иммунологические аспекты комплексной терапии онихомикозов итразолом с применением вобэнзима. Вестник дерматологии и венерологии. – Москва 2006 г. – №1. – С. 56-57.
5. Разнатовский К.И., Котрехова Л.П., Ляшко А.К. Современные данные об этиопатогенезе и комплексной терапии дерматомикозов (онихомикозов). Украинский журнал дерматологии, венерологии, косметологии. 2005 г. – №1. – С. 59-65.
6. Рахматов А.Б., Султанходжаева Г.А. Современные аспекты онихомикозов. Украинский журнал дерматологии, венерологии, косметологии. 2003 г. – №1. – С. 33-36.
7. Рахматов А.Б., Равшанова Д.Т. Болезни ногтей. – Ташкент, 2019 г. – 240 с.
8. Рахматов А.Б., Расулова Н.А., Равшанова Д.Т. Усовершенствованная терапия онихомикозов. Методические рекомендации. – Ташкент, 2020 г. – 34 с.
9. Резайкин А.В., Бутов Ю.С., Васенова В.Ю. Оценка реактивности микроциркуляторного русла нижних конечностей при онихомикозе и оптимизация лечения больных. Российский журнал кожных и венерических болезней, 2010 г. – №2. – С. 44-47.
10. Рукавишникова В.М. Микозы стоп. – Москва, 1999 г. – 317 с.
11. Сергеев А.Ю. Системная терапия онихомикозов. – М.: Национальная академия микологии, 2000 г. – 28 с.
12. Федоров С.М., Селицкий Г.Д., Шарьпова И.В., Пинсон И.Я. Лечение онихомикозов у работников химико-фармацевтического производства. Вестник дерматологии и венерологии. – Москва, 2001 г. – N 4. – С. 70-71
13. Jones T.C. Brit.J.Dermatol.1995;132:683-689.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ДЛЯ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



Государственное предприятие НГМК
Производственное объединение
"Навоийский машиностроительный завод"
www.ngmk.uz

Адрес: г. Навои, ул. Инспекторов, 5
Тел.: (+99879)227-62-14, 227-64-23
Факс: (+99879) 223-48-78
E-mail: infornmz@ngmk.uz



БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ОЦЕНКА РИСКА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Maqolada ishlab chiqarishdagi mehnat xavfsizligini baholashning umumiy yondashuvi muhokama qilinadi, tabiiy texnologiya muhitning zararli va xavfli omillarining asosiy tushunchalari ochiladi, inson salomatligi va ishiga ta'sir etuvchi omillar tasnifi berilgan.

Xavf mezonlarini hisoblash va ishlab chiqarishda profilaktika choralarini ishlab chiqish usuli taklif qilingan.

Xavfni baholash uchun ko'p o'zgaruvchan modelni yaratish uchun matematik usul ishlatilgan, xavf guruhlari yoshi, ish tajribasi, kasbi va jinsiga qarab hisoblab chiqilgan.

Tayanch iboralar: nogironlik, tavakkalchilikni baholash, korrelyatsion tahlil, me'yoriy intensiv ko'rsatkichlar, matematik model, xavf guruhlari, tavakkalchilik diapazoni, tavakkalchilik.

В статье рассмотрен общий подход к оценке безопасности работ на производстве, раскрыты основные понятия о вредных и опасных факторах природной техногенной среды, дана классификация факторов, влияющих на здоровье и работоспособность человека.

Предложена методика для расчета критериев риска и разработки профилактических мероприятий на производстве.

Для оценки риска использован математический метод построения многофакторной модели, рассчитаны группы риска в зависимости от возраста, стажа работы, профессии и пола.

Ключевые слова: утрата трудоспособности, оценка риска, корреляционный анализ, нормативные интенсивные показатели, математическая модель, группы риска, диапазоны риска, прогнозирование риска.



Алпысбаева Ж.Т.,
главный научный секретарь
НАГН, к.б.н.,
г. Нур-Султан, Казахстан

Понятие вредности и опасности факторов среды, оказывающих воздействие на человека, является относительным. Все факторы природно-техногенной среды обитания человека являются неотъемлемыми компонентами его взаимодействия с окружающей средой.

Как известно, для живых организмов работает закон толерантности, согласно которому диапазон влияния тех или иных факторов окружающей среды определяет величину выносливости (предел толерантности) организма к данному фактору.

Общепринято считать вредными такие вещества, соединения или факторы, воздействие которых на здоровье человека, в данном случае работающего на производстве, может привести к снижению или временной потере трудоспособности, то есть к негативным последствиям.

Опасными называют факторы, которые могут привести к другому отрицательному последствию – к нарушению целостности (травме) организма. Вредный фактор может стать опасным, в зависимости от интенсивности.

По природе воздействия на человека факторы природно-техногенной среды можно разделить на следующие группы, показанные на рис. 1.

Химические вещества по негативным последствиям их воздействия на человека разделяют на: общетоксические (ядовитые) - оксид углерода, цианистые соединения, свинец, ртуть, бензол, мышьяк, его соединения и др.; раздражающие - хлор, аммиак, сернистый газ, фтористый водород, оксиды азота, озон, ацетон и др.; сенсibiliзирующие - формальдегид, растворители и лаки на основе нитросоединений и др.; канцерогенные - никель и его соединения, амины, оксиды хрома, асбест и др.; мутагенные - свинец, марганец, радиоактивные вещества и др.; влияющие на репродуктивную функцию - ртуть, свинец, марганец, стирол, радиоактивные вещества и др.

К числу биологических факторов относится воздействие на человека микроорганизмов, грибов, растений, животных. Физические факторы – воздействие машин и оборудования, температура окружа-



Рис. 1. Классификация факторов природно-техногенной среды

Таблица 1

Расчетные коэффициенты корреляции между факторами риска

Факторы риска	Цех 1			Цех 2			Цех 3		
	Число больных	Случаи заболеваемости	Дни нетрудоспособности	Число больных	Случаи заболеваемости	Дни	Число больных	Случаи	Дни
Возраст	-0,80	-0,60	-0,60	-0,80	-0,20	0,8	0,20	0,4	0,2
Стаж	-0,80	-0,50	-0,80	-0,80	-0,70	1,0	0,20	0,4	0,2
Проф. группа	-0,80	-0,50	-1,00	-0,40	-0,50	0,8	0,80	1,0	0,2

Примечание: 0.80 – коэффициент корреляции достоверный (P < 0,05)

Таблица 2

Данные для расчета диапазона риска

Возраст, лет	Случаи по болезни	НИП возр.	Стаж, лет	Случаи по болезни	НИП стаж	Проф. группа	Случаи по болезни	НИП профес.	пол	Случаи по болезни	НИП пол
До 30	164,7	1,024	<5	158,3	0,984	Оператор	174	1,082	муж	158,9	0,988
30-39	182,8	1,137	5-10	178,2	1,108	Механик	154,4	0,960	жен	170	1,131
40-49	145,5	0,905	11-15	190,1	1,182	Инженер	83,3	0,518			
> 50	131,9	0,820	16-20	103,6	0,644	Вспом. персонал	105	0,653			
Случаи по цеху = 160,8			>20	127,2	0,791						
Весовые коэфф-ты, К	K1=Max/min			K2=Max/min			K3=Max/min			K4=Max/min	
	1,39			1,83			2,09			1,07	

щей среды, скорость движения воздуха. При этом, зачастую наблюдается не изолированное, а сочетанное, комбинированное или комплексное воздействия факторов на организм человека. К примеру, тяжелый физический труд, сопровождающийся повышенной вентиляцией легких и усилением скорости кровотока, приводит к увеличению количества яда, поступающего в организм.

При повышенных температурах микроклимата усиливается воздействие многих летучих ядов: паров бензина, паров ртути, оксидов азота. Низкие температуры повышают токсичность бензола, сероуглерода и др. Шум и вибрация усиливают токсический эффект промышленных ядов.

Для оценки состояния работоспособности работников производства провели углубленный анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) по номенклатуре согласно «Международной классификации болезней, травм и причин смерти X пересмотра». Для анализа были взяты 17 764 медицинских карт лицевого учета.

Были вычислены и интерпретированы по методике Догле Н.В., Юркевича А.Я. такие показатели как: общее число болевших лиц, число случаев и число дней нетрудоспособности в зависимости от пола, возраста, стажа и профессии (табл. 1).

Коэффициент корреляции заболеваемости с ВУТ от возраста, стажа, профессии вычислялся по методу Спирмена [1].

В случаях, когда использование метода корреляционно-регрессионного анализа неэффективно (из-за полученных приблизительных количественных значений), применили метод Нормативно-интенсивных показателей заболеваемости (НИП).

Таблица 3

Расчитанные группы риска и диапазоны риска

Группа риска	диапазон риска
Благоприятный прогноз	4,44–5,06
Внимание	5,06–5,73
Неблагоприятный прогноз	5,74–7,13

Для построения многофакторной модели риска (1), использовали следующие факторы риска: возраст, стаж работы во вредных условиях труда, профессиональная группа и пол.

$$\text{Риск} = \text{НИП возр} \times \text{K1} + \text{НИП стаж} \times \text{K2} + \text{НИП проф} \times \text{K3} + \text{НИП пол} \times \text{K4}, \quad (1)$$

Для оценки уровня профессионального риска рассчитали диапазон возможных колебаний показателей риска, просуммировав произведения весовых коэффициентов К из табл. 2, имеющих самые низкие значения для каждого из факторов, рассчитав минимальный риск утраты трудоспособности Р_{мин.} Просуммировав максимальные значения каждого из факторов, получили максимальный риск потери трудоспособности Р_{макс} [2].

Разница между рисками (Р_{макс} - Р_{мин}) представляет собой диапазон риска, учитывая диапазон колебаний комплексных оценок, а также их характер, рассчитали группы риска – это группы «с благоприятным прогнозом» (табл. 3), «группа внимания» и «группа с неблагоприятным риском» [3]. Полученная многофакторная модель риска и количественные критерии риска способствуют упрощению процедуры оценки и что немаловажно, прогнозированию и оценке влияния факторов труда и производственного процесса, разработке профилактических мер по сохранению здоровья и обеспечению безопасности работ на производстве [4].

Таким образом,

1. Разработана многофакторная модель для оценки риска утраты работоспособности рабочих, как на момент обследования, так и в условиях производства.

2. Диапазоны риска позволяют выявлять «группы риска» среди рабочих, требующих обследования и проведения нелекарственных коррекционных мероприятий.

3. Использованный Метод нормирования интенсивных показателей НИП позволяет оценить влияние факторов производства на заболеваемость рабочих, использовать полученные данные для комплексной интегральной оценки вероятности возникновения риска утраты трудоспособности в профессиональных группах.

Библиографический список:

1. Догле Н.В., Юркевич А.Я. Заболеваемость с временной утратой трудоспособностью. – М.: Медицина, 1984 г. – 176 с.
2. Апысьбаева Ж.Т. Методологические принципы управления рисками // Безопасность труда в промышленности. – М.: , 2012. – №9. – С. 84-88.
3. Апысьбаева Ж.Т. Математический анализ влияния неблагоприятных факторов коксохимического производства на заболеваемость рабочих // Вестник Казахского агротехнического университета им. С.С. Сейфуллина. 2009 г. – №3. – С. 137-143.
4. Апысьбаева Ж.Т. Комплексная оценка влияния условий труда на показатели здоровья рабочих коксохимического производства // Материалы межвузовской научной конференции с международным участием. – М., 2010. – С. 118-122.



ЯКУБОВ МАХМУДЖОН МАХАМАДЖОНОВИЧ



Якубов Махмуджон Махамаджонович родился 8 декабря 1951 года в Ташкенте в интеллигентной семье.

В 1974 г. окончил Ташкентский политехнический институт.

После окончания института начал научную деятельность в качестве инженера кафедры «Металлургия цветных металлов» Ташкентского политехнического института. В 1979 г. поступил в аспирантуру «Московского института стали и сплавов» и защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. С 1982 г. продолжил свою научно-педагогическую деятельность в качестве ассистента, а затем доцента кафедры «Металлургия цветных металлов» Ташкентского политехнического института.

С 1995 по 2003 г. занимал должности начальника отдела внешних связей, заместителя генерального директора, главного инженера, генерального директора Узбекского комбината твердых сплавов и тугоплавких металлов.

В 2003 г. М.М. Якубов работает заведующим кафедрой «Металлургия цветных металлов», проректором по финансам и экономике, деканом факультета «Геология и горное дело» Ташкентского государственного технического университета.

С 2009 по 2011 г. являлся исполнительным директором Ташкентского филиала Российского государственного университета нефти и газа им. М. Губкина. Затем, до 2020 года работал заместителем председателя по инновационным технологиям ГУП «Наука и развитие» Ташкентского государственного технического университета, заведующим лабораторией «Технология композиционных цветных металлов». С 2020 г. по настоящее время он является профессором Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова.

Якубов Махмуджон Махамаджонович в настоящее время проводит исследования в АО «Алмалыкский ГМК» по совершенствованию технологии производства меди с целью увеличения выхода меди и драгоценных металлов и повышения эффективности металлургической промышленности за счет привлечения и переработки техногенных отходов.

Якубовым М.М. совместно с группой ученых в ГУП «Фан ва таракиёт» при Ташкентском государственном техническом университете им. Ислама Каримова проводились научно-исследовательские работы: «Разработка и внедрение эффективной технологии снижения содержания меди в конвертерном шлаке», «Внедрение безотходной, энерго- и ресурсосберегающей, экологически чистой технологии производства меди», «Обеднение конвертерных шлаков полученных в результате преобразования медного штейна в автогенных печах». Результаты теоретических, экспериментальных исследований и производственных испытаний освящены в 186 научных работах, в том числе 3 монографиях, 2 учебных пособиях, защищены 1 авторским свидетельством и 3 патентами Республики Узбекистан.

Один из результатов работы по переработке техногенных отходов металлургической промышленности, богатых цветными,

редкими металлами и другими ценными веществами, был внедрен в 2013 г. на АО «Алмалыкский ГМК». Эта исследовательская работа была отмечена Почетной грамотой Кабинета Министров Республики Узбекистан в 2012 г. и признана «Лучшим изобретением республики» в 2013 году Агентством интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции.

Кроме того, металлургическая промышленность была направлена на вторичную переработку техногенных отходов, что позволило внедрить научно-исследовательские работы в других печах в процессе конверсии. В результате разработанной и внедрённой технологии в 2020 г. на АО «Алмалыкский ГМК» в печи Ванюкова было получено дополнительно 792,584 т меди, в 2021 г. 43,3935 кг золота и 10915,68 кг серебра в результате чего экономический эффект составил 15 млн долл. США.

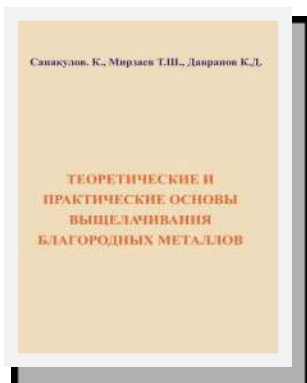
В настоящее время Якубов М.М. является членом редакции научно-технического и практического журнала «Композиционные материалы». Он является членом Ученого совета Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова при ГУП «Фан ва таракиёт», а так же Учёного совета при Навоийском государственном горном институте. Якубов М.М. входит в редакционный совет научно-технического и производственного журнала «Горный вестник Узбекистана».

Якубов М.М. является примером среди коллег по воспитанию студентов в духе патриотизма и привлечению их к науке. Особое внимание он уделяет привлечению талантливой молодежи к исследовательским работам. Он заслужил уважение среди своих учеников и коллег за многие годы плодотворного и самоотверженного служения. Под руководством Якубова М.М. подготовлены 3 кандидатские и 2 докторские диссертации и выпущено более 50 магистров.

Махмуджон Махамаджонович награждён нагрудным знаком «Горняцкая слава» III степени.

Руководство АО «Навоийский горно-металлургический комбинат», АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова, Навоийский государственный горный институт, Академия наук Республики Узбекистан, Алмалыкский филиал Национального исследовательского технологического университета «МИСИС», Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета, ООО «O'zGEORANGMETLIT», редакция журнала «Горный вестник Узбекистана», а так же друзья и коллеги поздравляют Якубова Махмуджона Мухамаджоновича с 70-летним юбилеем и желают ему крепкого здоровья, жизненной энергии, творческих успехов и новых научных достижений.

NKMK XODIMLARI TOMONIDAN CHOP ETILGAN ADABIYOTLAR ИЗДАННАЯ ЛИТЕРАТУРА СПЕЦИАЛИСТОВ НГМК



Теоретические и практические основы выщелачивания благородных металлов

Санакулов К., Мирзаев Т., Давранов К.

ISBN 978-9943-7269-6-3

© Типография ГУ «ФОНД НГМК», 2021 г.

В книге обобщенно рассматриваются теоретические и практические основы выщелачивания благородных металлов с учетом современного состояния технологических процессов переработки минерального сырья с использованием микроорганизмов и продуктов их метаболизма. Приведены сведения о способах извлечения металлов из отходов производства. Книга рассчитана на студентов и магистрантов соответствующих направлений обучения горно-геологического, биотехнологического и биологохимического профиля, специализирующихся по геотехнологическим и биотехнологическим методам разработки месторождений полезных ископаемых.



Металл ва минералларнинг шифобахш хусусиятлари

© Қ. Санақулов, А. Мирзаев, О. Хаитова.

ISBN: 978-9943-7282-5-7

© SANNOF, 2021 г.

Ушбу монографияда инсонни даволашда маъдан моддалар, металлларнинг ўзига хос шифобахш хусусиятлари, уларнинг Шарқ таъобатида қўлланилиши, қомусий олимларимиз Абу Райҳон Берунийнинг доришуносликка бағишлаб ёзган машҳур "Китаб-ас-сайдана фит-тибб", ("Фармакогнозия") асари маъданлар билан даволашнинг муҳим манбаси эканлиги ёритиб берилган. Абу Али ибн Синонинг "Тиб қонунлари" асарида содда ва мураккаб дориларни тайёрлашда шифобахш металллар, минераллар қўлланилиши ҳақидаги илмий маълумотлар келтирилган. Шунингдек, металллар ва минералларнинг замонавий тиббиётда тутган ўрни илмий асосда очиб берилган. Монография металлургия, минералогия, тиббиёт, кимё, геология ва тарих соҳаси мутахассислари ҳамда кенг китобхонлар оммасига мўлжалланган.



Физическая и коллоидная химия для металлургических специальностей

© Петухов О.Ф., Санакулов К., Шарафутдинов У.З.

ISBN 978-9943-7269-9-4

Типография ГУ «ФОНД НГМК», 2021 г.

Данная книга является пилотным проектом в создании единого дидактического пространства естественно-научных дисциплин, позволяющего представить физическую и коллоидную химию как науку, имеющую могучие корни, но в то же время динамически развивающуюся, использующую передовые идеи и достижения. В связи с этим в учебнике усилена металлургическая и экологическая направленность курса, отвечающая новым требованиям к формированию универсальных и предметноспециализированных компетенций.

Особенностью данной книги является ориентация на современную образовательную модель, предполагающую сокращение аудиторных форм работы и более четкую проработку вопросов самостоятельной подготовки студентов. При выборе объема и глубины изложения материала авторы руководствовались принципами доступности, преемственности и вариативности.

Книга может быть использована студентами высших учебных заведений, обучающихся по металлургическим, химическим, экологическим специальностям. Материалы книги могут быть полезны при планировании факультативных и элективных курсов, работе со студентами в рамках студенческих научных обществ, исследовательской деятельности докторантов и стажеров-исследователей.

Материал в книге представлен в 4 частях, в 19 главах по основным разделам дисциплины.

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



Simba E7

Буровые установки «Epiroc» для промышленного бурения при проведении подземных горных работ.