

O'zbekiston

ISSN 2181-7383

KONCHILIK XABARNOMASI

3

№ 86

ILMIY-TEXNIK VA ISHLAB CHIQRISH JURNALI

Iyul - Sentabr 2021

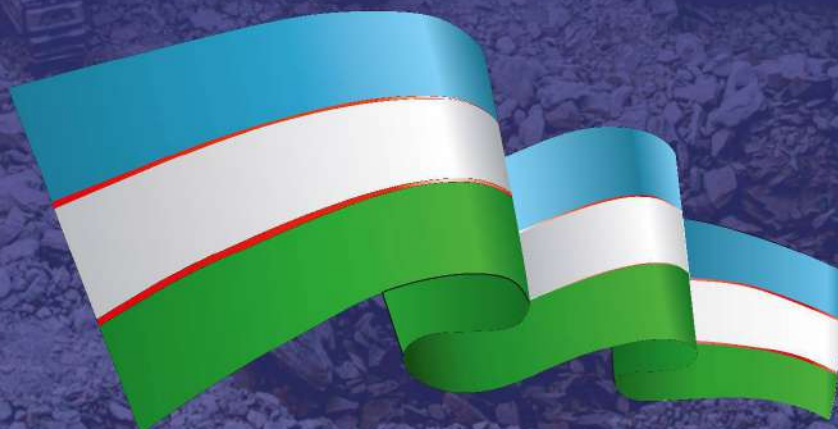
НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ГОРНЫЙ ВЕСТНИК

УЗБЕКИСТАНА



Yangi O'zbekistonda erkin va farovon yashaylik!



ИННОВАЦИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

normet
NORMET.COM

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

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

Utimec LF 130 Material Regular

Utimec LF 130 Material Flat

Utimec LF 1000 Water

Utimec LF 1000 Fuel

Utimec LF 090 Dumper

Multimec LF 100

Utimec LF 700 Transmixer

Utimec LF 700 Agitator

Utimec LF 600 Transmixer

Utimec LF 600 Agitator

Utimec LF 500 Transmixer

Spraymec LF 050 VC



СООБЩИТЕ НАМ СВОИ ПОТРЕБНОСТИ!

Normet International Ltd.

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

Тел.: +998 93 390 0799

Факс: +998 78 140 92 92

O'zbekiston KONCHILIK XABARNOMASI

ILMIY-TEXNIK VA ISHLAB CHIQUARISH JURNALI

Ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali 1997 yil iyul oyidan 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" DUK

Moliyaviy qo'llab quvvatlovchilar:

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

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 227-72-84

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

Nashr etishga 09.09.2021 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 ГУП «O'zGEORANGMETLITI»

При финансовой поддержке:

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

Главный редактор:

Шарафутдинов У.З.

Зам. главного редактора:

Аликулов Ш.Ш.

Технический и художественный редактор:

Зайрова 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), Рзыков 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), Турсебеков А.Х. (Узбекистан), Хамидов Х.И. (Узбекистан), Эргашев У.А. (Узбекистан), Якубов М.М. (Узбекистан).

Журнал зарегистрирован в Узбекском Агентстве по печати и информации. Регистрационное свидетельство за № 0033 от 13 декабря 2006 г. ISSN 2181-7383 per. № 01-22/37 S от 09.07.2013 г.

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна

За точность фактов и достоверность информации ответственность несут авторы

Адрес редакции:

210100, г. Навои, ул. Навои, 27
Инновационный центр НГМК
Тел.: +99879 227-72-84

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:

Зайрова Ф.Ю.

Ответственный за публикацию и обновление электронной формы журнала:

Шарафутдинов У.З.

Отпечатано:

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

Подписано в печать 09.09.2021 г.

Формат А3. Тираж 100 экз.

© Горный вестник Узбекистана 2021

ISSN 2181-7383



4 780010 201753 >

GEOTEKNOLOGIYA / GEOTEKNOLOGIYA

Разыков З. А., Мирбобоев Ш. Ж. Состояние и проблемы разработки нефтяных и газовых месторождений северного Таджикистана.. 4
 Мислибаев И.Т., Назаров З.С., Гиязов О.М., Солиев Б.З. Исследование запирающего действия разработанной забойки как фактор повышения эффективности и безопасности ведения взрывных работ при взрывании шпуровых зарядов ВВ..... 6

GEOLOGIYA / GEOLOGIYA

Жанибеков Б.О., Турапов М.К., Умматов Н.Ф., Туляганова Н.Ш. Геофизические особенности Ауминзатау-Бельтауского рудного района и проявлений золотого оруденения..... 10
 Оролов А.К., Карабаев М.С., Амиров Э.М., Садилов Р.М. Mayzak intruzivi tog' jinslari va skamlarining petrografik xususiyatlari (Ziyovuddin tog'lari, G'arbiy O'zbekiston) 12
 Тангиров А.И., Урунов Б.Н. Стратиграфо-литологические факторы размещения золотого оруденения в центральной части гор Букантау. Шукуров Ш.Р., Туресебеков А.Х., Мусаев Г.М. Гипергенез и вертикальная зональность гипогенных первичных руд золотосеребряного месторождения Каракутан..... 19
 Абдунабиева М.В. Геологическая характеристика Зиаэтдинского рудного поля..... 23
 Ишбаев Х.Д., Нематуллаев С.Ю., Джуманиязов Д.И. Геологоструктурные условия локализации и особенности вещественного состава золотого оруденения месторождения Пистали (Северный Нуратау)..... 25

BOYITISH VA METALLURGIYA / ОБОГАЩЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ

Санакулов К., Санакулов У.К. Об оценке переработки отвальных хвостов флотации медно-молибденовых руд Кальмакырского рудника..... 32
 Санакулов К., Эргашев У.А., Полванов С.К. Изучение возможности получения серебра из сбросных растворов сернокислотной обработки ионообменной смолы ГМЗ-2..... 37
 Эргашев У.А., Хамидов Р.А. Полупромышленные испытания схемы отдельной переработки пенного продукта процесса биоокисления..... 40
 Аликулов Ш.Ш., Халимов И.У., Наврузов Т.Ю., Каримов И.А. Исследования мирового опыта «повторной» отработки урановых месторождений методом подземного выщелачивания..... 44
 Петухов О.Ф., Рузиев Б.Т., Курбанов М.А., Шарафутдинов У.З. Выделение церия из концентрата редкоземельных металлов методом растворения-осаждения..... 49

ILMIY-LABORATORIYA IZLANISHLARI / НАУЧНО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

Собиров Т.О., Хасанов Н.А., Бобокулов А.Н. Соотношение расхода топлива к выемке горной массы гидравлических экскаваторов типа EX-1200 производства HITACHI (Япония) и LIEBHERR R9100 (Германия)..... 52
 Жураев М.А., Аликулов Д.Е., Саматова А.С. О характере контакта поверхностей прямобочных шлицевых соединений..... 56
 Пазиллов М.М., Кадыров А.А., Наримов Р.А. Изучение влияния анионных ПАВ на процесс получения безглинистых и малоглинистых растворов при бурении геотехнологических скважин..... 60
 Бердиев Д.М., Умарова М.А., Ибодуллаев Т.Н. Установление влияния параметров структуры сталей на их абразивную износостойкость..... 63
 Хужакулов Н.Б., Бойхонова М.Ю. Angren qo'ng'ir ko'mirining termik ishlov berish natijasidagi asosiy xususiyatlarining o'zgarishi..... 68
 Хасанов А.С., Усманкулов О.Н., Икрамова М.Э., Хасанов У.А. Способ извлечения платины из растворов аффинажа золота..... 73

Болтаев О.Н., Шаматов С.А., Рахмонов И.О., Яхьяев У.А. Mis tarkibli eritmalardan mis kukunini ajratib olish..... 78

ELEKTROENERGETIKA/ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Атакулов Л.Н., Насритдинов Ш.Н., Хайдаров Ш.Б., Эшбоева З.Н. Factors affecting the bucket lifting mechanism in the excavator working body..... 82
 Атауллаев Н.О., Атауллаева Н.Б., Низомова Д.Ф., Мухаммадов Б.К. Avtonom energiya manbalari sistemasini nazorat qilish uchun o'zgarimas tok o'zgartirgichlariga qo'yilgan asosiy talablar..... 86
 Исунц С.А., Холбоев Г.О., Каршибоев А.И., Хамидов А.А. Анализирование математических уравнений состояния для систем электроснабжения на высоковольтных распределительных устройствах, оснащенных защитой минимального напряжения..... 88
 Амиров С.Ф., Атауллаев А.О., Зокиров Б.Ш., Низов К.К. Interference signals and methods to reduce them in fluid flow measurement ring channel electromagnetic converters..... 91

EKOLOGIYA / ЭКОЛОГИЯ

Воробьев А.Е., Траоре М.А. Практика рекультивации и переработки отходов и хвостохранилищ урановых рудников во Франции..... 96

QONUNCHILIK / ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО

Огай Д.А. Горное дело в Узбекистане. Законодательные аспекты..... 102

AVTOMATLASHTIRISH VA BOSHQARISH / АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Кадиров Ё.Б., Самадов А.Р., Туйбоева Д.У. Моделирование динамических характеристик системы управления микроклимата теплицы..... 108

MA'LUMOT / ИНФОРМАЦИЯ

Холдорова С.Б. Sanoat korxonalarida mehnat samaradorligini oshirishda ijtimoiy-psixologik muhitning ahamiyati..... 112

REKLAMA / РЕКЛАМА

На обложке:
 «Normet international LTD»
 «INTERTECH Process Technology»

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 «UzGEORANGMETLITI».

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

Editorial Board: Belin V.A. (Mining Institute NUST MISIS, Russia), Vorobiev A.G. (Publishing house "Ore and Metals", Russia), Vorobiev A.E. (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), Misliboev 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 "Uzgeorgantmetill", Uzbekistan), Rakhmatov A.B. (Republican specialized scientific and practical medical center for demenoverology 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 227-72-84

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 NMMC 210100, Navoi, st. Yujnaya, 25

Tel.: +99879 227-75-56

CONTENTS

GEOTECHNOLOGY

Mislibaev I.T., Nazarov Z.S., Giyazov O.M., Soliyev B.Z. Investigation of the locking action of the developed stemming as a factor in increasing the efficiency and safety of blasting operations when blasting explosive blast-hole charges.....

GEOLOGY

Orolov A.K., Karabaev M.S., Amirov E.M., Sadirov R.M. Petrographic features of Mayzak intrusive rocks and skarns (Ziyovuddin mountains, Western Uzbekistan)..... 12

MINERAL PROCESSING

Sanakulov K., Sanakulov U.K. On the evaluation of the processing of tailings from the flotation of copper-molybdenum ores of the Kalmakyr mine..... 32

Sanakulov K., Ergashev U.A., Polvanov S.K. Study of the possibility of obtaining silver from waste solutions of sulfuric acid treatment of ion-exchange resin GMZ-2..... 37

Ergashev U.A., Khamidov R.A. Semi-industrial testing of the scheme for the separate processing of the foam product of the biooxidation process..... 40

Petukhov O.F., Ruziev B.T., Kurbanov M.A., Sharafutdinov U.Z. Isolation of cerium from a concentrate of rare earth metals by the method of dissolution-precipitation..... 49

SCIENTIFIC AND LABORATORY RESEARCH

Berdiev D.M., Umarova M.A., Ibodullaev T.N. Establishing the influence of the parameters of the structure of steels on their abrasive wear resistance..... 63

Khasanov A.S., Usmankulov O.N., Ikramova M.E., Khasanov U.A. Method for extracting platinum from gold refining solutions..... 73

ELECTRIC POWER

Atakulov L.N., Nasritdinov Sh.N., Khaidarov Sh.B., Eshboeva Z.N. Factors affecting the bucket lifting mechanism in the excavator working body..... 82

6 Isunts S.A., Holboyev G.O., Karshiboev A.I., Khamidov A.A. Analysis of mathematical equations of state for power supply systems on high-voltage switchgears equipped with undervoltage protection..... 88

Amirov S.F., Ataulaev A.O., Zokirov B.Sh., Niezov K.K. Interference signals and methods to reduce them in fluid flow measure ring channel electromagnetic converters..... 91

ECOLOGY

Vorobiev A.E., Traore M.A. Practice of reclamation and processing of dumps and tailings of uranium mines in France..... 96

СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА



Разиков З.А.,
д.т.н., профессор, горно-металлургический институт Таджикистана, академик Международной инженерной Академии



Мирбобоев Ш.Ж.,
ассистент кафедры ГИНГД, (геология и нефтегазовое дело), горно-металлургический институт Таджикистана

Ushbu ishda Shumoliy Tojikiston konlarining hozirgi holati, neft va gazlarni qazib chiqarish muammolari ko'rsatilgan. O'rtacha suv bosimlarini aniqlash, suv qavatlarini mahsulotli qavatlariga ta'siri aniqlangan, shu bilan birgalikda konlarning neft va gaz dinamikasi o'rganib chiqilgan.

Tayanch iboralar: mahsulotli qavatlar, konlar, geologiya sanoati ma'lumotlari, suv qavatlar, suv bosimlari, neft va gaz qurilmasi, olish darajasi.

В работе приведено текущее состояние и проблемы разработки нефтяных и газовых месторождений Северного Таджикистана. Определены показатели среднесуточной их обводненности, изучено влияние пластовых вод на продуктивный горизонт, также динамика добычи нефти и газа месторождений.

Ключевые слова: продуктивный горизонт, месторождения, геолого-промысловая характеристика, пластовые воды, обводненность, добыча нефти и газа, темп отбора.

Углеводороды считаются одним из основных полезных ископаемых в мире. Являясь стратегически значимым сырьем и важнейшим экономическим показателем многих государств, они часто показывают на благосостояние населения, том числе и Таджикистана.

Республика Таджикистан располагает значительными потенциальными запасами углеводородного сырья и, по плотности неразведанных запасов, занимает одно из ведущих мест среди стран Центральной Азии. Общая площадь перспективных земель Республики составляет 34,6 тыс. км², из которых 5,2 тыс. км² располагаются в Ферганском нефтегазоносном бассейне и 29,4 тыс. км² в Афгано-Таджикском нефтегазоносном бассейне [1].

По прогнозам специалистов, в недрах Таджикистана залегают 113,1 млн. т нефти, 863 млрд. м³ газа и 36 млн. т газового

конденсата. На юго-западе республики сосредоточены 80,8% всех нефтегазовых ресурсов страны, остальные 19,2% приходятся на Северный Таджикистан (Согдийская обл.) [1].

В данной статье, авторы попытались изучить реальное состояние нефтегазового комплекса Согдийской области и возникающие проблемы его развития.

Для достижения этой цели были рассмотрены следующие задачи:

- Разделение нефтяных и газовых месторождений региона по продуктивным горизонтам, уточнение влияния пластовых вод на них;
- Создание динамики добычи нефти и газа на месторождениях Северного Таджикистана с начала разработки;
- Определение показателя среднесуточной обводненности нефтяных и газовых месторождений по области.

В настоящее время добычей нефти и газа в Согдийской области занимается одно нефтегазодобывающее предприятие СОО "Петролеум Сугд".

Добыча ведется с 10-ти месторождений: Рават, Айритан, Канибадам, Северный Канибадам, Сель-Рохо, Ниязбек-Северный Карачикум, Маданият, Оби-Шифо, Махрам, Северный Каратау (рис. 1).

В настоящее время многие нефтяные и газовые месторождения Согдийской области, такие как Айритан, Канибадам, Северный Канибадам и Рават находятся на завершающей стадии разработки и характеризуются интенсивным обводнением продуктивных пластов. Обводнение этих месторождений является одной из серьезных проблем добычи углеводородов в области.

В целом, по месторождениям Северного Таджикистана, показатель средней обводненности скважин составляет 82,3%. По этой причине план годовой добычи нефти за 2020 г. выполнен всего на 94,1%. Месторождения в основном работают на естественных режимах, только на двух из них осуществляется закачка воды для поддержания пластовой энергии.

Извлекаемые запасы составляют 65,4% от планируемых запасов нефти. Многопластовое газонефтяное месторождение [2] Рават введено в разработку в 1962 г. II-м пластом, нефтяные запасы разведаны в II, IV, V, VII, пластах палеогена на глубине 3500 м. Залежи IV пласта не разрабатываются в связи с истощением энергии пласта.



Рис. 1. Нефтегазовые месторождения Северного Таджикистана

Разработка II-го пласта производится скважинами №№ 9, 31, 49 механизированным способом. При добыче продукции, скважины дают до 25% нефти, обводненность составляет – 78%.

Разработка V пласта производится скважинами №№ 37, 51, 52, 55 механизированным способом с поддержанием пластового давления путем закачки воды в пласт.

Со скважины № 40 Рават произведена пробная откачка жидкости V – пласта, с среднесуточной обводненностью – 85-90%. Нефтяные залежи VII-пласта эксплуатировались скважинами №№ 34, 53, 54, 45. механизированным способом с поддержанием пластового давления в пласт через скважину № 33. Обводненность скважин доходила до 85%.

В эксплуатационном фонде месторождения числится всего 15 скважин, из них действующих 13 и две бездействующих скважины № 50, 28. Влияние пластовых вод на продуктивный пласт месторождения Рават составляет 83,12%. По остальным месторождениям Северного Таджикистана эти показатели приведены в табл. 1.

При исследовании проблем разработки нефтяных и газовых месторождений были использованы показатели годовой добычи и состояние обводненности скважин на период с 1980 до 2020 гг., в последующем эти показатели резко ухудшились. Диапазон эксплуатации месторождений в зависимости от характеристик продуктивных пластов, обычно разделяется на 4 периода. Первый период – низководный период, длительностью 5 лет; второй – средневодный период, охватывающий 10 лет; третий – водный период, длительностью 10 лет; четвертый – высоководный период, длительностью 10 лет.

На рис. 3 приведена динамика добычи нефти и газа на месторождениях Северного Таджикистана в условных единицах. Анализ показал, несмотря на уменьшение добычи продукции в последние и предпоследние периоды, обводненность призабойной зоны скважин резко увеличивается, то есть первый период эксплуатации является самым продуктивным, второй – низкопродуктивный, а третий и четвертый – заключительные периоды, когда возникает вопрос о рентабельности добычи.

От организации грамотной и научной разработки месторождений в первом и втором этапе, в дальнейшем зависят длительность и эффективность работы третьего и четвертого периодов.

Цель разработчиков газонефтяных месторождений, в первую очередь, должна заключаться в том, чтобы по возможности продлевать длительность первого и второго, то есть высокопродуктивных периодов разработки месторождений. Для этого необходимо, чтобы начиная с начала разработки месторождений проводить научную политику: провести максимальный сбор информации по всем показателям разработки, исследовательских данных и, что немаловажно, полный комплекс показателей по каждой скважине.

В связи с вышеизложенным, авторы предлагают: для получения достоверных данных продвижения пластовых вод по месторождениям нефти и газа Ферганского бассейна, целесообразно провести повторное исследование по всем скважинам, в том числе по скважинам исследования которых были проведены 5-10 лет тому назад. Нефтегазоносные палеогеновые породы Ферганского бассейна – тот объект, на котором можно с максимальной детальностью, достоверностью и объективностью анализировать и оценить выполненные работы по методам разработки месторождений, ставить и решать новые задачи дальнейшего исследования.

Таблица 1

Влияния пластовых вод на продуктивный горизонт

№	Месторождение	Продуктивный пласт	Тип углеводородов	Влияние пластовых вод, %
1.	Ниязбек Сев. Каракичум	II, IIa, IV, V, IVa, VI	Н	4
		VII	Г	
		IX, XIV, XV	ГК	
2.	Махрам	II, O, V, VIII, IX	Н	50,6
3.	Канибадам	II, V, VII	НГ	77,14
		IX, IXa	ГК	
4.	Сев. Канибадам	V, VII	Н	93
		II	НГ	
		IX, IXa	Г	
5.	Рават	II, IV, VI, IX	Н	83,12
		V	Г	
6.	Айритан	II, IV	Н	94,5
		V, VII	Г	
		IX, IXa	ГК	
7.	Сельрохо	V, VI, VII	Н	35,8
8.	Сев. Каратау	II, IV, VI	Н	60
9.	Оби-шифо	II, IV, V, VI	Н	51,21



Рис. 2. Показатели среднесуточной обводненности месторождений Северного Таджикистана

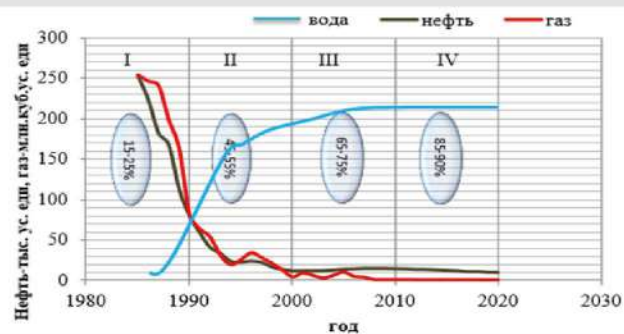


Рис. 3. Динамика добычи нефти и газа на месторождениях Северного Таджикистана в период с 1985 по 2020 гг.

По полученным новым данным на нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождениях Северного Таджикистана появится возможность рассмотрения вопросов повышения нефтеотдачи пластов.

Библиографический список:

1. Кнепель М.Н., Высоцкий В.И. и др. Современное состояние и тенденции развития нефтегазового комплекса Туркменистана и других центрально-азиатских стран Ближнего Зарубежья. Москва, 2010 г.
2. Аллджанов Г.А., Гафуров Б.М., Далиев И. Д. и др. Технологическая схема разработки месторождения Рават с применением заводнения (Отчет). – Ташкент, 1979 – 71 с.
3. Мирзобоев Ш. Ж. Разъков З. А., Сохошко С. К. Анализ обводнения залежи нефтегазоконденсатного месторождения Бештентяк. // Горный вестник Узбекистана, 2020 г. – С. 4-6.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАПИРАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ РАЗРАБОТАННОЙ ЗАБОЙКИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ВЕДЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ВЗРЫВАНИИ ШПУРОВЫХ ЗАРЯДОВ ВВ



Мислибаев И.Т.,
декан горного факультета
НГГИ д.т.н., профессор



Назаров З.С.,
доцент кафедры
«Горное дело» НГГИ, к.т.н.



Гиязов О.М.,
ст. преподаватель
кафедры, «Горное дело» НГГИ



Солиев Б.З.,
ст. преподаватель
кафедры, «Горное дело»

Quduqlar va quduqlarni to'xtatishning samaradorligi va zarurligini, portlovchi moddalarning portlovchi teshikli zaryadini portlatish paytida atrofda tosh massasi bilan o'zaro ta'sir mexanizmini aks ettiruvchi adabiy manbalarni ko'rib chiqish, shuningdek, ba'zi materiallardan, masalan, polipropilen, polimerlar va boshqalar. Texnik natija - yer osti konlarini haydash samaradorligini oshirish va quduq va quduqlardan foydalanish koeffitsientini oshirish imkoniyati.

Tayanch iboralar: shpur va skvajinalarning quyilishi, portlovchi moddalar, portlash energiyasi, tosh massasi, quduqlardan foydalanish tezligi, xanjar, tutqich.

Приведён обзор литературных источников, отражающий эффективность и необходимость применения забойки шпуров и скважин, механизм взаимодействия забойки с окружающим горным массивом при взрывании шпурового заряда взрывчатых веществ, а также приведена разработанная конструкция запирающей забойки из определённых материалов, таких как полипропилен, полимеры и т.д. Техническим результатом является возможность повышения эффективности проходки подземных горных выработок и увеличение коэффициента использования шпура (КИШ) и скважин.

Ключевые слова: забойка шпуров и скважин, взрывчатые вещества, энергия взрыва, горный массив, коэффициент использования шпуров, клин, фиксатор.

Основную массу горных выработок на угольных и рудных шахтах в настоящее время проходят буровзрывным способом, поэтому вопросы повышения эффективности взрывных работ приобретают первостепенное значение. Особое внимание должно быть уделено повышению эффективности взрыва при ведении взрывных работ методом шпуровых зарядов, который, в сущности, является единственным в практике горнопроходческих работ.

В «Единых правилах безопасности при взрывных работах» [1] сказано, что для увеличения эффективности действия взрыва и повышения безопасности взрывных работ необходима качественная забойка шпуровых зарядов. В проведенных ранее исследованиях [2], при изучении механизма разрушения горной массы в зоне шпура, заполненной забойкой. Современный уровень конструктивных материалов позволяет рационально распределять энергию взрыва по всей длине шпура и открывает новые направления по совершенствованию вида забойки.

Одним из факторов, определяющим условия и эффективность взрыва шпуровых зарядов ВВ, является внутренняя забойка шпуров. Ее величина и качество в значительной степени определяют коэффициент использования шпуров (КИШ), равномерность дробления массива, а также количество поступающих в рудничную атмосферу при взрыве пыли и ядовитых газов.

Все исследования вопросов взрывного дела как аналитические, так и экспериментальные должны базироваться на физике разрушения горного массива энергией взрыва. Без глубокого понимания и учета особенностей процессов, происходящих в разрушаемой с помощью ВВ среде, невозможно правильное проектирование работ и, следовательно, получение должного эффекта от их проведения. Поэтому роль забойки в процессе взрывного разрушения горных пород следует рассматривать в тесной взаимосвязи с самим механизмом взрыва и в первую очередь с воздействием на разрушаемый массив статического давления продуктов детонации и ударной волны.

Современные представления о распределении энергии взрыва разнообразны и противоречивы. Одни исследователи полагают, что основным фактором, определяющим эффективность взрыва, является поршневое давление продуктов детонации (расширение продуктов детонации можно представить как действие сферического, расширяющегося поршня), другие считают, что разрушение массива при взрыве происходит главным образом за счет действия прямой и отраженной ударных волн.

Г.П. Демидюк в работе [3] отмечает, что при наличии забойки продукты взрыва могут быстро вырваться в атмосферу и, раздвигая материал стенок зарядной полости, спрессовывая его, сами многократно отражаются от этих стенок, в результате давление распространяется во все стороны. Так начинается процесс разрушения среды, окружающей заряд ВВ; продолжительности этого процесса во много раз превышает время детонации заряда.

И.В. Карасик полагает, что для достижения высокой эффективности забойки материал последней должен обладать максимально возможной адгезионной прочностью. Идеально с этой точки зрения была бы внутренняя забойка, материал которой имеет адгезионную прочность, равную прочности породы в ненарушенном массиве. При этом он утверждает, что инерция покоя массы забойки практически ощутимого влияния на качество взрыва оказать не может, поскольку «так называемая инерция покоя массы забойки - сопротивление ее динамической нагрузке, всего в два раза больше сопротивления забойки статической нагрузке» [4].

В работе некоторых авторов [5] отмечается, что учитывать только массу забойки и вовсе не учитывать силы трения и внутреннего сцепления материала неправильно. Известно, что чрезмерное увлажнение песчано-глинистой забойки приводит к резкому ухудшению взрыва, хотя масса забойки при этом не уменьшается.

В.Е. Александров, Н.Р. Шевцов, Б.И. Ванштейн в работе [6] механизм взаимодействия забойки с продуктами детонации представляют

следующим образом: «с момента начала детонации заряда ВВ газообразные продукты детонации, воздействуя на торец забойки, стремятся сдвинуть ее. Сопротивление выталкивающему действию продуктов детонации оказывают: инерция покоя, масса забойки, силы внутреннего трения и сцепления частиц забоечного материала. Но сразу же после уплотнения последнего происходит сдвиг забойки и ее перемещению препятствуют только масса и сила внутреннего трения. Влияние сил внутреннего сцепления между частицами забоечного материала в общем сопротивлении, оказываемом забойкой продуктами детонации, по сравнению с силами трения и инерцией покоя массы забойки, ничтожно мало. На долю сил трения приходится более 90% общего сопротивления, оказываемого забойкой продуктами детонации.

Значительный интерес представляют экспериментальные исследования процесса взрывного разрушения пород, выполненные И. Котом [7]. С помощью скоростной киносъемки он установил, что при взрыве время начала отрыва и сдвижения пород после инициирования зарядов в 30-40 раз превышает время прохождения прямой и отраженных ударных волн. Основываясь на своих исследованиях, И. Кота рассматривает значение забойки с точки зрения разрушения массива вспучивающим действием взрыва, при котором высокое давление продуктов детонации в шпурах и в естественной сети трещин должно поддерживаться в течение сравнительно большого промежутка времени

Г. Йонсон и В. Хофмайстер [8], исследуя влияние забойки на результаты взрыва зарядов в шпурах диаметром 36 мм, в качестве критерия оценки эффективности взрыва приняли предельную линию наименьшего сопротивления (л.н.с.), т.е. такую, при которой взрыв заряда еще производит отбойку породы. Опытные взрывы, проводимые в чистой одно породной каменной соли на шахте «Мариаглюк» (Германия), показали, что предельная л.н.с. при использовании забойки выше, чем в случае взрывания зарядов без забойки.

Несомненно, в шпуровых и скважинных зарядах степень замкнутости которых несравненно выше, чем у наружных, забойка будет оказывать меньшее влияние на полноту детонации, но все же, особенно при прямом инициировании, она будет предотвращать потери энергии, необходимой для самоподдержания процесса детонации.

Забойка увеличивает эффективную длину ударной волны и начальное давление газов взрыва. В соответствии с теорией разрушения пород отраженной волной л.н.с., преодолеваемая взрывом заряда ВВ, пропорциональная эффективности длине волны. По Кумао Хино [9], забойка должна обеспечить сохранение высокого давления в зарядной полости в течение промежутка времени, достаточного для завершения откола образования во всей области от свободной поверхности до зарядной полости.

Забойка увеличивает длительность поршневого воздействия продуктов детонации на стенки зарядной полости и первичных трещин, образовавшихся на границе с зарядной полостью в процессе возникновения и прохождения ударной волны взрыва. Согласно исследованиям А.Ф. Беляева и М.А. Садовского [10], при одинаковой величине импульса взрыва объем общих форм работы взрыва тем больше, чем больше длительность импульса, т.е. чем дольше воздействует давление газов взрыва на стенки зарядной полости. Эффективность применения ВВ типа игданита непосредственно связана с увеличенной шириной зоны химической реакции у таких ВВ, следствием которой является сниженное начальное давление, но более медленный спад давления; роль забойки для таких ВВ особенно значительна.

А.Н. Ханукаев в работе [11] отмечает, что забойка обеспечивает более длительное и более интенсивное воздействие газов на стенки зарядной камеры. Это в свою очередь приводит к образованию волны, обладающей значительно большей длиной, большими напряжениями и запасом энергии. Таким образом, в случае применения забойки, напряжения на фронте волны больше, это обусловлено более интенсивным воздействием газов на стенки зарядной камеры благодаря сопротивлению, оказываемому забойкой выходу газов из скважины.

Многолетними исследованиями установлено, что при тех высоких скоростях с которыми протекает явление взрыва, забойка оказывает значительное сопротивление и удерживает продукты детонации ВВ внутри скважины на время, достаточное для совершения полезной работы по разрушению горной породы, этим самым обеспечивая относительную безопасность. Проведение большого числа опытов позволило установить, что если внутренняя забойка не обеспечивает задержки продуктов детонации внутри газовой камеры на время, превышающее 3 мс, она уже не предотвращает снижения КИШ и выброса пыли и продуктов детонации [12].

В целом же, время выбрасывания забойки может быть однозначным критерием только для вполне конкретного ее вида. Поскольку забойка препятствует расширению газов взрыва, увеличивает время нахождения их в замкнутой полости, остаточная энергия продуктов детонации и их температура при прорыве газов в призабойное пространство существенно снижает КИШ с воздухом.

Отсутствие забойки, особенно при заполнении шпуров и скважин ВВ на всю их глубину до устья, сопровождается выносом пылеватых частиц из зоны раздавливания и кусков породы из устья зарядной полости. При неудовлетворительном взрыве комплекта шпуровых зарядов неиспользованная энергия взрыва вздымает большое количество пыли, забойка же уменьшает запыленность подземных выработок, причем запыленность уменьшается повышением качества забойки. При песчаной забойке ее сопротивляемость увеличивается с понижением влажности, как следствие, количество пыли уменьшается [1]. Пневматическое введение забойки из неочищенной соли на руднике им. Готвальда в ЧССР снизило запыленность на 52,2% [12].

Обеспечение забойкой завершения вторичных реакций уменьшает количество ядовитых газов в продуктах детонации. По данным венгерского ученого И. Коты, в угольном забое сечением 10 м² в результате повышения качества забойки путем замены глины мелким щебнем, при прочих равных условиях, содержание окислов азота в призабойном пространстве снизилось в 8, а окиси углерода – в 13,8 раза. На руднике им. Готвальда в Чехии переход на пневматическое вдувание в шпур на длину 30-40 см забойки из неочищенной каменной соли помимо повышения эффективности отбойки снизил на 52,8% содержание окиси углерода и на 23,7% – окислов азота [12].

Многочисленными исследованиями, подтвержденными многолетней практикой, установлено, что тщательно выполненная забойка является одним из средств, повышения эффективности БВР.

Забойка под поршневым действием газообразных продуктов взрыва вылетает из шпура в виде облака, состоящего из раздробленных мелких частиц и охладившихся до безопасной температуры продуктов взрыва. С целью повышения сопротивляемости забойки, энергии взрыва и времени задержки забойки в шпуре нами разработана конструкция запирающей забойки на основе материала, полипропилен или полимеры.

Разработанная забойка может быть использована при проходке подземных горных выработок для разрушения горных пород различной крепости. При ведении буровзрывных работ шпуровыми или скважинными зарядами взрывчатых веществ способ зарядания включает закладку заряда взрывчатого вещества и детонирующих средств в шпур или скважину, затем досылку забойником запирающей забойки, соединенного узла клин-фиксатора и фиксацию его резким толчком в шпуре (рис. 1).

Расположение устройства клин-фиксатор в шпуре осуществляют фиксатором к взрывчатому веществу и клином к устью шпура. Клин-фиксатор выполняют из пластика. Клин-фиксатор включает фиксатор с раздвижными цилиндрическими щеками и взаимодействующий с ними клином, выполненный с цилиндрическим основанием. На наружной поверхности цилиндрических щек формируют канавки для электропроводов или средства неэлектрического инициирования СНИВ (в зависимости от способа взрывания). На клине выполняют ребра для фиксации и разборки конструкции, а на фиксаторе выполняют зубчатые выступы, посредством которых осуществляют предварительную фиксацию клина с фиксатором.

Ребра клина располагают продольно на поперечных полках клина с внешней стороны и на баку клина, а зубчатые выступы фиксатора

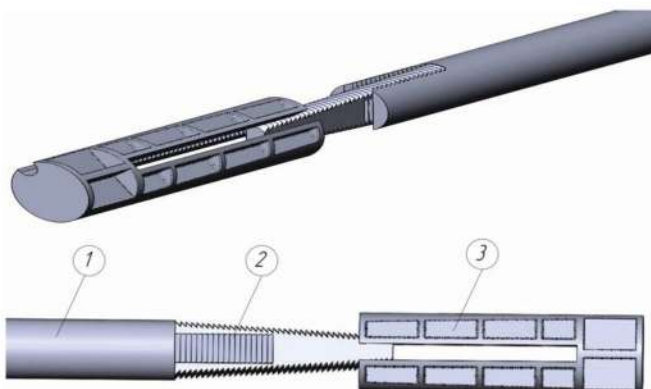


Рис. 1. Схемы фиксации разработанной конструкции запирающей забойки

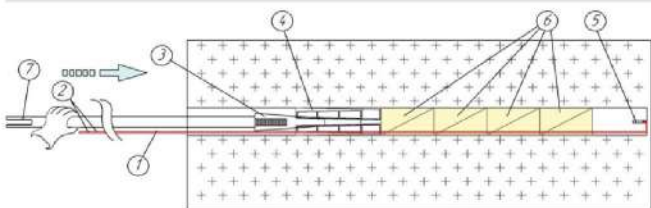


Рис. 2. Формирование шпурового заряда с запирающей забойкой

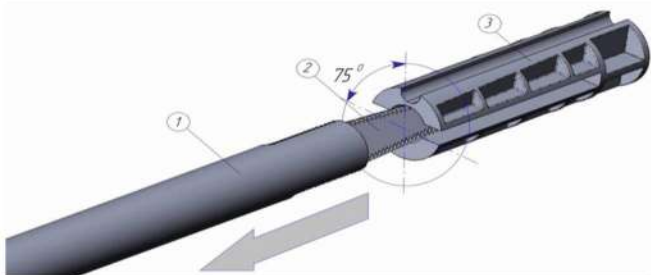


Рис. 3. Схема снятия забойки при экстренных случаях

выполняют на раздвижных щеках внутренней части фиксатора. Запирающая забойка обеспечивает сопротивление энергии взрыва общей конструкции клин-фиксатора в шпуре.

Техническим результатом является возможность повышения эффективности проходки подземных горных выработок и увеличение коэффициента использования шпура и скважин (КИШ) шпура.

Забойка реализуется путем использования изделия клин-фиксатора. При его разработке был принят во внимание опыт работы с различными типами забоек, запирающих устройств шпура и скважины. Особенности преимущества изделия клин-фиксатор в применении изделия для фиксации в шпуре патронированных, гранулированных и эмульсионных взрывчатых веществ в шпуре или скважине. Формирование шпурового заряда с запирающей забойкой представлено на рис. 2.

Для обеспечения безопасности и качества взрывных работ появляется необходимость демонтажа при отказах или же повреждении коммутационной взрывной сети в процессе формирования конструкции шпурового (скважинного) заряда ВВ.

На рис. 3. представлена схема демонтажа запирающей забойки, для демонтажа разработанным специальным забойником (1) имеющий паз (2) шириной соответствующий ширине клина (3) производится захват выступающей части клина и с разворотом забойника с клином на 75-900 градусов производится извлечение клина из фиксатора и разработанной забойки из шпура.

Преимущество применения изделия клин-фиксатор: широкий температурный диапазон применения от +40 до -30С°; полная независимость от такого фактора как влажность, наличие воды; быстрая фиксация в шпуре, 5-10 сек; малый вес – 75 гр. (±2%); низкая себестоимость благодаря использованию полимерных материалов.

На основании выше приведенных исследований можно сделать основные выводы:

1. Роль забойки в процессе взрывного разрушения горных пород следует рассматривать в тесной взаимосвязи с сами механизмом взрыва и в первую очередь, с воздействием на разрушаемый массив статического давления продуктов детонации и ударной волны. При этом необходимо учитывать и характер разрушаемых пород.

2. Многолетняя практика ведения взрывных работ и специальные исследования показали что внутренняя забойка шпуров оказывает существенное влияние даже на такие важные характеристики ВВ, как работоспособность и бризантность.

3. Проведенный анализ показывает, что коэффициент использования шпура (КИШ) является одним из основных критериев качества взрыва. В рассматриваемых условиях КИШ в среднем достигает 0,89-0,90.

4. Рекомендуется необходимость проведения научно-исследовательских работ по изысканию новых научно-обоснованных путей совершенствования БВР при проходке подземных горных выработок в целом.

5. Одним из путей совершенствования БВР является разработка принципиально новых конструкций забоек шпуровых зарядов для применения в подземных горных выработках, позволяющие повысить коэффициент использования шпуров (КИШ), шаг продвижения забоя за взрыв и увеличить объем взорванной массы за один цикл.

Библиографический список

1. Единые правила безопасности при взрывных работах (ПБ13-407-03). – М.: Промышленная безопасность, 2001. – 227 с.
2. Стигачев, В.И., Ф.М. Галаджий Ф.М. Применение различных видов гидрозабойки. Вопросы безопасности в угольных шахтах. – М.: Недра, 1968. – 264 с.
3. Демидюк Г.П. О повышении степени полезного использования энергии взрыва. В кн. Взрывное дело, №60/17. – Н.: Недра, 1966, – 237 с.
4. Карасик И.Б. Эффект забойки при взрыве заряда ВВ. Горный журнал, 1947, № 10.
5. Ассонин В.А., Демчук П.А., Кузнецов Д.С. Определение оптимальной длины песчаноолигиной забойки шпуров. В кн. Взрывное дело, № 55/12. – М.: Недра, 1964.
6. Александров В.Е., Шевцов Н.Р., Ванштейн Б.И. Безопасность взрывных работ в угольных шахтах. – М.: Недра, 1986. – С. 45-117.
7. Демидюк Г.П. Современные теоретические представления о действии взрыва в среде. Труды IV научно-технического совещания по буровзрывным работам. – М.: Госгортехнадзор, 1962.
8. Йонсон Г., Хофмайстер В. Влияние забойки на результаты взрыва зарядов в шпурах диаметром 36 мм. Сборник докладов, прочитанных на научном VI симпозиуме в феврале 1961 г. в г. Ролла (США) по бурению, взрывчатым веществам, взрывным работам и исследованию физико-механических свойств горных пород. Госгортехиздат, 1962.
9. Фадеев А.Б. Расчет скважинных зарядов с позиции волновой теории взрыва. Взрывное дело № 55/12. – М.: Недра, 1964.
10. Беляев А.Ф., Садовский М.А. О природе фугасного и бризантного действия взрыва. Физика взрыва № 1. – М. АН СССР, 1952.
11. Ханукаев А.Н. Экспериментальные исследования параметров волн напряжений в твердых горных породах. Фонд ЛГТИ. Отчет по НИСу, 1960.
12. Шевцов Н.Р. Условия эффективного подавления взрыва метано-воздушной смеси в шахте. Безопасность труда в промышленности. 1978, № 5. – С. 28-29.

INVESTIGATION OF THE LOCKING ACTION OF THE DEVELOPED STEMMING AS A FACTOR OF INCREASING THE EFFICIENCY AND SAFETY OF BLASTING EXPLOSIVES DURING EXPLOSION OF SCREW CHARGES

¹Mislibaev I.T., Dean, Doctor of Technical Sciences, Prof.

¹Nazarov Z.S., Associate professor, Candidate of Technical Sciences.

¹Giyazov O.M., Senior lecturer.

¹Soliyev B.Z., Senior lecturer.

¹Navoi State Mining Institute, Uzbekistan.

A literature review is presented, reflecting the effectiveness and necessity of stemming of boreholes and wells, the mechanism of interaction of stemming with the surrounding rock mass when blasting a blast-hole charge of explosives, and also the developed design of a locking stem made of materials such as polypropylene, polymers and etc. is given. The technical result is the possibility of increasing the efficiency of driving underground mine workings and increasing the borehole utilisation coefficient (BUC) and wells.

Key words: stemming of boreholes and wells, explosives, explosion energy, rock mass, BUC, wedge, retainer.

References:

1. Uniform safety rules for blasting operations (PB13-407-03). – M.: Industrial safety, 2001. – 227 p.
2. Stikachev, V.I., F.M. Galadzhij F.M. The use of various types of hydraulic chutes. Safety issues in coal mines. – M.: Nedra, 1968. – 264 p.
3. Demidyuk G.P. On increasing the degree of useful use of the energy of the explosion. In the book. Explosives, №60/17. – M.: Nedra, 1966. – 237 p.
4. Karasik I.B. Damming effect in the explosion of an explosive charge. Mining magazine, 1947, № 10.
5. Assonov V.A., Demchuk P.A., Kuznetsov D.S. Determination of the optimal length of sand and clay stemming of boreholes. In the book. Explosive de-lo, No. 55/12. – M.: Nedra, 1964.
6. Alexandrov V.E., Shevtsov N.R., Vanshtein B.I. Blasting safety in coal mines. – M.: Nedra, 1986, 45-117 pp.
7. Demidyuk G.P. Modern theoretical concepts of the action of an explosion in a medium. Proceedings of the IV scientific and technical meeting on drilling and blasting operations. – M.: Gosgortekhnadzor, 1962.
8. Ionson G., Hofmeister V. Influence of stemming on the results of explosion of charges in boreholes with a diameter of 36 mm. Collection of reports read at the VI scientific symposium in February 1961 in Rolla (USA) on drilling, explosives, blasting operations and the study of the physical and mechanical properties of rocks. Gosgortekhnadzor, 1962.
9. Fadeev A.B. Calculation of borehole charges from the standpoint of the wave theory of explosion. Explosive case No. 55/12. – M.: Nedra, 1964.
10. Belyaev A.F., Sadovsky M.A. On the nature of the high-explosive and blasting action of the explosion. Explosion physics # 1. – M.: Academy of Sciences of the USSR, 1952.
11. Hanukaev A.N. Experimental studies of the parameters of stress waves in solid rocks. LGI Foundation. NIS Report, 1960.
12. Shevtsov N.R. Conditions for effective suppression of an explosion of a methane-air mixture in a mine. Labor safety in industry. 1978, №5. 28-29 pp.

ЕВРАЗИЙСКИЙ ГОРНЫЙ КОНГРЕСС

Навоийский государственный горный институт приглашает Вас на «ЕВРАЗИЙСКИЙ ГОРНЫЙ КОНГРЕСС» (ЕГК-2021), проводимый по инициативе Евразийской Академии Горных Наук (ЕАГН).
Горный конгресс состоится 11-12 ноября 2021 года в городе Навои, Узбекистан.
Приём материалов осуществляется до 10 октября.

Секретариат национального оргкомитета ЕГК-2021
г. Навои, Республика Узбекистан
Сайт: <https://emc.ndki.uz>
Эл. почта: eurasia.mine@gmail.com
Контакты: +998 (79) 223-5544

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АУМИНЗАТАУ-БЕЛЬТАУСКОГО РУДНОГО РАЙОНА И ПРОЯВЛЕНИЙ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ



Жанибеков Б.О.,
зам. декана
геологоразведочного факультета,
ТашГУ, PhD, доцент



Турапов М.К.,
нач. лаборатории
ГУ «Институт минеральных
ресурсов» д.г.-м.н., профессор



Уматов Н.Ф.,
инженер-геолог
ГУ «Институт минеральных
ресурсов» Госкомгеологии РУз



Туляганова Н.Ш.,
заведующая кафедрой
геологоразведочного
факультета, ТашГУ, доцент

Auminzotau-Beltau rudali mintaqasi turli xil foydali qazilmalar bilan ajralib turadi. Ayniqsa, oltin minerallashuvi uchun Yu.S. Savchuk tomonidan taklif etilgan Markaziy Qizilqumning chuqur tuzilish modeli qiziqish uyg'otadi. Ushbu tuzilmalar keyinchalik A.V. Korolev va P.A. Shehtman tomonidan tasniflangan. Mintaqaning endogen gidrotermal, gidrotermal skarn konlarida, ayniqsa oltin rudalari, oltin-kumush, volframlar uchun ma'dan qazib olish holatini oldi. Shu munosabat bilan yangi oltin konlarini aniqlash uchun hududni har tomonlama o'rganish G'arbiy O'zbekistonning mineral-xom ashyo bazasini mustahkamlashda muhim ahamiyatga ega.

Tayanch iboralar: oltin, minerallashuv, geofizik model, istiqbolli maydon, rudali maydon, geofizikaviy tadqiqotlar.

Auminzotau-Beltauskiy rudniy rayon xarakterizuyetza bolshim raznoobraziem poleznykh iskopaemykh. V osobennosti dlya zolotogo orudeniya, predstavlyat interes model' glubinnogo stroeniya Tsentralnykh Kyzylkumov, predlozhenная Ю.С.Савчуком. Эти структуры в последствии по классификации А.В. Королева и П.А. Шехтмана (1965) приобрели статус рудовыводящих для эндогенных гидротермальных, гидротермально-скарновых месторождений региона в особенности для золоторудных, золото-серебряных, вольфрамовых. В связи с этим комплексное изучение территории на выявление новых месторождений золота имеет первостепенное значение для укрепления минерально-сырьевой базы Западного Узбекистана.

Ключевые слова: золото, оруденение, геофизическая модель, перспективная площадь, рудный район, рудное поле, геофизические исследования.

В Центральных Кызылкумах в различные годы в широком диапазоне были проведены как на региональном, так и на локальном уровне, геофизические исследования (И.А. Фузайлов, Ю.С. Савчук, С.О. Борисов, О. Мордвинцев, А.А. Хорсов, Б. Черновский и многие др.), направленные на изучение глубинного геологического строения и на оценку перспективности региона на золото, благородные металлы и редкоземельное оруденение. Исходя из поставленной перед исследователями геологической задачи, моделировались геофизические поля на различных уровнях. В этом аспекте наибольший интерес представляет петрофизическая модель О. Мордвинцева, который при составлении глубинной модели Центральных Кызылкумов (геоблок), помимо геофизических данных, привлек результаты петрофизических исследований. Основу модели составляли отдельные профили, которые отражают петрофизические особенности геологических образований и взаимосвязь с геофизическими особенностями данного участка земной коры. Были установлены локальные изменения петрофизических свойств пород, как по глубине, так и латерали. При этом выявленные аномальные изменения петрофизических параметров пород соответствуют площадям, где проявлена золото-рудная минерализация.

Представляет интерес геофизическая модель глубинного строения Центральных Кызылкумов, предложенная Ю.С. Савчуком. По его представлению, на глубине 8-15 км существует ряд гранитоидных массивов. Как показывают результаты дальнейших геофизических исследований, эти магматические тела имеют «столбообразную» морфологию и их внедрение контролировалось глубинными разрывными нарушениями. Эти структуры в последствии по классификации А.В. Королева и П.А. Шехтмана приобрели статус рудовыводящих для эндогенных гидротермальных, гидротермально-скарновых месторождений региона, в особенности для золоторудных, золото-серебряных, вольфрамовых [1].

В целях определения перспектив региона с выделением перспективных площадей, в последние годы успешно применяется метод статистической металлогении разработанной в институте геологии и геофизики Госкомгеологии РУз Ф.А. Усмановым. При этом, широко

используются геофизические материалы по гравиметрии и магнито-разведке. В этом случае успех статистически-металлогенических исследований зависит от выбора значения гравитоманнитного поля, характеризующего позицию исследуемого рудного района, рудного поля и отдельно взятого месторождения в геофизических аномалиях, так как исходные данные гравимагнитной разведки содержат геологическую и структурно-тектоническую информацию как регионального, так и локального уровней. В этой связи при выделении гравимагнитных аномалий, соответствующих рудным объектам, исходные данные обрабатывают с помощью сглаживающих фильтров с целью исключения влияния на геофизические данные локального уровня геофизической аномалии регионального характера [3]. В настоящее время по результатам комплексной обработки геолого-геофизических данных на территории Центральных Кызылкумов, Нуратинского и Чаткало-Кураминских регионов выделен ряд перспективных участков, которые частично совпадают с перспективными участками, выделенными традиционными геологическими, геохимическими и аэрокосмогеологическими методами исследований [2].

Геофизическая позиция рассматриваемого Ауминзатау-Бельтауского рудного района в региональных геофизических аномалиях определяется приуроченностью к отрицательным гравиметрическим полям. При этом наиболее высокое отрицательное значение гравитационных аномалий характерно для восточной части Ауминзатау; в Бельтау – для его юго-западной части. В центральной части Ауминзатау преобладают минимальные значения как отрицательных, так и положительных значений гравитационных аномалий. Такая же картина характерна для северной и восточной части Бельтау (рис. 1).

С зонами отрицательных гравитационных аномалий пространственно связаны глубинные магматические (гранитоидные) образования. По переходной зоне (зона проявлений минимальных положительных и отрицательных величин гравитационных аномалий) трассируются сквозные трассирующие рудоконтролирующие разрывы. Такое взаимоотношение геофизических аномалий с магматическими образованиями характерно не только для Ауминзатау-Бельтауского района, но и для всей территории Центральных Кызылкумов [4].

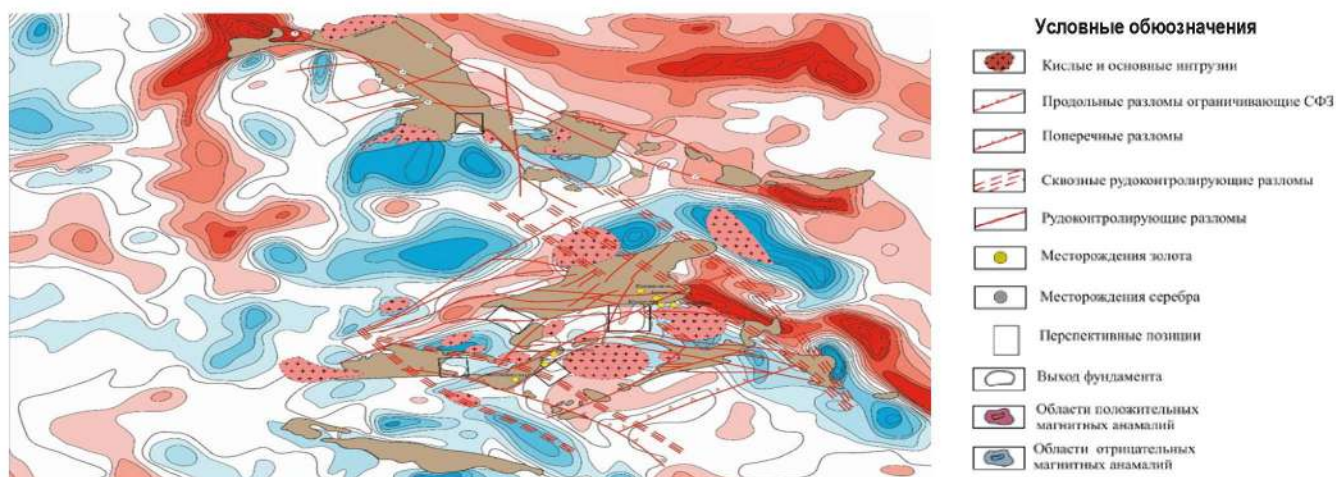


Рис. 1. Схема локальных аномалий сил тяжести и рудоконтролирующих факторов Центральных Кызылкумов с элементами прогноза (Б.А. Черновский, И.А. Фузайлов. 1979 г.). Масштаб 1:500 000

При переходе от регионального уровня геофизических аномалий к локальному, позиция Ауминзатау и Бельтау в геофизических полях не меняется, и определяется полями отрицательных величин гравитационных аномалий, занимающих 75-80% площади Бельтау и Джетымтау. Около 20% площади характеризуется положительными величинами гравитационных аномалий.

Геофизическая модель Джетымтау характеризуется следующими особенностями: на северо-западе господствуют положительные величины гравитационных аномалий, протягивающиеся в форме полосы в северо-восточном направлении. Положительные гравитационные аномалии в форме овала отмечаются на юго-западе Джетымтау. В Джетымтау и прилегающих к нему закрытых территориях характерно проявление отрицательных величин магнитных аномалий в линзовидной форме. С одной такой аномалией линзовидной формы на северо-востоке Джетымтау пространственно связана скрытая гранитоидная интрузия [5].

Сопоставительный анализ геофизических данных с тектоникой палеозойского фундамента (М.Т. Хон, А.Д. Швецов, Ю.С. Савчук, Р.Х. Миркамалов и др.) показал, что по границе между отрицательными и положительными величинами гравитационных аномалий на северо-западе Джетымтау проходит в северо-восточном направлении под чехлом мезозой-кайнозойских образований скрытая разрывная структура.

Геофизическая модель Бельтау имеет следующие особенности: на юге наблюдается взаимоотношение отрицательных величин гравитационных аномалий, протягивающихся полосой северо-западного направления с отрицательными величинами положительных магнитных аномалий. Одна из них проявлена на юге на закрытой территории, а вторая – на севере от полосы отрицательных величин гравитационных аномалий. Далее, на севере господствующее положение занимает «нейтральная зона», которая протягивается от Ялгызтау до Даугызтау. В северо-западной части между Бельтауским и Центральным-Карасайскими проявлениями золота произошло обратное явление – понижение величин гравиметрических аномалий. С этой зоной пространственно совмещается южная граница гранитоидного массива, залегающего на глубине.

Цепочка линзовидных положительных гравитационных аномалий, расположенных в закрытой территории между Джетымтау и Бельтау, фиксирует глубинную структуру, протягивающуюся в северо-восточном направлении. Крупная вытянутая в северо-северо-западном направлении положительная аномалия линзообразной формы также фиксирует скрытую разрывную структуру палеозойского фундамента. Таким образом, геофизическая модель изученной территории позволяет фиксировать крупные разрывные структуры фундамента, которые, по мнению Хона М.Т., Швецова А.Д., Савчука Ю.С., Туралова М.К., Миркамалова Р.Х. и др. являются рудоконтролирующими структурами, а точнее рудораспределяющими и рудовыводящими. Кроме этого, гравитационная модель и ее элементы отражают интрузивные образования, выходящие и не выходящие на дневную поверхность.

Заключение. Изучение проявлений геофизических аномалий Ауминзатау-Бельтауского рудного района позволило выявить ряд их особенностей:

- геофизическими методами исследований решена задача по глубинному структурно-тектоническому строению изучаемой территории. Установлено блоковое строение палеозойского фундамента, где их границами являются глубинные разломы;

- несмотря на широкий диапазон изменчивости в пространстве геофизических аномалий, они четко фиксируют региональные и глубинные рудоконтролирующие разломы и позволяют выделить магнитные интрузии (гранитоиды) с которыми генетически связаны золоторудные месторождения Центральных Кызылкумов (Хамрабаев И.Х., Рахматуллаев Х.Р.);

- все проявления золота рудного района пространственно связаны с минимальными величинами как положительных, так и отрицательных геофизических аномалий.

Выявленные геофизические особенности Ауминзатау-Даугызтауского рудного района можно использовать при глубинном картировании Центральных Кызылкумов, а также при прогнозе и поиске золоторудных месторождений в территориях региона закрытых чехлом мезозойско-кайнозойских образований.

Библиографический список:

1. Королев А.В., Шехтман П.А. Структурные условия размещения послемагматических руд. – М.: Недра, 1965. – 506 с.
2. Janibekov B. O., Turapov M. K. Geodynamic condition of formation of favorable structural positions for ore-grade gold placement in Auminzatau-Beltai ore area (the Central Kyzyl Kum, Western Uzbekistan) // RMZ, Materials and geoenvironment – Slovenia, 2017, № 2. – С. 1-5.
3. Жанибеков Б.О., Туралов М.К., Умматов Н.Ф., Умаралиев А.У., Суяров Ш.С. Структурные позиции и геодинамические условия формирования золоторудных проявлений в Ауминзатау-Бельтауском рудном районе // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2017, № 3. – С. 80-83.
4. Туралов М.К., Акбаров Х.А., Дулабова Н.Ю., Жанибеков Б.О., Умматов Н.Ф., Хамроев Ж.З. Геодинамическая обстановка формирования золоторудного Центральных Кызылкумов // Научная конференция «Актуальные проблемы геологии, геофизики и металлогении». – Ташкент, 2015. – С. 54-56.
5. Туралов М.К., Дулабова Н.Ю., Жанибеков Б.О., Умматов Н.Ф., Закиров О.Т., Тошходжаева М.А. О проблеме оценки перспектив закрытых территорий рудных районов Западного Узбекистана // Научная конференция «Актуальные проблемы геологии, геофизики и металлогении». – Ташкент, 2015. – С. 158-160.

MAYZAK INTRUZIVI TOG' JINSLARI VA SKARNLARINING PETROGRAFIK XUSUSI TLARI (ZIYOVUDDIN TOG'LARI, G'ARBIY O'ZBEKISTON)



Orolov A.K.,
tayanch doktorant,
H.M. Abdullaev nomidagi
Geologiya va geofizika instituti



Karabaev M.S.,
«Foydali qazilma konlarini izlash va
qidirish» kafedrasini mudiri,
g.-m. f. d., professor,
Geologiya fanlari universiteti



Amirov E.M.,
«Mineralogiya va geokimyo»
bo'limi mudiri, (PhD),
H.M. Abdullaev nomidagi
Geologiya va geofizika instituti



Sadirov R.M.,
I - kurs magistranti,
O'ZMU

Ushbu maqolada G'arbiy O'zbekistondagi Ziyovuddin tog'laridagi Mayzak intruzivi tog' jinslari va skarnlarini tadqiq etish hulosalari tavsiflangan. Mayzak intruzivi tog' jinslari o'rta-yirik donali biotitli granitlar va tomirli hosilalardan mayda-o'rta donali leykokrat granitlar, granit porfirlardan tashkil topgan. Ushbu tog' jinslari bir-biridan o'zaro mineral tarkibi, strukturasi va joylashuv hususiyatlari bilan farqlanadi. Intruziv bilan bog'liq skarnlar hosil bo'lish sharoitlari va tarkibi bo'yicha magmatik bosqichning magnezial-skarnli formatsiyaga taalluqli ekanligi aniqlangan.

Tayanch iboralar: G'arbiy O'zbekiston, Ziyovuddin tog'larini, Mayzak intruzivi, magmatik hosilalar, granitlar, leykokrat granitlar, tomirli hosilalar, skarn, tremolitlashuv, mineral tarkib.

В данной статье приведены результаты изучения магматических пород и скарнов Майзакского интрузива в горах Зиаэтин Западного Узбекистана. Интрузив сложен из средне-крупнозернистых биотитовых гранитов и жильных пород мелко-среднезернистых лейкократовых гранитов, гранит порфиров. Они отличаются минеральным составом, структурными особенностями и размещением. Скарны связанные с интрузивами по условиям формирования и составу относятся к магнезиально-скарновой формации магматического этапа.

Ключевые слова: Западный Узбекистан, горы Зиаэтин, Майзакский интрузив, магматические образования, граниты, лейкограниты, жильные образования, скарны, тремолитизация, минералогический состав.

Bugungi kunga kelib skarnlar bilan bog'liq bo'lgan foydali qazilma konlarining o'rganish natijalari doimiy dolzarbligi ko'plab tadqiqotchilar tomonidan ilmiy va amaliy asoslangan. Skarnli konlarning sanoat uchun ahamiyatli jihatlari shundaki, ular bilan deyarli barcha metallarning konlari mavjud. Ular ichida ko'proq ahamiyatga ega bo'lganlari oxakli skarnlar bilan – Fe, So, Su, Pt, W, Mo, Pb-Zn, Au, Sn, Be, Nb, U konlari bo'r, flogopit kabi foydali qazilma konlari esa magnezial skarnlar bilan bog'liq [1-2]. Shu boisdan skarnlarning moddiy tarkibini o'rganish va ilmiy asoslangan bashoratlash mezonlarini ajratish geologik tadqiqotlarning asosiy vazifalardan biri hisoblanadi. Ushbu tadqiqotlarning samarasi sifatida esa alohida maydonlarda skarnlar bilan bog'liq ma'danli zonalarni ajratish sanaladi.

Skarnlarning qayta hosil bo'lishi ma'danlashuv bilan to'g'ridan – to'g'ri bog'liq. Shunday ekan skarn hosil bo'lish bilan ma'danlashuvning makon va vaqt jihatdan o'zaro aloqadorligiga aniqlik kiritish, ularni o'rganish orqali olingan xulosa hamda natijalar, amaliy va ilmiy jihatdan bashoratlashda qadrini oshiradi [3].

O'rta Osiyoning, umuman olganda G'arbiy O'zbekistonning skarn ma'danli maydonlarining geologiyasi va mineralogiyasiga doir dastlabki ma'lumotlar H.M. Abdullaev va N.V. Nechelyustovlarning ilmiy ishlarida tavsiflangan [4].

Alohida skarn ma'danli maydonlar turli vaqtlarda ko'plab geologlar tomonidan o'rganilgan. Xususan, Langar bo'yicha – N.V. Nechelyustov, H.M. Abdullaev, V.S. Myasnikov, M.D. Troyanovlar; Qo'yotsh bo'yicha – A.B. Batalov, K.L. Babaev, S.A. Denisov, N.D. Ushakov, Yu.A. Bilibinlar; Ingichka bo'yicha – N.D. Ushakov, E.F. Smirnov, A.V. Korolev, Z.A. Korolevalar; Qora-Tyube bo'yicha – A. Ayzenshtat, V.E. Poyarkov, L.S. Svidskayalar o'zlarining ilmiy ishlarida ma'lumotlarni keltirib o'tishgan [5].

Ziyovuddin tog'larini Zarafshon tog' tizimining shimoliy-g'arbiy qismida joylashgan bo'lib, geotektonik jihatdan Janubiy Tyan-Shan struktura-formatsiya zonasining Zarafshon-Turkiston bumalanish sistemasiga kiradi [6]. Ziyovuddin-Zirabuloq tog'-ma'danli xududining geologik tuzilishi, magmatizmi, tektonikasi, ma'dandorligi va boshqa xususiyatlari ko'plab tadqiqotchilar, xususan H.M. Abdullaev, H.N. Baymuxamedov, X.R. Raxmatullaev, A.A. Buxarin, V.N. Ushakov va b. tomonidan o'rganilgan [7].

So'nggi yillar davomida T.N. Dalimov, R.A. Axundjanov, R.X. Mirkamalov, F.K. Divaev, M.M. Pirnazarov va boshqa tadqiqotchilar tomonidan xududning geologik rivojlanish bosqichlari, tomezazoy fundamentining geodinamikasi, magmatizm evolyutsiyasi, metallogeniya, mineral hosil bo'lish bosqichlari va geokimyoviy xususiyatlari qayta tahlil qilindi [8].

Ziyovuddin tog'larini quyi paleozoyning cho'kindi-metamorfik va turli yoshdagi hamda tarkibdagi tog' jinslaridan tashkil topgan. Ziyovuddin tog'larini magmatizmi graniotoidli bo'lib, asosan granodiorit-granitlardan tashkil topgan. Xususan, bu erda Qarnob, Oqmozor, Gunjak, Mayzak, Qo'shquduq va Chaydaroz intruzivlar hamda bir qator kichik shtoklar joylashgan (1-rasm). Sanab o'tilgan intruzivlar magmatizmning asosiy fazasida shakllangan [6].

Bugungi kunga kelib skarnlar bilan bog'liq bo'lgan foydali qazilma konlarining o'rganish natijalari doimiy dolzarbligi ko'plab tadqiqotchilar tomonidan ilmiy va amaliy asoslangan. Skarnli konlarning sanoat uchun ahamiyatli jihatlari shundaki, ular bilan deyarli barcha metallarning konlari mavjud. Ular ichida ko'proq ahamiyatga ega bo'lganlari oxakli skarnlar bilan – Fe, Co, Cu, Pt, W, Mo, Pb-Zn, Au, Sn, Be, Nb, U konlari, bo'r, flogopit kabi foydali qazilma konlari esa magnezial skarnlar bilan bog'liq [1-2].

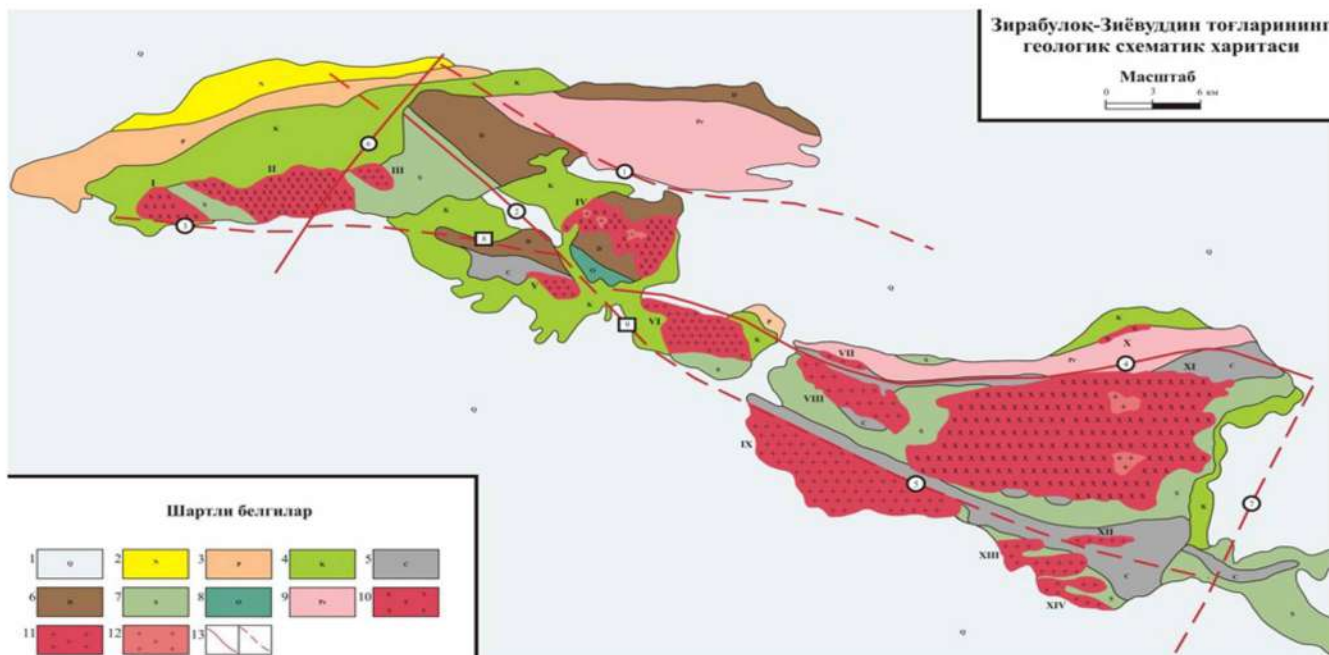
Shu boisdan skarnlarning moddiy tarkibini o'rganish va ilmiy asoslangan bashoratlash mezonlarini ajratish geologik tadqiqotlarning asosiy vazifalardan biri hisoblanadi.

Ushbu tadqiqotlarning samarasi sifatida esa alohida maydonlarda skarnlar bilan bog'liq ma'danli zonalarni ajratish sanaladi.

Skarnlarning qayta hosil bo'lishi ma'danlashuv bilan to'g'ridan – to'g'ri bog'liq.

Shunday ekan skarn hosil bo'lish bilan ma'danlashuvning makon va vaqt jihatdan o'zaro aloqadorligiga aniqlik kiritish, ularni o'rganish orqali olingan xulosa hamda natijalar, amaliy va ilmiy jihatdan bashoratlashda qadrini oshiradi [3].

O'rta Osiyoning, umuman olganda G'arbiy O'zbekistonning skarn ma'danli maydonlarining geologiyasi va mineralogiyasiga doir dastlabki ma'lumotlar H.M. Abdullaev va N.V. Nechelyustovlarning ilmiy ishlarida tavsiflangan [4].



1-rasm. Zirabuloq-Ziyovuddin tog'larining geologik sxematik xaritasi (V.S. Korsakov, E.S. Sorokin, E.I. Barkovskaya va b. bo'yicha ba'zi o'zgartirishlar bilan). 1 – zamonaviy hosilalar; 2 – neogen sistemasi (gillar va qumtoshlar); 3 – paleogen sistemasi (mergellar, gillar, alevrolitlar, qumtoshlar va oxaktoshlar); 4 – bo'r sistemasi (gillar, alevrolitlar, qumtoshlar, gravelitlar, konglomeratlar); 5 – karbon sistemasi (qumtosh-slanetsli yotqiziqlar); 6 – devon sistemasi (qumtosh-slanets va karbonatli yotqiziqlar); 7 – silur sistemasi (qumtosh-slanetsli yotqiziqlar, marmarlar, marmarlashgan oxaktoshlar va dolomitlar); 8 – ordovik sistemasi (qumtosh-slanetsli yotqiziqlar); 9 – proterozoy sistemasi yotqiziqlari; 10, 11, 12 – intruzivlar (I - Chaydaroz, II - Qo'shquduq, III - Mayzak, IV - Oqmozor, V - Gunjak, VI - Qarnob, VII - Jidalin, VIII - Chiroqjurin, IX - Ketmonchi, X - Kutchin, XI - Zirabuloq, XII - Jalqir, XIII - Tim, XIV - Qorachaquduq); 13 – yer yoriqlari (1 - Navruzalin, 2 - Sappe-Gunjak, 3 - Chaydarov, 4 - Shimoliy-Zirabuloq, 5 - Shimxartov, 6 - Janubiy-Qo'shquduq, 7 - Zirabuloq-Nurota, 8 - Qing'irtov-Shimoliy-Zirabuloq, 9 - Urganch-Buurluqtapa)

Alohida skarn ma'danli maydonlar turli vaqtlarda ko'plab geologlar tomonidan o'rganilgan. Xususan, Langar bo'yicha – N.V. Nechelyustov, H.M. Abdullaev, V.S. Myasnikov, M.D. Troyanovlar; Qo'ytosh bo'yicha – A.B. Batalov, K.L. Babaev, S.A. Denisov, N.D. Ushakov, Mayzak intruzivi Ziyovuddin tog'larining markaziy qismida, Qo'shquduq massivining esa shimoliy – sharqiy tomonida joylashgan bo'lib, Zirabuloq – Ziyovuddin plutonining ochilmalaridan biri hisoblanadi [9]. Intruzivning yer yuzasiga chiqib turgan maydoni 6 km² ni tashkil etadi.

Mayzak intruzivi janubiy-sharqdan silur sistemasining karbonatli (dolomitlar va marmarlashgan oxaktoshlar) jinslarni yorib chiqqan bo'lsa, shimoliy hamda g'arbiy qismlari mezokaynozoy yotqiziqlari bilan qoplangan [9-10]. Mayzak intruzivi asosan o'rta-yirik donali porfir ko'rinishli granitlardan tashkil topgan. Tomirli hosilalardan granit-aplit, leykokrati granitlar, granit-porfirilar kuzatiladi.

Biotitli granitlar intruzivning asosiy qismini egallaydi va quyidagi mineralogik tarkibga ega (%): plagioklaz (20-30 An) 26-43, kaliyli dala shpati (mikroklin) 35-21, biotit 4-7, kvarts 32-26, ikkilamchi va aktsessorlar 1-1,2. Intruzivning janubiy kontaktlarida skarn tanalari rivojlangan [4, 9].

Quyida Mayzak intruzivi magmatik tog' jinslari va skarnlarning moddiy tarkibini o'rganish maqsadida olingan namunalardan tayyorlangan shaffof shliflar zamonaviy "Nikon ECLIPSE LV100N POL" mikroskopida tadqiq qilish natijalari keltirilgan.

O'rta donali biotitli granitlar. Mineral tarkibi quyidagicha (%): plagioklaz 25-30, kaliyli dala shpati (mikroklinli) 25-35, kvarts 25-30, biotit 7-10% biotit bo'ylab rivojlangan xlorit leykoksen bilan 0,3-0,5. Plagioklaz donalarida sossyuritlashish kuzatiladi. Tog' jinsining strukturasi gipidiomorf-o'rta donali, teksturasi massiv.

Ushbu granitlarda biotit miqdori boshqa granitlarga nisbatan yuqoriligi va plagioklazlar kaliyli dala shpatlarga nisbatan ustunligi e'tiborga molik (2 a, b - rasm).

Kaliyli dala shpattarda albitning mikro qo'shimtalari kuzatilmaydi; tarkibida ma'danli va aktsessor minerallar aniqlanmaydi. Tog' jinsi deyarli o'zgarishga uchramagan, faqatgina biotit donalarining chegaralari va yoriqlari bo'ylab leykoksen xlorit bilan rivojlangan.

Leykokrati granitlar. Mineral tarkibi quyidagicha: kvarts, kaliyli dala shpati va plagioklazlar deyarli bir xil miqdorda. Oz miqdorda rutil uchraydi (2, v - rasm, qora rangda). Tog' jinsidagi plagioklazlar kuchsiz sossyuritlashgan. Tog' jinsining strukturasi gipidiomorf-o'rta donali, teksturasi massiv.

Granitlar izometrik ko'rinishdagi kvarts, kaliyli dala shpati (ba'zan mikroklinal panjarali qo'shaloqlari bilan) donalaridan va tartibsiz tarqalgan rutil kristallaridan tashkil topgan.

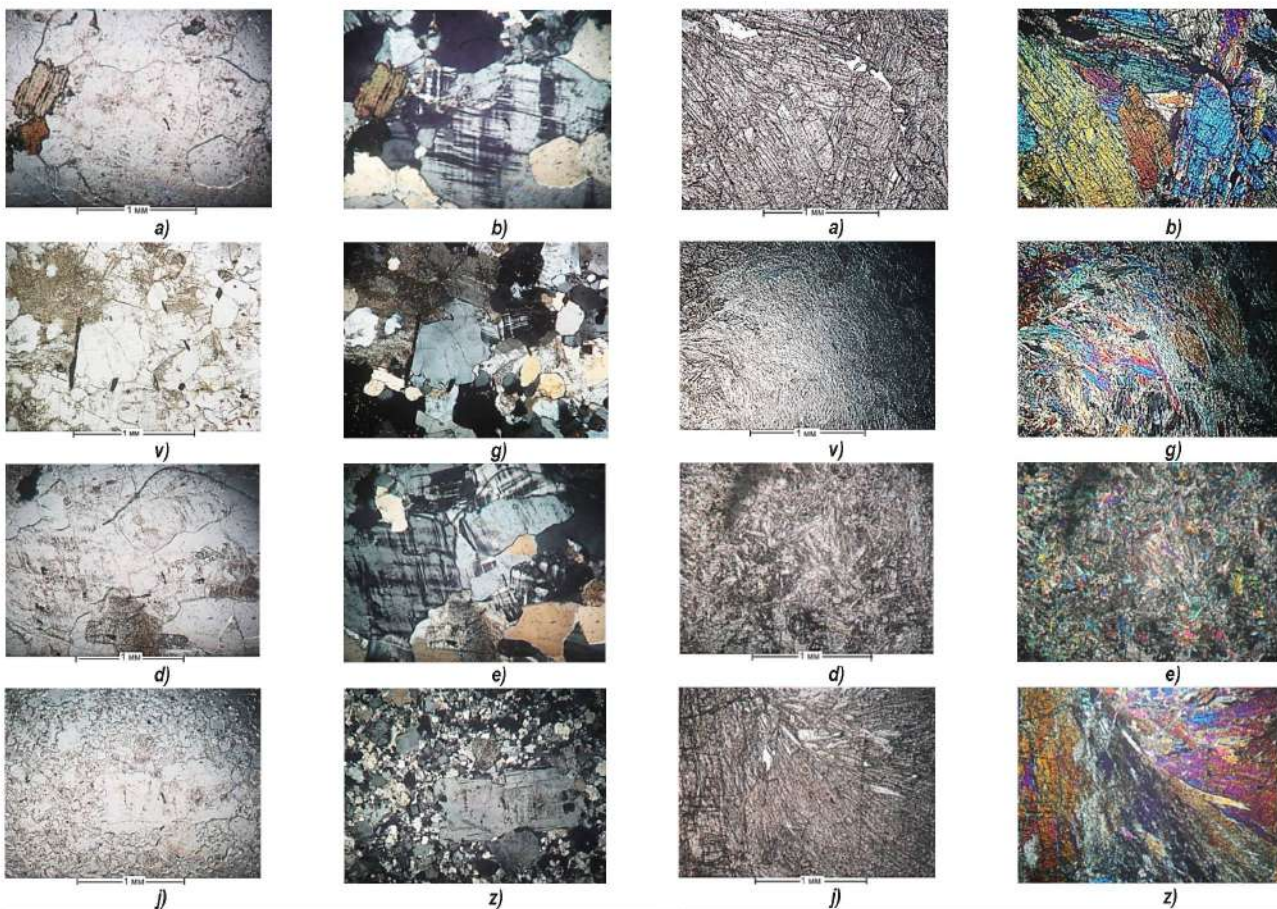
Tog' jinsining tarkibida rangli alyumosilikatlarning umuman uchramasligi o'ziga xos xususiyati hisoblanadi. Juda oz miqdorda mikrodonachalar ko'rinishda, biotit tangachalari kuzatiladi. Sossyuritlashish plagioklaz donalarida bir xilda emas va kuchsiz rivojlangan.

O'rta donali leykokrati granitlar. Mineral tarkibi quyidagicha: kvarts, kaliyli dala shpat (mikroklin), plagioklaz bir xilda tarqalgan; donalarning uzunligi 1 mm yaqin (2, e - rasm). Faqatgina biotit bo'yicha rivojlangan xlorit bilan leykoksen 0,35 mm oshmaydi (2, d - rasm, chap tomon yuqorida qora rangda).

Biotit hisobiga leykoksen va xlorit rivojlangan (1,5% gacha). Tog' jinsi strukturasi gipidiomorf-o'rta donali, teksturasi massiv.

Granit-porfirilar. Tog' jinsining porfir ajrilmalari 10-15% (plagioklaz-albit, kvarts va kamroq kaliyli dala shpati) gacha, asosiy massa mayda donali plagioklaz, kaliyli dala shpati va kvartslardan tashkil topgan. Strukturasi porfirli, asosiy massa gipidiomorf-mayda donali, teksturasi massiv. Porfir ajrilmalardagi plagioklaz kristallari uzunligi 1 mm, tabletkasimon-prizmatik (2 j, z - rasm), alohida va kamroq uchraydi. Kvarts kristallari asosan oval, bir tomonga cho'zilgan. Asosiy massa donalari bilan birikib ketgan. To'q rangli minerallar kuzatilmaydi. Dala shpatlar kuchsiz pelitlashgan va sossyuritlashgan.

Mayzak intruzivi karbonatli tog' jinslar bilan kontakt hosil qilishi keng tarqalgan bo'lishiga qaramasdan, skarnlashuv jarayoni hamma joyda ham rivojlangan. Intruzivning janubiy-sharqiy qismida kontakt-metamorfizm, ya'ni granitoid magma qamrovchi jinslarga termal ta'sir etishi natijasida karbonatlar (deyarli qora rangli mayda zarrali ohaktoshlar) rangi ocharib kulrang sochiluvchan tog' jinsiga aylangan. Kontaktda karbonatli tog'



2-rasm. Mayzak intruzivi tog' jinslarining mineral tarkibi hamda strukturaviy belgilari: a, b – o'rta donali biotitli granitlar; tomirli hosilalar: v, g, d, e – leykokrat granitlar; k, j – granit porfirilar (a, v, d, j – nikollar parallel; b, g, e, z – nikollar kesishgan)

4-rasm. Magnezial skamlarning mineral tarkibi va strukturaviy-teksturaviy xususiyatlari (a, v, d, j – nikollar parallel; b, g, e, z – nikollar kesishgan)



3-rasm. Tomirsimon ko'rinishda (a) shakllangan magnezial skamlarning ichki zonal tuzilishi (b): mayda donali diopsidli skarn; diopsid-forsteritli skarn; dopsid-forsterit-kaltsitli skarn oldi jinsi; och rangli dolomitli marmar

jinslari bo'lab qayta kristallanish va rangi o'zgarishidan tashqari biron-bir ikkilamchi o'zgarishlar va skamlashuv kuzatilmaydi. Ushbu holat G'arbiy O'zbekistonning ko'plab skam maydonlarida kuzatilgan va sababi maxsus adabiyotlarda yoritilgan [5]. Xususan, mineral hosil bo'lishning magmatik bosqichida granitoid magma va ohaktoshlar kontaktida skamlar hosil bo'lmisligi ushbu sharoitda ohaktoshlar parchalanishi natijasida ko'p miqdorda ajralib chiquvchi CO₂ kuchli parsial bosim hosil qilishi bilan izohlangan [11, 12].

Kontakt metamorfizm ta'sirida karbonatlarning sochiluvchan marmarlarga aylanishini qayta kristallanish natijasida ushbu hosilalarning tarkibidagi uglerod moddalari va boshqa aralashmalar kaltsit va dolomit agregatlarining oraliqlarida to'planib qolishi hamda hosil bo'lgan tog' jinsidagi minerallarning jipslanish darajasi pasayib ketishi bilan izohlash mumkin. Natijada tog' jinsi sochiluvchan xususiyatga ega bo'lib qoladi. Karbonatli tog' jinslarining ushbu strukturaviy xususiyatlari yopiq intruziv hosilalarni qidirish uchun mezon sifatida xizmat qila oladi. Aks ettirilgan holat granit porfirilar tarkibidagi karbonatlarning yirik (3x10 m) ksenolitlarida yaqqol namoyon bo'lgan.

Mayzak intruzivining janubiy-sharqiy qismida asosiy o'rta donali granit-porfirlarning shtoksimon apofizasi kuzatiladi. Ushbu xududda skamlarning shakllanishidagi omillardan biri, magmatik tananing yuzaga chiqib kolgan kichik shtok ko'rinishdagi (15x25 va 20x50 m) apofizlari hisoblanadi. Shtoklarning apikal qismlarida qamrovchi jinslar tarkibida qalinliklari 12-18 metrgacha bo'lgan bir nechta dolomit qatlamlari joylashgan. Dolomitlar bo'yicha ko'p sonli tomirsimon (qalinliklari 5-12 sm) skamlashuv namoyon bo'lgan (3 - rasm).

Skamlar mayda donali, zonal tuzilishga ega: markazida 1-5 sm qalinlikdagi diopsidli skarn; yon taraflarida diopsid-forsteritli skarn; diopsid-forsterit-kaltsitli skarmoldi tog' jinsi; marmarlashgan o'rta donali dolomit; to'q kulrang mayda donali dolomit. Yoriqli skamlashuv zonalarini bir-biriga yaqin joylashib qo'shilib ketishi natijasida 1,5-1,8 m qalinlikdagi tanalarni hosil qiladi. Keyingi tektonik jarayonlar tufayli hosil bo'lgan yoriqlar bo'ylab diopsidli skamlar bo'yicha amfibollashuv (tremolit-aktinolit) kuzatiladi.

Yirik donali piroksenli skamlar. Skarn ko'proq aktinolitlashgan va karbonatlashgan. Tog' jinsining mineral tarkibi quyidagicha: piroksen 15-20%, aktinolit 25-40%, yirik donali kaltsit 40-45%. Skarnning strukturasi turli donali, teksturasi shlifda dog'simon (4-rasm).

Jadal skamlashuv zonalarida piroksen kristallari uzunligi 2 mm gacha bo'lgan izometrik ko'rinishdagi prizmalarni xosil qiladi (4 a, b, k, j - rasm). Yoriqlar bo'ylab piroksen bo'yicha mayda aktinolit prizmalari va o'simtalari rivojlangan (4 v, g, d, e - rasm).

Ta'rifiab o'tilgan skamlar tarkibiga ko'ra magnezial hisoblanadi va mineral hosil bo'lish jarayonining magmatik bosqichi mahsuli hisoblanadi. So'nggi o'zgarishlar mahsuli sifatida skamlarda amfibollashuv (tremolit-aktinolit) rivojlangan bo'lib, ular skamlarning ichki zonalarida joylashgan. Magnezial skamlardagi tremolitlashuvning kuchsiz rivojlanganligi muxim baholash belgisi sifatida ahamiyat kasb etadi: mayzak intruzivi va u bilan bogliq bo'lgan skamlar hozirgi erozion yuzada ma'danlashuvga barkamolligi juda ham past.

Xulosa. Ziyovuddin tog'lari Mayzak intruzivini tashkil etuvchi tog' jinslari biotitli o'rta-yirik donali granitlar va tomirli hosilalar mayda-o'rta donali leykokrat granitlar, granit porfirlardan iborat. Ular asosan bir-biridan mineral tarkibi, struktura-teksturaviy va joylashuv xususiyatlari bilan farqlanadi.

Tavsiflab o'tilgan skarnlar hosil bo'lish va tarkibiga ko'ra mineral hosil bo'lishning magmatik bosqichidagi magnezial skarnlar formatsiyasiga oid va ular bilan hozirgi erozion yuzada ma'danlashuv bashoratlanmaydi.

Bibliografik ro'yhat:

1. Jarikov V.A., Rusinov V.L. *Metasomatizm i metasomaticheskie porodi*. –M.: Nauchny mir, 1988. – 492 b.
2. Jarikov V.A., Omelyanenko B.I. *Klassifikatsiya metasomatitov // Metasomatizm i rudoobrazovanie*. –M.: Nauka, 1978. 9-27 b.
3. Karabaev M.S. *Skarn zoloto-redkometallnix mestorojdeniy Vostochnogo Bukantau i ix poiskovo-otsenочноe znachenie // Geologiya i mineralnie resursi. №2, 2016. 19-22 b.*
4. Abdullaev X.M. *Geologiya sheelitonosnix skarnov Sredney Azii*. –Tashkent, 1947. –399 b.
5. Xamrabaev I.X. *Magmatizm i postmagmaticheskie protsessi v Zapadnom Uzbekistane*. –Tashkent: Izd-vo AN UzSSR, 1958. –479 b.
6. Xamrabaev I.X. *Petrografiya Uzbekistana*. – Tashkent: Nauka, UzSSR. Kn. 2, 1965. –660 b.
7. Baymukhamedov X.N. *Subvulkanicheskie dayki Zirbulak-Ziaetdinskix gor i ix otnoshenie k zolotorudnoy mineralizatsii rayona. Uzbekskiy geologicheskiy jurnal №2, 1960. 58-63 b.*
8. Pirmazarov M.M. *Geologicheskie formatsii i rudosnost Zirbulak-Ziaetdinskogo gornorudnogo rayona. Gorniy vestnik Uzbekistana №1(80), 2020. 28-33 b.*
9. Xamrabaev I.X. *Katalog intruzivnix massivov Uzbekistana. Chast II*. –Tashkent: Fan, 1975. –431 b.
10. Izox E.P., Yudalevich Z.A. i dr. *Formatsionny analiz granitoidov Zapadnogo Uzbekistana*. –Novosibirsk: Nauka, 1975. –518 b.
11. Pertsev N.N. *Paragenesis bornx mineralov v magnezialnix skarnax*. –M.: Nauka, 1971. –192 p.
12. Perchuk L.L., Podlesskii K.K., Aranovich L.Y. *Thermodynamics of some framework silicates and their equilibria: application to geothermobarometry*, in *Progress in Metamorphic and Magmatic Petrology*, Perchuk L.L., Ed., Cambridge University Press, 1991, pp. 131-164.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, №3 (86) pp. 12-15

PETROGRAPHIC FEATURES OF ROCKS AND SKARNS OF THE MAIZAK INTRUSIVE (ZIAETDIN MOUNTAINS)

•**Orolov A.K.**, Doctoral student; e-mail: orolovak92@gmail.com

•**Karabaev M.S.**, Head of the Department, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor; e-mail: karabayev61@mail.ru

•**Amirov E.M.**, Head of the Department, Candidate of Mineralogical Sciences; e-mail: amirov.7992@gmail.com

•**Sadirov R.M.**, Master's student.

•**Institute of Geology and Geophysics, Tashkent, Uzbekistan.**

•**University of Geological Sciences, Tashkent, Uzbekistan.**

•**National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan.**

This article presents the results of investigation of igneous rocks and skarns of the Maizak intrusion in the Ziaetdin mountains of Western Uzbekistan. The intrusion is composed of medium-coarse-grained biotite granites and vein rocks of fine-medium-grained leucocratic granites, porphyry granite. They differ in mineral composition, structural features and placement. Skarns associated with intrusions in terms of formation conditions and composition belong to magnesian-skarn formation of the magmatic stage.

Key words: Western Uzbekistan, Ziaetdin mountains, Maizak intrusion, magmatic formations, granites, leucogranites, vein formations, skarns, tremolization, mineralogical composition.

References:

1. Zharikov V.A., Rusinov V.L. *Metasomatizm and metasomatic rocks*. – Moscow: "Nauchny Mir", 1988. – 492 p.
2. Zharikov V.A., Omelyanenko B.I. *Classification of metasomatites // Metasomatizm and ore formation*. – Moscow: Nauka, 1978, pp. 9-27.
3. Karabayev M.S. *Skarns of gold-rare metal deposits of East Bukantau and their prospecting and appraisal value // Geology and Mineral Resources №2, 2016, pp. 19-22.*
4. Abdullaev Kh.M. *Geology of scheelite-bearing skarns of Central Asia*. – Tashkent, 1947. – 399 p.
5. Xamrabayev I.Kh. *Magmatism and postmagmatic processes in Western Uzbekistan*. – Tashkent: publishing house of the Academy of Sciences of the Uzbek SSR, 1958. – 479 p.
6. Xamrabayev I.Kh. *Petrography of Uzbekistan*. – Tashkent, Sciences book №2, 1965. – 660 p.
7. Baymukhamedov Kh. I. *Subvolcanic dykes of the Zirbulak-Ziaetdin Mountains and their relation to the gold ore mineralization of the region. Uzbek geology journal №2, 1960, pp. 58-63.*
8. Pirmazarov M.M. *Geological formations and ore content of the Zirbulak-Ziaetdinsky mining region. Mountain Bulletin of Uzbekistan. №1 (80), 2020, pp. 28-33.*
9. Edited by Xamrabayev I.Kh. *Catalog of intrusive massifs of Uzbekistan. Part 2*. – Tashkent: "FAN", 1975. – 431 p.
10. Isoh E.P., Yudalevich Z.A. and etc. *The formation analysis of the granitoids from the West Uzbekistan Region*. – Novosibirsk: publishing house "NAUKA", 1975. –518 p.
11. Pertsev N.N. *Paragenesis of boric minerals in magnesian skarns*. –Moscow: Nauka, 1971. – 192 p.
12. Perchuk L.L., Podlesskii, K.K., Aranovich L.Y., *Thermodynamics of some framework silicates and their equilibria: application to geothermobarometry*, in *Progress in Metamorphic and Magmatic Petrology*, Ed., Cambridge University Press, 1991, pp. 131-164.

СТРАТИГРАФО-ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГОР БУКАНТАУ



Тангиров А.И.,
зав. кафедрой «Геология, поиски
и разведка месторождений полезных ископаемых»
ТашГУ им. И.А.Каримова



Урунов Б.Н.,
доцент кафедры «Геология, поиски
и разведка месторождений полезных ископаемых»
ТашГУ им. И.А.Каримова

Bukantog' tog'ida oltin ma'danlashuvini joylashuvida stratigrafik va litologik omillarning roli yetakchidir. Barcha oltin va oltin-kumush namoyonlari uchun fliшoid va olistostrom formatsiyadagi qumtosh-slanetsli qatlamlar, so'ngra vulqonogen-dolomit-kremniy formatsiyadagi jinslar va karbonatli formatsiya va hokazolar ma'dan hosil bo'lishi uchun qulaydir (Oqjetpes turi).

O'rganilgan konlarda gidrotermal ma'dan oldi va hamroh tog' jinslaridagi o'zgarishlar kvarsianish, qisman karbonitizsiyalanish va seritsitlanish kabi turlar yetakchi hisoblanadi. Ularga xloritlanish, biotitlanish, argillitlanish va boshqalar hamisha hamroh bo'ladi.

Oltin ma'danli uyumlar va ma'dan namoyonlaridagi sulfidli ma'danlar asosan o'rta karbon yoshiga mansub qorashox svitasi (C.b+m, kr) yotqiziqilarida shakllangan. Oltin-sulfidli minerallashuv qorashox svitasi jinslarida notekis tarqalgan.

Tayanch iboralar: markaziy Qizilqum, Bukantog' tog'i, Bo'ztog', Ko'kpatas, Oqjetpes, kon, minerallashuv, antiklinal, surilma, darzlik, tektonika, oltin, omil.

Ведущая роль в размещении золотого оруденения в горах Букантау принадлежит структурно-литологическим факторам. Для золоторудных и золотосеребряных проявлений прежде всего благоприятны песчано-сланцевые толщи флишовой и олистостромовой формаций, затем, породы вулканогенно-доломито-кремнистой формации и далее-карбонатной формации (Окжетпесский тип).

Ведущими типами околорудного гидротермального изменения вмещающих пород на изученных месторождениях являются окварцевание и, в меньшей мере карбонатизация, серицитизация. Им сопутствуют хлоритизация, биотитизация, аргиллизация и др.

Золоторудные залежи и рудопроявления сульфидно-вкрапленных руд приурочены в основном к отложениям карашахской свиты среднего карбона (C.b+m, kr). Причем золотосульфидная минерализация в породах карашахской свиты распределена неравномерно.

Ключевые слова: Центральные Кызылкумы, горы Букантау, Бозтау, Кокпатас, Окжетпес, месторождения, минерализация, антиклиналь, надвиг, разлом, тектоника, золото, фактор.

В процессах локализации гидротермального оруденения, в том числе и золотого, ведущая роль принадлежит стратиграфо-литологическим и структурным факторам. При этом, последние проявляются на фоне первых [1].

Отдельные региональные факторы размещения золотого оруденения в горах Кокпатас исследованы Швецовым А.Д. (1972), Мирходжаевым Б.И. (1982), Юлдашевым О.А. (2004), Дулабовой Н.Ю. (2010).

В сводном разрезе складчатой системы гор Букантау, выделяют последовательно сменяющие друг друга формации слоистых толщ (снизу-вверх): вулканогенно-карбонатно-кремнистая, аспидная, флишовидная, карбонатная, олистостромовая, сероцветная и пестроцветная молассовая.

Непрерывность разреза подтверждается отсутствием «чуждых» формаций, нарушающих единый цикл осадконакопления, отсутствием следов значительных тектонических перерывов, последовательным возрастом формаций, с той или иной степенью надежности подтвержденного комплекса органических остатков (Абдуазимов З.М., 2012).

Продуктивными стратиграфическими толщами являются углеродистые (черносланцевые) формации, включающие в себя кремнистые и аспидно-флишовидные формации.

Для золоторудных и золотосеребряных проявлений прежде всего благоприятны песчано-сланцевые толщи флишовой и олистостромовой формаций, затем, породы вулканогенно-доломито-кремнистой формации и далее-карбонатной формации (Окжетпесский тип).

Изучение минерального состава руд и характера околорудных изменений позволяет, с одной стороны, более полно воссоздать условия локализации руд, с другой – оценить представительность

отдельных видов изменений в качестве критериев оценки оруденения. В результате проведенных исследований установлено достаточное разнообразие минерального состава руд и преимущественное размещение их в измененных породах, что характерно для большинства исследованных объектов. Отчетливо проявляется и пространственная приуроченность золотого оруденения к телам гидротермально измененных минерализованных пород [2].

Изменения рудовмещающих пород – результат различных процессов. Предрудные гидротермальные изменения рудовмещающих пород, происходили в результате эволюционного развития того же гидротермального процесса, в результате которого отлагалось и золотое оруденение. Предрудные метасоматиты генетически могут быть отнесены к широко развитой на многих золоторудных месторождениях формации лиственитов-березитов.

Метасоматические изменения алюмосиликатных пород на исследованных объектах выражаются в пиритизации, карбонатизации, серицитизации, хлоритизации, окварцевании. Выделяются две зоны изменений в сланцах: внешняя – пирит-карбонатная и внутренняя – серицит-карбонатная. Мощность внешней зоны достигает 50 м, мощность внутренней – первых метров.

Характерной чертой околорудных изменений на описываемых площадях является то, что на общем фоне развития регионального метоморфизма на породы накладываются продукты процесса гидротермального метоморфизма и рудообразования.

Ведущими типами околорудного гидротермального изменения вмещающих пород на изученных месторождениях являются окварцевание и, в меньшей мере карбонатизация, серицитизация [4]. Им сопутствуют хлоритизация, биотитизация, аргиллизация и др.

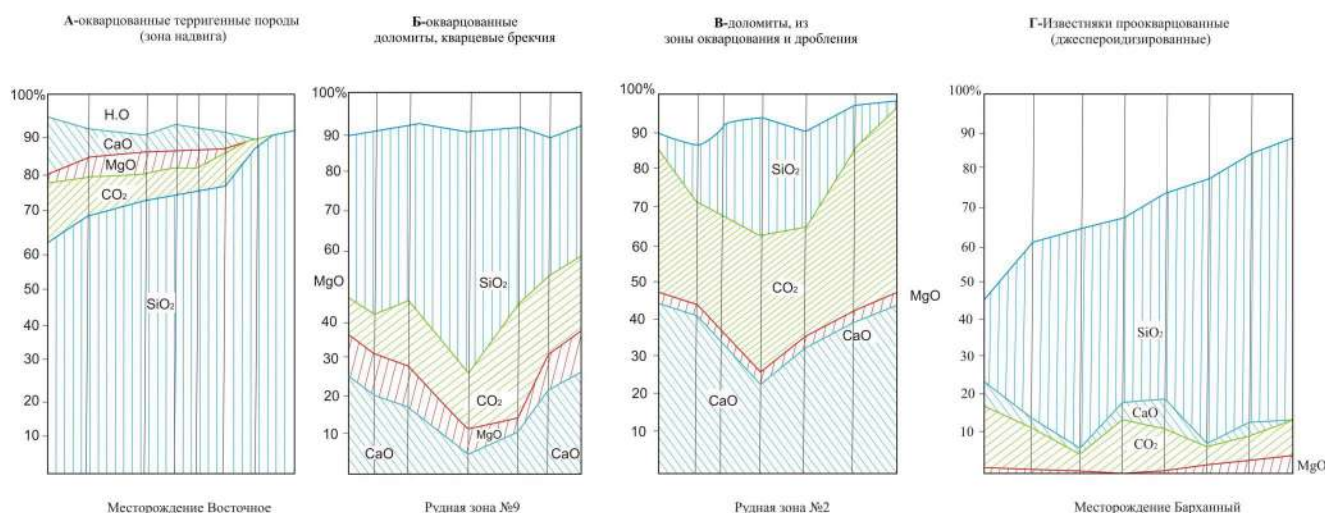


Рис. 1. Характер изменения вмещающих пород месторождений и рудопроявлений

Окварцеванием и окремнением охвачены в той или иной степени все породы площади. Значительное развитие окварцевания и окремнения отмечается в допродуктивном этапе гипогенного минералообразования.

Источником кремнезема были, главным образом, подстилающие породы алюмосиликатного состава. Наиболее интенсивно эти процессы проявлены в следующих благоприятных геолого-структурных позициях:

В золото-серебряных объектах (Серебряное I, II, Восточное, Окжетпесское рудное поле и др.) окварцеванию подвергаются зачастую массивные известняки и другие приконтактные породы, перекрытые сланцами [3]. Здесь можно установить все переходы – от слегка осветленных известняков до отдельных линз и кварцевых метасоматитов. Химизм процесса окварцевания в подобных месторождениях показан на диаграмме (рис. 1), иллюстрирующей изменение химического состава вмещающих пород на межформационном и рудовмещающем контактах.

Основные рудовмещающие породы в пределах рассмотренных объектов относятся к группе существенно кварцевых и кварц-карбонатных метасоматитов, состав которых зависит, главным образом, от исходных литологических разновидностей пород. Исследования свидетельствуют, что повышенные содержания рудных компонентов устанавливаются в интенсивно окварцованных породах, кремнистых брекчиях и роговиках преимущественно в местах их осложнения секущими разломами.

Преимущественное развитие процессов окварцевания и ороговирования наблюдается практически везде среди песчано-сланцевых и кремнистых толщ площади и контролируется проявлениями разломов и поднадвиговых зон по всей структуре гор Букантау.

При рассмотрении роли стратиграфо-литологического контроля золотого оруденения, наряду с изучением стратиграфических и минералого-петрографических особенностей, важны данные исследования физико-механических свойств ведущих типов пород, слагающих месторождения.

В данном случае представляют интерес свойства пород по отношению к деформациям (пластичность и хрупкость) и явлением гидротермального метаморфизма (эффективная пористость).

Данные исследования и систематизации изменчивости величин эффективной пористости рудовмещающих (неизмененных и слабоизмененных) окружающих пород приведены на рис. 2. Как видно из этого рисунка, величина эффективной пористости сильно меняется – от 4,4% в слабоизмененных песчаниках до 1,1% в окварцованных их

Породы	Эффективная пористость, в %		Объемный вес, %	Отношение к оруденению	Содержание Au в у.е.
	от-до	Среднее			
Песчаники	1,1-4,4	1,1	2,5-2,74	Рудовмещающие	от 0,5-до 1,5
Углисто-кварц-хлоритовые сланцы	1,0-3,15	1,0	2,54-2,70	Рудовмещающие	от 2,05-до 5,1
Песчаники окварцованные	1,2	1,2	2,6	Рудовмещающие	от 1,5-до 6,4
Роговики и роговиковые брекчии	1,9	1,9	2,8	Рудовмещающие	от 1,5-до 4,5
Джеспороидные породы	1,4	1,4	2,7	Рудовмещающие	от 0,5-до 1,4
Известняки слабоизмененные	1,1	1,1	2,6	Рудовмещающие	от 0,65-до 9,9
Известняки	0,34	0,34	2,7	Окружающие	< 0,2
Алевролиты	1,3-4,39	1,3	1,9-2,77	Окружающие	< 0,02
Диориты	0,2	0,2	2,16-2,72	Окружающие	< 0,02
Диориты слабоизмененные	0,6	0,6	2,80	Околорудные	< 0,02

Рис. 2. Эффективная пористость рудовмещающих пород месторождений (Составлена по данным отчетов по ГРП Кокпатаасской ГРЭ)

разностях. Сланцы, перекрывающие (экранирующие) рудоносную зону, характеризуются достаточно низкими значениями эффективной пористости – среднее 1,0%. Значения эффективной пористости для джускудукских известняков нижнего карбона возрастает в процессе их окварцевания от 0,34 до 1,5%.

Вслед за некоторыми исследователями [3] можно сделать вывод, что оруденелые разности рудовмещающих пород обычно характеризуются низкими значениями эффективной пористости в следствии «залечивания» последних продуктами гидротермальной минерализации.

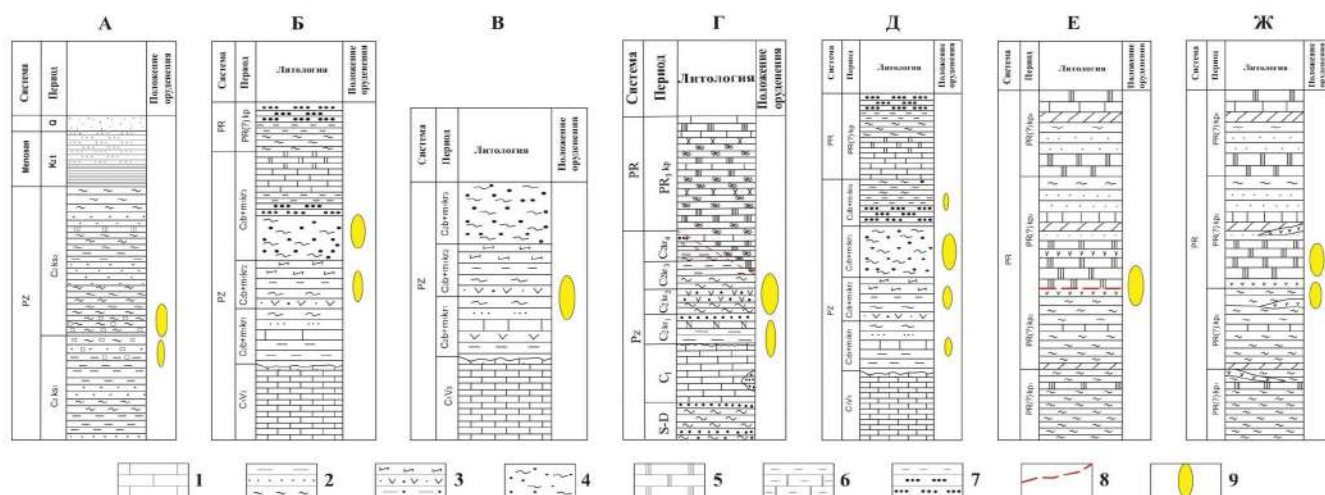


Рис. 3. Размещение золотого оруденения в стратиграфических разрезах некоторых ведущих участков и рудных полей гор Букантау (составил А.И. Тангиров с использованием материалов Кокпатавской ГРЭ): А – участок Дальний; Б – участок Джелсай; В – участок Бозтау; Г – месторождения Кокпатав; Д – участок Сайний, Бахтли и Каратав; Е – участок Рудная зона № 9; Ж – участок Рудная зона № 2. 1 – известняки; 2 – песчано-сланцевые отложения; 3 – вулканогенно-терригенные породы; 4 – метаморфические сланцы; 5 – доломиты; 6 – углисто-кремнистые сланцы; 7 – гравелиты с прослоями песчанников; 8 – разрывные нарушения; 9 – позиция золотого оруденения

Стратиграфический фактор выражен в том, что золоторудные залежи и рудопоявления сульфидно-вкрапленных руд приурочены в основном к отложениям Карашахской свиты среднего карбона (C_{2b+m_1} kr). Причем золотосульфидная минерализация в породах карашахской свиты распределена неравномерно. Почти 50% проявлений золота приурочены к породам третьей пачки (C_{2b+m_1} kr₃); около 40% - к породам второй пачки, а остальное приходится на породы других пачек (рис. 3).

Перечисленные особенности факторов контроля размещения золотой минерализации достаточно четко могут быть прослежены в процессе осуществления полевой геологической документации. Главное обеспечение деятельности и качества первичных наблюдений.

Осложняющим фактором здесь является широкое развитие на площади процессов гипергенеза: огипсования и ожелезнения. Первые обычно развиты в близповерхностных условиях и их влияние на достоверность геологических наблюдений могут быть устранены проведением точек наблюдений по расчисткам и траншеям.

Процессы ожелезнения в отличие от первых имеют более мощный вертикальный размах от 20-30 м до 50-70 м, а вдоль крупных разрывных нарушений и до 100-120 м. Наблюдаемые – результат

наложения процессов окисления на таковые неоднократно проявившиеся корообразования в региона с конца мелового периода. Ожелезнение обычно сопровождают площади развития сульфидной минерализации с образованием лимонитов гетит-гидрогетитового ряда. Последние часто несут золоторудную минерализацию до n г/т. Принадлежность их к оруденению можно оценить особенностями текстуры и структуры (тонкая ячеистость, сетчатость) и присутствием в ячейках по свежим изломам охр характерных оттенков.

Таким образом, ведущими критериями положительной оценки на золотоносность скрытых позиций в пределах Центральной части гор Букантау являются следующие:

1. Исходя из опыта разведки месторождений гор Букантау наиболее благоприятными толщами для рудолокализации являются меланжированные образования второй и, в особенности, третьей пачек Карашахской свиты в виду высокой пестроты состава и значительной их перемежаемости.

2. При благоприятном сочетании литологических и стратиграфических факторов высокие концентрации золотого оруденения могут формироваться в меланже Карашахских толщ, среди интенсивно окварцованных пород и кремнисто-карбонатных брекчий, преимущественно в местах развития разноориентированных секущих крутопадающих разломов.

Библиографический список:

- Исаходжаев Б.А., Тангиров А.И., Урунов Б.Н. Бозтау-Кокпатав-Окжеттесский тренд // Научно-практический журнал Геология и минеральные ресурсы – Ташкент, 2013. № 6. – С. 23-30.
- Шермухамедов Т.З., Исаходжаев Б.А. и др. «Околорудные изменения на месторождении Кокпатав» // В сб. «Вопросы петрографии и геологии Узбекистана», Ташкент, 1982. – С.75-79.
- Мирходжаев Б.И. «Геолого-структурные условия размещения сурьмяного оруденения Западного Узбекистана, геологические критерии оценки его перспектив». (Диссертация на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук). – Ташкент, 1983 г.
- Щербань И.П., Цой Р.В. и др. «Околорудные метасоматиты Западного Узбекистана». – Москва, 1990. – 188 с.

ГИПЕРГЕНЕЗ И ВЕРТИКАЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ГИПОГЕННЫХ ПЕРВИЧНЫХ РУД ЗОЛОТОСЕРЕБРЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАКУТАН



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



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



Мусаев Г.М.,
руководитель группы ИЦВНТ
НГМК

Mazkur maqolada birinchi marta Qoraqo'ton oltin-kumush koni ma'danlarini turli xil genetik turdagi ma'danlarning vertikal zonasi aniqlandi; konning yuqori qismi gipergeren ma'danlarning rivojlanish zonasi bilan ifodalandi; o'rta qismlari ikkilamchi sulfid kontsentratsiyasining rivojlanish zonasi bilan ifodalandi; konning chuqur qismlari esa birlamchi gipogen samarali ma'danlar bilan ifodalandi.

Tayanch iboralar: geokimyo, mineralogiya, oltin, kumush, hamroh elementlar, Qoraqo'ton koni, har xil turdagi ma'danlarni vertikal zonasi.

В данной статье впервые выявлена вертикальная зональность различных генетических типов руд для руд золотосеребряного месторождения Каракутан: верхние горизонты месторождения представлены зоной развития гипергенных руд; средние горизонты представлены зоной развития вторичного сульфидного обогащения; глубокие части месторождения представлены первичными гипогенными продуктивными рудами.

Ключевые слова: геохимия, минералогия, золото, серебро, сопутствующие элементы, месторождение Каракутан, выделение вертикальной зональности различных типов руд.

Золотосеребряные руды месторождения Каракутан залегают в вулканогенно-терригенно-карбонатно-углеродистых осадочно-метаморфогенных сланцах нижнего палеозоя (Катармайская свита D, kt), являющаяся литолого-парагенетической ассоциацией вмещающих пород, которая прорывается небольшими по размерам интрузивами гранитоидного состава (Корсаков В.С., Мушкин И.В.).

Руды золотосеребряного месторождения являются сложной гетерогенной минерало-геохимической системой, сформировавшейся в консолидации вещества:

1 – литолого-метаморфическая ассоциация элементов и минералов пород Катармайской свиты (D, kt);

2 – метоморфогенно-рудообразующая парагенетическая ассоциация элементов и минералов;

3 – геохимическая ассоциация элементов и минералов гипергенеза (кора выветривания, формирование зон окисления);

4 – геохимическая ассоциация элементов и минералов в зонах вторичного сульфидного обогащения.

5 – геохимическая ассоциация элементов и минералов в гипогенных первичных рудах. Данный подход позволяет определить их геохимическую и минеральную сущность в процессе образования руд золотосеребряного месторождения Каракутан. Нами установлена зональность в распределении геохимических и минералогических ассоциаций в пространстве:

– верхние горизонты месторождения представлены корами выветривания и окисленными рудами;

– средние глубины представлены зоной распространения вторичного сульфидного обогащения руд;

– зона залегания первичных золотосеребряных сульфидных руд (табл. 1-7).

Нами были детально изучены формы нахождения рудообразующих благородных и других сопутствующих ценных элементов не только в рудах выше указанных зон, но и в продуктах их технологического передела, для усовершенствования технологии извлечения не только благородных, но и других сопутствующих элементов.

Для золоторудных углеродсодержащих месторождений нижний предел крупности частиц золота и серебра, извлекаемые традиционны-

ми методами обогащения (флотация, гравитация, выщелачивание и т.д.) на данный момент, составляет 1-3 мкм. К таким месторождениям относятся и руды золотосеребряного месторождения Каракутан.

В настоящее время все чаще разрабатываются месторождения, где золото и серебро представлено высокодисперсными микроминералами и нано частицами. К таким месторождениям относятся месторождения нетрадиционных типов (руды кор выветривания, окисленные руды, руды вторичного сульфидного обогащения, первичные руды с упорным золотом, техногенные месторождения), золото и серебро в которых представлено коллоидными и ультра тонкодисперсными частицами металлов крупностью менее 1 мкм. В связи с этим, требуются новые подходы изучения вещества, которые позволят извлекать золото из месторождений с подобным типом руд.

Таблица 1
Минеральный состав отдельных зон гипергенеза золотосеребряного месторождения Каракутан

Зона гипергенного профиля	Горизонт гипергенного профиля	Главные минералы месторождений
Окисленные руды	Верхний	Гетит, гидрогетит, аморфный кремнезем (опал и др.), церусцит, мелантерит, ярозит, куприт, скородит, глет, миметезит, бедантит, гипс, полугидрат, кермезит, валентенит, тунгстит, повелит, цинкит, арканит, батлерит, самородное золото и серебро и др. интерметаллиды
Супергенные сульфидные руды	Средний	Халькозин, ковеллин, теморит, акантит, гринокит, тунгстенит, штро-мейрит, полибазит, сейняйкит, самородное золото и серебро
Гипогенные сульфидные руды	Нижний	Кварц, пирит, пирротин, арсенопирит, галенит, сфалерит, халькопирит, антимонит, тетраэдрит, матильдит, фрейберит, гессит, науманит, аргентит, самородное золото и серебро

Общеизвестно, что обогащение руд – это процесс концентрирования минералов, но не химических элементов, так как сами химические элементы в различных формах входят в состав минералов. По этому, успех обогатимости зависит от детальности минералогических исследований исходных руд.

В связи с этим, нами проведены детальные исследования по определению форм нахождения рудообразующих золота, серебра и

др. ценных компонентов в различных типах руд и продуктах их передела золотосеребряного месторождения Каракутан, в пределах размерности минеральных частиц (>1 мкм и <1 мкм). Для выявления форм нахождения рудообразующих золота, серебра, платиноидов и др. ценных сопутствующих элементов в рудах и продуктах передела были использованы следующие аналитические лабораторные исследования: микроскопия, рентгенофазовый анализ, микрозондирование, сканирующая электронная микроскопия, на приборах нового поколения – микрозонд IXA-88 (Geol, Япония), сканирующий электронный микроскоп EWOMA.

Ниже приводятся данные зональности распределения различных типов руд в пространстве (табл. 1-7).

Гипергенез гипогенных первичных руд: В результате наших исследований было установлено, что гипергенные руды золотосеребряного месторождения Каракутан имеют чрезвычайно разнообразие минерального состава и по числу минералов и минералоидов превосходят первичные руды (табл. 1-7). Необходимо отметить, что кроме выветривания и окислительным процессам подверглись не только силикаты, алюмосиликаты, сульфиды, сульфосоли, карбонаты, но и аксессуарные минералы (рутил, циркон) а так же редкоземельные минералы (монацит, ксенотим, апатит и др.). Нами установлено резкое преобладание в зоне гипергенеза кислородсодержащих соединений, прежде всего солей кислородных кислот (сульфатов, арсенатов, антимонатов, фосфатов и силикатов) и оксидов, гидроксидов. Причиной нахождения различного класса минералов являлась высокая активность кислорода и воды в условиях гипергенеза. Следует согласиться с мнением [1-2], что вмещающие оруденение карбонатно-терригенные породы содержали значительное количество кислорода (кларк кислорода в осадочных породах 53%) по сравнению с изверженными породами (35-45%).

В процессе деструкции рудных минералов (пирита, пирротина, арсенопирита, галенита, сфалерита, халькопирита) – основных продуктивных минералов), месторождения Каракутан в зоне окисления по данным экспериментальных исследований реакции окисления сульфидов в сернокислых растворах в зависимости от Ph раствора (< 5 или > 5), формируются типичные гипергенные минералы: по пириту – ярозит, оксиды и гидроксиды железа; по пирротину – мелантерит, оксиды и гидроксиды железа; по арсенопириту – скородит; по халькопириту – мелантерит, оксиды и гидроксиды железа; по халькозину – самородная медь, куприт, ковеллин; по тетраэдриту – биндгеймит [3-5].

Необходимо отметить роль железа при окислении пирита, пирротина, арсенопирита, галенита, халькопирита, сфалерита кислородом, водой и кислотами образуется значительное количество сульфатов железа, а также арсенидов, фосфатов железа (табл. 1-7).

В формировании зоны окисления руд месторождения Каракутан участвовали элементы с высоким ионным потенциалом, т.е. с достаточно выраженным сродством к кислороду, которые образуют кислородсодержащие гипергенные минералы: C, S, P, As, Sb, Se, Te, у которых ионный потенциал >10 (малый ионный радиус и высокая валентность) и которым свойственны прочные комплексные кислородные анионы, которые образуют с рудогенными элементами (металлами) разнообразными труднорастворимыми соли (табл. 1-7).

Большое значение при формировании зоны окисления руд золотосеребряного месторождения Каракутан проявляли элементы с низким ионным потенциалом [6]: Fe³⁺, Al, Si, Ti, Mn, V, соли, которые в воде подвержены интенсивному гидролизу, вследствие чего они концентрируются в условиях гипергенных процессов в оксидно-гидроксидной форме. Самыми распространенными минералами являются оксид-гидроксид железа (гетит и гидрогетит), а также халцедон, опал, гематит, валентенит, биндгеймит, кермезит, арсенолит, куприт, глет, тунгстит, цинкит, повелит, платнорит, цирконофаз и др. (табл. 1-7). В формировании зоны окисления золотосеребряного месторождения также принимают участие соли бескислородных кислот – галоидные (хлориды, бромиды, фториды): галит, дельхазлит, (Zn, Cu) Br, каракутанит. Их присутствие – показатель формирования зоны окисления в аридном сухом климате.

Таблица 2

Минеральный состав зоны гипергенеза матрицы вмещающих оруденений пород (по данным рентгенофазового анализа и сканирующего электронного микроскопа)

Класс минералов	Минерал	Формула минерала	Частота встречаемости
Силикаты	Тоберморит	$Ca_{10}[(OH)_6Si_{12}O_{31}]_8CH_2O$	+
	Опал	$Si_2O \cdot nH_2O$	++++
	Алмаозит	$Pb_3[Si_3O_9]$	+
Алюмосиликаты	Аллофан	$m Al_2O_3 \cdot n SiO_2$	++
	Гиалафан	$(K, Ba) [Al (Al, Si)] Si_2O_8$	++
	Галлуазит	$Al_4[Si_4O_{10}](OH) \cdot 4H_2O$	++
Карбонаты	Арогонит	$Ca CO_3$	++
Галогениды	Галит	$Na Cl$	++

Таблица 3

Минеральный состав и коры выветривания зоны окисления (по данным микрозондирования и сканирующего электронного микроскопа)

Класс минералов	Минерал	Формула минерала	Частота встречаемости
Самородные	Золото, серебро, медь, цинк, свинец, железо	$Au, Ag, Cu, Zn, Pb, Fe, S, W, C$	++
Интерметаллиды	Медь-цинк, железо-платина	$(Cu, Zn) (Cu, Zn, Br) (Fe, Pt) (Ag, Pt)$	++
Оксиды и гидроксиды	Гидрогетит (лимонит)	$Fe (OOH) H_2O$	++++
	Мо - шеелит	$Ca [WO_4]$	+
	Повелит	$Ca [MoO_4]$	+
	Тунгит	$WO_2 (OH) 2$	+
	Оксид олова и меди*	$(Sn Cu) O_2$	+
	Биндгеймит	$Pb_{1-2} Sb_{2-1} (O, OH, H_2O)$	+
	Кермезит	$Sb_2 S_2O$	+
	Валентенит	Sb_2O_3	++
	Арсенолит	$As_2 O_3$	++
	Скородит	$Fe [As O_4]$	+++
	Миметезит	$Pbs [AsO_4] Ce$	+
	Платнерит	PbO_2	++
	Куприт	Cu_2O	+
	Тенорит	$Cu O$	+
	Глет	$Pb O$	++
	Платнерит	$Pb O_2$	+
	Цинкит	$Zn O$	+
Сульфаты, арсенаты и антимонаты	Гипс	$Ca [SO_4] * 2 H_2O$	++++
	Полугидрат	$Ca [SO_4] * 0,5 H_2O$	++
	Ярозит	$K Fe_3 [SO_4] 2 (OH) 6$	++
	Бедантит	$Pb Fe [AsO_4, SO_4] (OH) 6$	+
	Англезит	$Pb [SO_4]$	+
	Сангенит	$K_2 Ca [SO_4] * H_2O$	+
	Мелантерит	$Fe [SO_4]$	++
	Кизерит	$Mg [SO_4] * H_2O$	+
	Арканит	$K_2 [SO_4]$	+
	Миметезит	$Pbs [Ce] [As O_4] 3$	+
Батлерит	$Fe [(OH) SO_4] * 2 H_2O$	+	

Наряду со значительным развитием кислородсодержащих соединений (сульфатов, арсенатов, антимонатов, фосфатов, силикатов, оксидно-гидроксидных минералов), в не меньшей степени распространены представители и др. минеральных классов – простые вещества (самородные элементы и интерметаллиды): *Au, Ag, Cu, Zn, Pb, Fe, C, S, W, Cu-Zn, Ag-Pt, Pt-Fe, Au-Ag, Au-Fe, Au-As, (Zn-Cu) Br* (табл. 6-29, 30, 31, 32, 33, 34). Возможность их образования обусловлена наличием в зоне окисления участков и горизонтов с восстановительными условиями минералообразования (присутствие углеродистого вещества до 0,60%) и с деятельностью сульфатредуцирующих бактерий. Самыми распространенными гипергенными минералами по классам являются: силикаты (опал, аллофан, галлузит), > оксиды и гидроксиды железа (гетит, гидрогетит), > сульфаты (гипс, полугидрат), > антимонаты, > арсенаты, > карбонаты, > фосфаты, > молибдаты, > вольфраматы, > галогениды, > самородные элементы и интерметаллиды (табл. 1-7). В общей сложности нами впервые установлено более 33 гипергенных минералов различного класса: силикаты, алюмосиликаты, оксиды и гидроксиды, сульфаты, фосфаты, арсенаты, антимонаты, карбонаты, галогениды и их смеси самородные и интерметаллиды.

Зона вторичного сульфидного обогащения: В настоящее время, как считают авторы [7-8], среди многочисленных сульфидов и их аналогов в зоне гипергенеза рудных месторождений насчитываются всего лишь несколько десятков минеральных видов.

Они считают эти цифры условными в связи с трудностями учета гипергенных сульфидов и аналогичным им соединений и отсутствием надежных сведений об их генезисе.

Применение микрозонда и сканирующего электронного микроскопа позволило установить ряд гипергенных сульфидных минералов, которые можно разбить на три группы: медную (халькозин, диагенат, ковеллин), свинцово-серебро-цинковую с *Ag, Cd, Sb* (полибазит, штрмейрит, сейняйковит, гринокит) и вольфрамовую (тунгстениит) (табл. 4, 5).

Данные подразделения гипергенных сульфидов указывают на состав первичной минерализации руд месторождения Каракутан.

Таблица 4
Минеральный состав зоны вторичного сульфидного обогащения (по данным микрозондирования и сканирующего электронного микроскопа)

Класс минералов	Минералы	Формула минерала	Частота встречаемости
Сульфиды	Халькозин	Cu_2S	++
	Дигениит	$Cu_{2-x}S$	++
	Ковеллин	CuS	+
	Аконит (Разновидность)	Ag_2S	++
	Гринокит	CdS	+
	Тунгстениит	WS_2	+
	Штрмейрит	$AgCuS$	+
	Полибазит	$(Ag, Cu)_{18}Sb_2S_{11}$	+
	Сейняйковит	$FeSb_2$	+

Таблица 5
Химический состав минералов зоны вторичного сульфидного обогащения (по данным микрозондирования)

Минерал	Cu	S	Fe	Ag	Zn	As	Sb	Cd	W	O
Халькозин	78,10	19,12	1,52	1,26						
Дигениит	75,41	23,60	0,39		0,38					
— // —	71,0	27,62	0,59		0,67					
— // —	74,18	24,84	0,40		0,56					
Ковелин	65,38	29,07	5,62			0,02				
— // —	65,01	29,15	5,85		0,07	0,06				
Акантит	0,15	12,28	0,15	85,9	0,37		0,50			
Гринокит	1,45	20,77	0,79		1,15			75,85		
— // —	1,98	22,59	0,84		0,91			73,68		
Тунгстениит		5,35							94,65	2,30
Штрмейрит	23,80	18,13		53,27						

Гипергенные сульфиды и их аналоги в зоне окисления руд образуются тремя способами:

- в результате обменных реакций типа сульфид – сульфат;
- путем сульфат-редукции, т.е. восстановления SO_4^{2-} до S^{2-} с участием бактерий;
- через электрохимическое взаимодействие первичных гипогенных сульфидов [9].

Нами впервые установлено 9 минералов зоны вторичного сульфидного обогащения.

Таблица 6
Минеральный состав гипогенных первичных руд (по данным микрозондирования и сканирующего электронного микроскопа)

Класс минералов	Минералы	Формула минерала	Частота встречаемости
Самородные	Золото, серебро	Au, Ag	++
Сульфиды	Пирротин	$Fe_{1-x}S$	+
	Пирит	FeS_2	++++
	Галенит	PbS	++
	Халькопирит	$CuFeS_2$	++
	Сфалерит	ZnS	++
	Станин	Cu_2FeSnS_4	+
	Бетехтениит	$(Cu, Fe, Pb, Ag)_7S_7$	+
	Петландит	$(Fe, As)_2S_2$	+
	Мателдидит	$AgBiS_2$	+
	Аргентит	Ag_2S	++
	Мохит	Cu_2SnS_3	+
Тунгстениит	WS_2	+	
Арсениды	Арсенопирит	$FeAsS$	++
	Леленгит	$FeAs$	+
	Гарсдорфит	$NiAsS$	+
	Кобальтит	$(Co, Fe)AsS$	+
	Глукадот	$Cu_{12}Sb_4S_{13}$	+
	Ауроарсенид	$AuAs$	+
Антимониды	Антимонит	Sb_2S_3	++
	Горсдорфит	Cu_6Sb	+
	Тетраэдрит	$Cu_{12}Sb_4S_{13}$	+
	Фрейберит	$(Ag, Cu)_{12}Sb_4S_{13}$	+
	Рамдорит	$Ag_2Pb_3Sb_5S_9$	+
	Полибазит	$(Ag, Cu)_{18}Sb_2S_2$	+
	Бурнанит	Pb, Cu, Sb_2S_3	+
	Буланжерит	$Pb_5Sb_4S_{11}$	+
	Накасеит	$Pb_4Ag_3CuSb_{12}S_{24}$	+
	Джемсонит	$Pb_4FeSb_6S_{14}$	+
	Сейяйковит	$FeSb_2$	+
	Стефанит	Ag_3SbS_{14}	+
	Анимикит	(Ag, Sb)	+
	Фюленит	$3PbS, 4SbS_{14}$	+
	Гудмундит	$FeSb_5$	+
	Горффордит	Cu_2Sb	+
	Ульмонит	$NiSbS$	+
	Теллури-антиманит	$Sb_2Te_3S_3$	+
	Науманнит	Ag_2Se	+
	Клаустали	$PbSe$	+
Агвиларит	Ag_4SeS	+	
Теллури-антимон	Sb_2Te_3	+	
Гессит	Ag_2Te	++	

Таблица 7
Минеральный состав продуктов обжига технологического передела руд (по данным растрового электронного микроскопа и микрозондирования)

Класс минералов	Минерал	Формула	Частота встречаемости
Сульфиды	Пирротин	$Fe_{1-x}S$	++
Оксиды	Гематит	Fe_2O_3	++
Сульфаты	Ангидрит	$CaSO_4$	++
Интерметаллиды	Аргенто-платина	$Ag-Pt$	+
	Ферроплатина	$Pt-Pt$	+

Возможно, и оксид *Zn* (цинкит), и оксид *Pb* (глет) необходимо отнести к зоне вторичного сульфидного обогащения. В табл. 6 приводится минеральный состав первичных гипогенных руд месторождения Каракутан. Из выше изложенного следует, что масштабное проявление и активность формирования зоны гипергенеза (природная технология деструкции первичных гипогенных золото-серебряных руд) напрямую зависят от размерности минеральных индивидов (<1 мкм и > 1 км), которые в результате наших исследований оказались нестехиометричными минералами по составу, относительно идеализированного химического состава минералов. Это и создало предпо-

сылку для более интенсивного гипергенеза минералов гипергенных руд и концентрации золота, серебра, платины, и др. ценных компонентов в зоне гипергенеза.

Впервые для руд золотосеребряного месторождения Каракутан выявлена вертикальная зональность различных генетических типов руд: верхние горизонты месторождения представлены зоной развития гипергенных руд; средние горизонты представлены зоной развития вторичного сульфидного обогащения; глубокие части месторождения представлены первичными гипогенными продуктивными рудами.

Библиографический список:

1. Баймухамедов Х.Н., Курбанов Л.С., Чеботарев Г.П. Минералого-геохимическая характеристика руд Каракутанского рудного поля. Рудные формации и основные черты металлогении золота в Узбекистане. – Ташкент: «Фан». Узб. ССР. 1969. – С. 144-149.
2. Василевский Б.Б., Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р., Туресебеков А.Х. Проблемы крупнообъемных месторождений золота и меди Узбекистана – Ташкент: ГП «НИИМР», 2012. – С. 47-67.
3. Горев Г.В. Геология Каракутанского рудного поля. Рудные формации и основные черты металлогении золота в Узбекистане. – Ташкент: «Фан» Узб. ССР. 1969. – С. 140-143.
4. Марченко Л.Г. Наноминералогия золота и платиноидов. – Алматы, 2016. – 223 с.
5. Минералы. Справочник. – М.: АН СССР, 1960. – 616 с.
6. Петровская Н.В., Самородное золото. М.: «Наука», 1973. – 345 с.
7. Туресебеков А.Х., Шарипов Х.Т., Ткаченко Е.С. и др. Технологическая минералогия золотосульфидных месторождений черносланцевых толщ Узбекистана. IX Российский семинар «Технологическая минералогия природных и техногенных месторождений. Магнитогорск. 22-24 апреля 2014 г.
8. Туресебеков А.Х., Ткаченко Е.С. и др. Минералогия и геохимические особенности руд золоторудного месторождения Каракутан. Геология и минеральные ресурсы. №5, 2016. – С. 32-35.
9. Штрунц Х. Минералогические таблицы. Гос. Изд-во научно-технической литература по горному делу. – Москва, 1961. – 531 с.



Ташкентский государственный технический университет Межотраслевой Центр стратегических инноваций и информатизации, Узбекское отделение Международной Академии наук Высшей школы, Навоийский горно-металлургический комбинат, АО «Алмалыкский ГМК», АО «Узметкомбинат» проводят 26-27 октября 2021 года в г.Ташкенте юбилейную 25-ую Международную научно-практическую конференцию «Инновация-2021».

Специалистов, желающих принять участие в Конференции, просим направлять тезисы докладов, оформленные в соответствии с прилагаемыми требованиями, акт экспертизы и справку об авторах до 30 июня 2021 года на электронный адрес:

conference@innovation.uz

Оргкомитет конференции "Инновация-2021"
100095, г. Ташкент, Вузгородок, ул. Университетская, 2
Центр Стратегических Инноваций и Информатизации,
Тел.: (+99871) 227-10-06, (+998 90) 352-34-68
email: conference@innovation.uz
www.innovation.uz

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗИАЭТДИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Oltin, Qizbibi svitasining ma'danlar va mineralizatsiyalashgan kon jinslarining yagona sanoat jihati-dan qiziqarli tarkibiy qismidir, hamda kamroq Qoraqo'ton tarmog'ida va alohida hollarda Shimoliy tarmog'ida.

Oltin tarkibli minerallashuvning asosiy namoyon bo'lish shakli ruda tanalari va rudalarning paydo bo'lishi hisoblanadi.

Tayanch iboralar: oltin, ma'dan, birikmali sulfid, foydali birikma, foydali qazilma.

Золото, является единственным промышленно интересным компонентом руд и минерализованных пород Кизбибинской ветви, меньше – в Каракутанской и, в единичных случаях – в Северной ветви.

Основной формой проявления золотосодержащей минерализации являются рудные тела и рудопроявления.

Ключевые слова: золото, руда, колчедан, полезный компонент, полезное ископае-



Абдунабиева М.В.,
в.и. Геологоразведочного
факультета ТашГУ
им. И. Каримова, доцент

Зиаэтдинское рудное поле расположено в Зиаэтдинских горах на границе Зарафшано-Алайской и Зарафшано-Туркестанской структурно-формационных зон. Сложено оно метаморфизованными эффузивно-терригенными отложениями нижнего девона, дислоцированными в крупную Катармайскую антиклиналь ассиметричного строения, крылья которой осложнены складками более высоких порядков и многочисленными разновозрастными нарушениями более высоких порядков и многочисленными разновозрастными нарушениями преимущественно субширотного простирания.

Все известные в Зиаэтдинском рудном поле месторождения, обособленные рудные тела и рудопроявления размещены в пределах северного крыла Катармайской антиклинали, внутри субширотной крутопадающей Каракутанской зоны глубинных разломов. Наибольшие промышленные скопления золота зафиксированы в ее Кизбибинской ветви, меньше – в Каракутанской и, в единичных случаях – в Северной ветви [1].

Главной задачей изучения рудного поля Катармайская свита нижнего девона (D₁k₁). По данным Корсакова В.С., Мушкина Н.В. (1980) она принадлежит к оливин-базальтовой ассоциации, развитие которой связано с образованием вулканогенных прогибов и рифтоподобных структур на окраине геосинклинали. При этом вулканогенные тела во многих случаях имеют согласное с вмещающими породами залегание, а на глубине могут быть связаны в единые вулканические структуры.

Исследование показывает, что Катармайская свита по литологическим особенностям подразделяется на 4 подсвиты, имеющие постепенные переходы между собой.

Первая подсвита (терригенно-вулканогенная, D₁kt₁) представлена терригенно-вулканогенными породами и сложена агломератовыми туфами базальтового состава с прослоями и линзами слюдисто-полевошпат-кварцевых сланцев, мраморов, доломитов, известняков и кремнистых пород. Мощность подсвиты составляет более 600 м. Прослои метабазитов (от 14,0 до 80,0 м) представляют собой, в большинстве случаев, рассланцованные темно-зеленые полосчатые породы, хорошо выделяющиеся в разрезе и прослеживаемые по простиранию на десятки и сотни м. Границы их со сланцами постепенные, характеризуются тонким чередованием осадочных и вулканогенных пород. Основная масса метабазитов обнажена в ядре Катармайской антиклинали в виде узкой полосы, протягивающейся в широтном направлении.

Вторая подсвита (карбонатно-терригенная, D₁kt₂) сложена кристаллическими сланцами темно-серого цвета с прослоями метабазитов, карбонатных пород и кварцитов. Породы в значительной степени окварцованы, что выражено в развитии полосок и гнезд кварца, ориентированных по слоистости. Прослои кварцитов и карбонатных пород (мраморизованные доломиты и известняки) имеют мощность от 0,1 до 20,0 м при протяженности в несколько десятков и сотен м. Распределение их по разрезу неравномерное. В нижней части это отдельные прослойки, а в центральной – горизонты (80-150 м по простиранию), переслаивающиеся со сланцами. В верхней части

разреза отмечаются линзовидные горизонты известняков и доломитов. Количество метабазитов значительно уменьшается по сравнению с первой подсвитой. Общая видимая мощность подсвиты более 500 м.

Третья подсвита (вулканогенно-терригенная, D₁kt₃) по набору пород самая разнообразная. Свообразием для нее является наличие грубообломочных и содержащих углеродистое вещество пород. Охватывает она центральную часть поля, протягиваясь в виде широкой (до 3,5 км) полосы в субширотном направлении. Для подсвиты, характерно значительное распределение ореолов золота, главным образом в пределах сферы влияния Каракутанской зоны глубинных разломов, где локализовано большинство золоторудных тел с промышленными параметрами.

Сложена, подсвита переслаивающимися неравномерно метаморфизованными слюдисто-полевошпат-кварцевыми, слюдисто-кварц-полевошпатовыми, полевошпат-кварц-слюдистыми, алевролитоглинистыми, глаукофановыми сланцами, филлитами с резко подчиненным количеством прослоев и линз доломитов, известняков, песчаников, гравелитов, многочисленными прослоями, линзами туфов, агломератовых туфов базальтового, оливин-базальтового состава мощностью до 200,0 м и протяженностью от первых сотен метров до 10 км и более. Распространены они в центральной части разреза подсвиты. По разрезу и по простиранию отмечается частая смена слоев сланцев различного минерального состава и неравномерное распределение линз, линзовидных тел, покровов метабазитов и вулканогенных пород. Общая видимая мощность подсвиты более 2500 м.

Четвертая подсвита (терригенная, D₁kt₄) сменяется вулканогенно-терригенными образованиями третьей подсвиты. Граница подсвиты проводится по последним выходам карбонатных пород третьей подсвиты и имеет вдоль гряды Киз-Биби, как тектонические взаимоотношения, так и постепенные переходы. Представлена монолитной толщей темно-серых слюдисто-полевошпат-кварцевых, слюдисто-кварц-полевошпатовых сланцев с прослоями филлитов, кремнистых сланцев и, реже, гравелитов, метабазитов. Мощность прослоев до 0,5 м, метабазитов – до 20 м. Видимая мощность подсвиты более 2200 м [2].

Мезокайнозойские отложения, слагающие предгорья, обрамляют палеозойский фундамент и представлены верхнемеловым комплексом, состоящим из глин, алевролитов, песчаников, гравелитов и конгломератов. Отложения палеогена сложены известковистыми доломитами, мергелями, глинами, алевролитами и песчаниками. Мощность меловых и палеогеновых отложений достигает 150 м.

Четвертичные отложения развиты по руслам временных водотоков, склонам пологих вершин. Сложены элювиальными, делювиальными, пролювиальными и коллювиальными образованиями. По склонам гор мощность отложений колеблется в пределах первых метров, а в долинах временных водотоков – до первых десятков метров [3].

Полезные ископаемые рудного поля характеризуются малым набором минеральных соединений и компонентов, имеющих промышленное значение, главным из которых является золото. В виде

спутников встречаются серебро, молибден, вольфрам, олово, мышьяк, медь, свинец, цинк [4]. Помимо золота имеются объекты нерудного сырья: карбонатные и силикатные компоненты для производства цемента, кварц-полевошпатовое сырье для производства высоковольтного фарфора и абразивов, песок, щебень и бутовый камень для дорожного строительства и строительных материалов.

Золоторудная минерализация относится к золото-сульфидно-кварцевой формации, по содержанию в рудах сульфидов – к убого-сульфидной (до 2%) и малосульфидной (до 5%). По морфологическим особенностям, условиям залегания и внутреннему строению рудных тел выделяются следующие типы:

– жилы и минерализованные зоны в эффузивно-терригенных породах;

– штокверки в покровах эффузивов основного состава.

Рудные тела локализованы в субширотных тектонических минерализованных зонах Кизибинской ветви Каракутанской зоны глубинных разломов. Азимут падения тел 310-340°, угол падения 80-90°. Мощность неравномерная – от 0,3 до 24 м.

По минералогическому составу рудные тела относятся к золото-сульфидно-кварцевой формации, по содержанию в них сульфидов (2,8-4,1%) – к малосульфидной.

В составе руд присутствуют: самородное золото, самородное серебро, пирит, пирротин, гематит, магнетит, гидроокислы железа, арсенопирит, сфалерит, галенит, джемсонит, бурнит, буланжерит, халькопирит, ковеллин, блеклые руды.

Золото самородное преобладает в кварце, где много пустот и трещин в виде скоплений очень мелких (0,001-0,08 мм), крупных (до видимого) частиц (0,6-1,5 мм), жилковидной толщиной 0,1-0,5 мм и длиной до 0,7 мм. Очень редко отмечается в пирите и арсенопирите в виде микровключений (0,001-0,04 мм). По форме золотины амебовидные, комковатые, червеобразные с извилистыми неровными ограничениями, жилковидные, пластинчатые, крючковатые, дендритовидные, каплевидные, губчатые с чистой и частично покрытой гидроокислами железа (в зоне окисления) поверхностью. Форма мелких золотинок округлая, каплевидная, чешуйчатая, пленочная.

Текстура руд редко-вкрапленная, вкрапленная, прожилково-вкрапленная. Структура идиоморфная, идиоморфо-зернистая, гипидиоморфо-зернистая, аллотриоморфо-зернистая, каемочная замещения, реликтовая, эмульсионная распада твердого раствора.

Минералогический состав рудных тел идентичен, в них преобладает кварц – 42,4-59,8%, полевошпат – 17,2-34,8%, биотит (частично разложенный), мусковит, серицит – 3,9-13,4%, хлорит – 2,0-10,8%, карбонат – 2,0-4,3%, амфибол (частично разложенный) – до 0,3%, эпидот, цоизит, лецкоксен – 0,1-2,4%, гидрокислы железа – 0,3-2,3%, углеродистые вещества – 0,1-1,9%, пирит, пирротин – 1,5-4,9%, прочие рудные минералы – 0,1-0,3%, аксессуарные (рутил, сфен, апатит, циркон, турмалин) – 0,5-0,9%. Рудные представлены самородным золотом, самородным серебром, кераргиритом, кюстелитом, пиритом, пирротином, сидеритом, лимонитом, гетитом, арсенопиритом, скородитом, птитцитом, сфалеритом, смитсонитом, галенитом, халькопиритом, кавеллином, халькозином, борнитом, теннантитом, блеклой рудой, малахитом, медной зеленью, джемсонитом, буланжеритом, псиломеланом, вернадитом, ярозитом.

Золото самородное, как крупное, так и мелкое (от тысячных долей до 0,6x0,8 мм) встречается в кварце по стенкам пустот и возле них, по микротрещинам около вкрапленников пирита, в катаклазите, заполняющем межколонные промежутки в брекчии, в мелниновом цементе кварц-сланцевой брекчии и в сульфидах (очень редко).

Золото амебовидное, комковое, жилковидное, пластинчатое, дендритовидное, губчатое и монолитное, чешуйчатое, каплевидное, пленочное.

Содержание золота в рудных телах изменяется от следов до 6903,7 г/т, серебра – от менее до 17500 г/т, среднее содержание золота в рудах колеблется от 2,1 до 42,4 г/т, серебра от менее 1 до 1,81, 25 рудных тел отработано до глубины 10-200 м, средняя глубина отработки составляет 60 м.

Молибденовая минерализация с содержанием 0,0001-0,008% размещается в тектонических зонах брекчирования и окварцевания как единичные разрозненные точки.

Из нерудного сырья, важное значение имеют Навойское месторождение девонских известняков (карбонатный компонент) и Силурийское месторождение сланцев (силикатный компонент) для цементной промышленности.

Таким образом, все известные в Зияятдинском рудном поде золоторудные месторождения имеют важное значение, особенно Кизибит и Каракутон, рекомендуется продолжение оценочных и разведочных работ на золото и другие полезные ископаемые.

Библиографический список:

1. Абдурахмонов А.А., Тажиева А.С. Основные закономерности размещения золоторудных месторождений Каратауских гор Западного Узбекистана // Геология и условия размещения МПИ Узбекистана и сопредельной территории. – Ташкент, 1988.
2. Цой В.Д., Королева И.В., Мундузова М.А., Захидов А.Р. Нетрадиционный апокарбонатный тип золоторудного оруденения Узбекистана. – Т.: ГП «ИМП», 2011. – 174 с.
3. Пирназаров М.М. Золото Узбекистана. Рудно-формационные типы прогнозно-поисковые модели и комплексы. – Т.: ГП «ИМП», 2017. – 248 с.
4. Проценко В.Ф. Метаморфизм и рудогенез в черносланцевых толщах Средней Азии. – Т.: ГП «ИМП», 2008. – С. 235-238.

ГЕОЛОГО–СТРУКТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПИСТАЛИ (СЕВЕРНЫЙ НУРАТАУ)



Ишбаев Х.Д.,
гл. науч. сотр. Института геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева, Госкомгеологии РУз. д.г.-м.н., профессор



Нематуллаев С.Ю.,
главный геолог АО «Самаркандгеология» Госкомгеологии РУз.



Джуманиязов Д.И.,
мл. науч. сотр. Института геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева Госкомгеологии РУз.

Pistali ruda koni Janubiy Tyan-Shanning g'arbiy tomonida joylashgan Shimoliy Nurato zonasining potentsial samarali Au, Ag, W, Ti, Fe, Pb, Zn va REE mineralizatsiya turlarida joylashgan. Mualliflar Shimoliy Nurotodagi Pistali konining oltin mineralizatsiyasi geologik va strukturaviy holati va moddiy tarkibining hususiyatlarini o'rganishga kirishdilar. Tog' jinslari va rudalarning tarkibini o'rganish O'zbekiston Respublikasi Davlat geologiya qo'mitasining markaziy laboratoriyasida, toshlar va sulfidlardagi petrogen va noyob elementlarning tarkibini aniqlash ICP MS usullari bilan ICPE-9000 spektrometrida amalga oshirildi.

Tayanch iboralar: Pistali rudasi maydoni, brakiantiklin, yoriqlar, ofiolitlar, tikuv zonasi, kon, lokalizatsiya sharoitlari, to-mirlar, oksidlangan, birlamchi, rudalarning moddiy tarkibi, metasomatitlar, oltin, sulfidlar, dispersion galogenlar.

Писталинское рудное поле расположено в потенциально продуктивной на Au, Ag, W, Ti, Fe, Pb, Zn и PЗЭ типов оруденения Северонуратинской зоне западного окончания Южного Тянь-Шаня. Авторами было предпринято изучение геолого-структурной обстановки размещения и особенностей вещественного состава золотого оруденения месторождения Пистали Северного Нуратау. Исследование состава пород и руд выполнено в Центральной лаборатории Госкомгеологии Республики Узбекистан, определены содержания петрогенных и редких элементов в породах и сульфидах проводили методами ICP MS на спектрометре ICPE-9000.

Ключевые слова: Писталинское рудное поле, брахиантиклиналь, разрывные нарушения, офиолиты, сутурная зона, месторождение, условия локализации, жилы, окисленные, первичные, вещественный состав руд, метасоматиты, золото, сульфиды, ореолы рассеяния.

Становится очевидным, что орогенные месторождения золота располагаются рядом с сутурными зонами или системами сдвигов, которые представляют собой швы между тектоническими террейнами и локализируются в пределах осложнений вдоль них в структурах второго порядка [1], что вполне характерно для сутурной зоны Туркестанского палеоокеанического бассейна. К этой зоне пространственно приурочено подавляющее большинство промышленных месторождений золота и меди [2]. До последнего времени генетические связи золоторудных месторождений с гранитоидным магматизмом достоверно не установлены, но выявляются парагенетические взаимоотношения с малыми интрузиями и особенно, лампрофировыми дайками [3-10]. А.И. Гусевым [8] выявлены и различные типы золотого оруденения, связанные с щелочными и ультрабазит-базитовыми щелочными магматическими комплексами (табл. 1). Месторождения золота, связанные с такими комплексами, обнаруживают признаки различной глубинности рудогенерирующих магматитов и разной степени мантийно-корового взаимодействия и контаминации корового материала.

В исследуемом объекте среди магматических пород широко распространены дайки лампрофиров и диоритовых порфиритов и малые интрузии сиенодиоритов, которые описаны в предыдущей работе авторов [11, 12] и сделан вывод о том, что золоторудные минерализации связаны с этими магматическими породами.

В данной статье обсуждается геолого-структурная обстановка размещения и особенности вещественного состава золотого оруденения месторождения Пистали Северного Нуратау.

Месторождение Пистали расположено в западной части хребта Северный Нуратау в пределах южной границы распространения островодужных и офиолитовых аллохтонных чешуй [13] и в геотектоническом плане относится к восточному флангу Кызылкумского срединного массива (рис. 1). Границей срединного массива и складчатой

системы восточного продолжения хребта является мощная диагональная зона Маджерумского разлома, выделенная на геологических картах масштаба 1:50000 западнее Кошрабадского интрузива и месторождения Зармитан.

В структурном отношении месторождение приурочено к западному периклинальному замыканию Ямбаш-Устукской брахиантиклинали протяженностью 70 км и шириной до 15 км. Азимут простирания оси антиклинали 280-290°, угол погружения шарнира 10°-30° (Северная ее часть по системе альпийских разрывов сброшена и погребена под пролювиальными четвертичными отложениями голоднотепского комплекса и морскими мелководными отложениями палеогена.

Сводовая часть брахиантиклинали глубоко эродирована, ядро ее сложено породами тасказганской свиты, южное крыло - породами беспанской свиты. Породы метаморфизованы на уровне зеленосланцевой и, частично, эпидот-амфиболитовой фации в виде отдельных горизонтов зеленых кварц-альбит-хлоритовых (метатуфы), альбит-клиноцоизит-хлорит-амфиболовых (метабазальты) и кристаллических сланцев.

К востоку от участка в ядре брахиантиклинали размещается крупный Темирабуковский гранитоидный массив, далее Устукский и Сентябский (рис. 2). Все они несут признаки автохтонного образования за счет переплавления исходных осадочно-метаморфических пород. В западном и северном обрамлении участка по данным гравимагнитной съемки выделен скрытый Кулкудукский массив кислого состава, представляющий собой рудогенерирующий очаг гранитизации, определивший позицию месторождения.

Можно предположить, что Ямбаш-Устукская брахиантиклиналь с пологим залеганием пород в области погружения шарнира и крутым залеганием на крыльях, является следствием формирования ареала автохтонных гранитоидов типа лакколитов, залегающих в ее ядре.

Характеристика некоторых щелочных комплексов, связанных с золотым оруденением [8]

Ассоциации породных типов щелочных комплексов	Описание	Ассоциированные месторождения золота	Примеры	Литературные источники
Шошонитовые лампрофиры (минетты, вогезиты, керсантиты, спессартиты, аппиниты, кенталлениты)	Встречаются в виде дайковых поясов	Эпитермальные (?) <i>Au-Ag</i> теллуридные в брекчиевых трубках и жилах; Золото-теллуридно-скарновые залежи. Кварц- <i>Au</i> жилы в архейских сдвиговых зонах	Уайтхолл (Голден Санлайт) (США); Чойское (Горный Алтай) Кирклэнд Лэйк (Канада)	Porter, Ripley, 1985; Гусев, 2012; Wyman, Kerrich, 1988; 1989
Щелочные лампрофиры (камптониты, мончикиты, санниты)	Серии лампрофировых даек	Эпитермальные <i>Au-Ag</i> теллуридные кварцевые жилы	Крипл Крик (США)	Loughlin, 1927
Ультрамафитовые лампрофиры	Серии даек, секущих зональные карбонатитовые комплексы	<i>Co-Cu-Ni-Au</i> типа Блэкбед	Кобальтовый пояс Айдахо (США)	Hughes, 1983
Ультрамафитовые щелочные пироксенит-шонкинитовые комплексы в ассоциации с комагматическими вулканитами трахибазальтовой формации	Кольцевые массивы пироксенитов-шонкинитов от ранних пироксен-биотит-ортоклазовых до поздних ортоклазовых шонкинитов	Порфиновые прожилково-вкрапленные <i>Au-Cu-PGE</i> месторождения	Кирганикское (Камчатка, Россия)	Звездов, 1997
Мафические до фельзических фельдшпатоид-содержащие сиенит-фонолитовые ассоциации	Плутонические до вулканических ассоциации мафических до фельзических фойдид-содержащие, обычные лампрофиры.	Эпитермальные теллуридные <i>Au-Ag</i> кварцевые жилы в субвулканических комплексах	Крипл Крик (США)	Loughlin, Koschmann, 1935; Fears et al., 1986
Шошонитовые ассоциации	Ассоциации щелочных пород мафических до средних; базальтовые члены близки к насыщению и высокие содержания Al_2O_3 (14-19 вес. %); высокие суммарные содержания щелочей ($Na_2O+K_2O > 5\%$)	Порфиновые комплексные <i>Cu-Ag-PGE-Au</i> месторождения Порфиновые золотые месторождения Эпитермальные кварцевые теллуридные <i>Au-Ag</i> месторождения Эпитермальные <i>Au-Ag</i>	Аллард Шток (США) Симилкамин (Канада) Матачеван (Канада) Бэсси Голд Майн (США) Эмперор Майн (Фиджи) Поргера, Ладолан (Папуа Новая Гвинея)	Werle et al., 1984; Fahrni et al., 1976; Sinclair, 1982; Saunders, May, 1988; Ahmad et al., 1987; Solomon, 1990

На общем фоне простого строения брахиантиклинали в пологозалегающих отложениях тасказганской свиты широко развита сложная система фрагментов изоклинальных и лежащих складок волочения разных порядков, вплоть до плейчатости, сильно затушеванная зонами интенсивного расланцевания (тектонизации) пород. Эта форма раннего тектогенеза соответствует типу зон субгоризонтальных чешуйчатых надвигов или зон динамопластических дислокаций, перестроивших первоначальный складчатый облик пород тасказганской свиты. К подобным зонам повышенной проницаемости приурочены метасоматические изменения пород и рудная минерализация.

Разрывная тектоника в районе представлена преимущественно продольными разрывными нарушениями простираемостью 290-300°, в значительной степени залеченными дайками лампрофиров и кварцевыми жилами. Часть разрывов сопровождается метасоматическими изменениями пород с вкрапленной сульфидной минерализацией.

В наиболее мощных и протяженных крутопадающих зонах продольных разрывов в пределах пород беспанской свиты размещаются рудопроявления Кансайской золотоносной зоны. Отмечаются также диагональные разрывы сдвигового характера.

В целом, к отложениям тасказганской и беспанской свит в западной части хребта Северный Нуратау приурочено большое количество золоторудных проявлений и россыпей, а также многочисленные геохимические ореолы рассеяния золота (рис. 3).

В генетическом и морфоструктурном плане выделяются два типа золотого оруденения: 1) промышленно значимый тип пологих, субогласных с залеганием вмещающих пород рудных залежей, выявленных на месторождении Пистали и представляющих собой метасома-

тически измененные породы тасказганской свиты с убогой сульфидной минерализацией и золотовкрапленным оруденением; 2) тип прерывистых кварцевых жил и прожилкового окварцевания в зонах крутопадающих продольных разрывных нарушений на рудопроявлениях Кансай, Кулдук и др. До настоящего времени промышленных концентраций золота на объектах второго типа не установлено.

Отмечается также высокая насыщенность вмещающих толщ тасказганской свиты дайками лампрофирового состава. Выходы даек зафиксированы на разном удалении от интрузивов, имеют различную мощность, часто сопровождаются роговиками на контакте со слюдисто-песчаниковыми толщами. Породы обычно мелко-, среднезернистые, цвет колеблется от светло-серовато-коричневого до темного, почти черного в некоторых разностях, часто трещиноваты, катаклазированы, с разноориентированными прожилками кварца, часто значительной мощности.

Крылья складки осложнены многочисленными мелкими складками с пологими шарнирами. Осевые плоскости мелких складок наклонены в направлении, противоположном наклону слоистости – сланцеватости. Развитие их вероятно связано со складчатостью, имеющей региональное развитие. Простираемостью осевых плоскостей мелких складок выдержано на всей площади, составляет 330-340°, и фиксируется по штриховке на плоскостях сланцеватости. Положение этих складок вероятно определяет конфигурацию рудных залежей.

Северное крыло Ямбаш-Устукской антиклинали срезано альпийскими разрывными нарушениями.

По данным бурения установлено наличие пологих «лежащих» складок размахом от долей метров до десятков метров. Складки

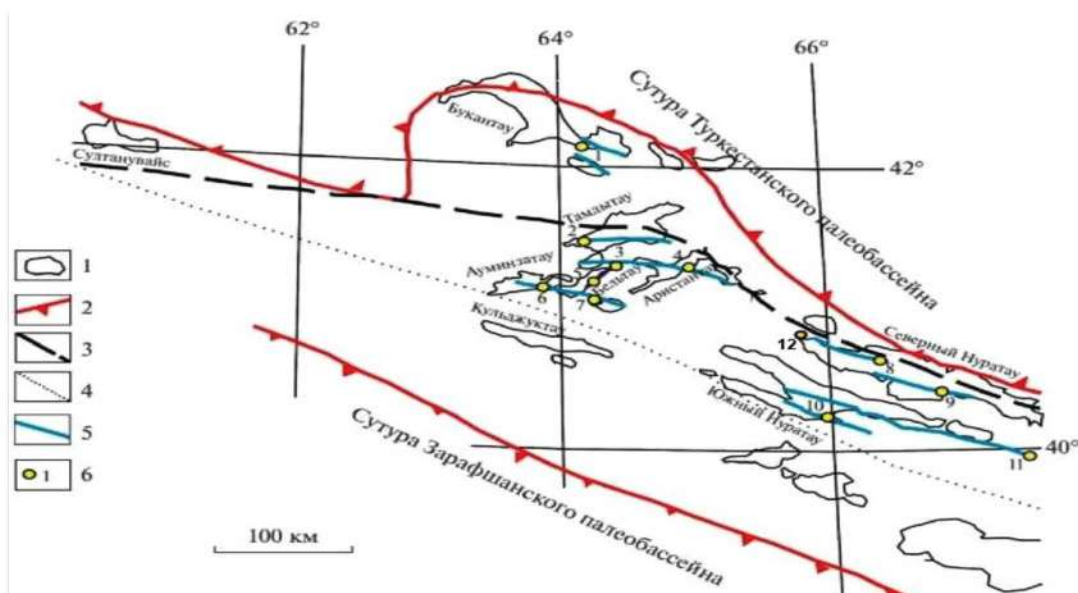


Рис. 1. Схема размещения основных структур герцинской коллизивно-транспрессионной стадии и западной части Южно-Тяньшанской аккреционной призмы [13]: 1 – контур выходов докембрийского складчатого основания; 2 – герцинские сuture; 3 – южная граница распространения островоджных и офиолитовых аллохтонных чешуй; 4 – граница южновергентных аллохтонных покровов (Южно-Тяньшанская аккреционная призма) и северовергентных аллохтонных покровов (Гиссарская аккреционная призма); 5 – региональные сдвиговые зоны; 6 – золоторудные месторождения коллизийного типа (в Кызылкуме: 1 – Турбай, 2 – Ясвай, 3 – Амантай, 4 – Аристан, 5 – Даугыз, 6 – Аджибугуг, 7 – Колчик, в Нуратау: 8 – Сентябрь, 9 – Чармитан, 10 – Алтынказган, 11 – Маржанбулак, 12 – Пистали)

устанавливаются по смене ориентировки кровли-подшвы пластов в ритмично построенных метатерригенных образованиях района месторождения. Эти складки являются более ранними по отношению к брахиантиклиналям.

Разрывные нарушения. Более четко фиксируются наиболее поздние продольные структуры. Морфологически это крутопадающие сбросы, взбросы. Зоны этих разрывов выражены милонитизацией, окварцеванием, иногда залечены кварцевыми жилами.

К наиболее крупным продольным разломам района относится зона Северо-Нуратинского глубинного разлома и его виргаций, проходящих вдоль северного подножья хребта и захватывающих чехол молодой платформы. Поверхности сместителей разрывов наклонены

к югу и юго-западу под углами 60-80°. Зоны разрывов отчетливо выражены милонитизацией, брекчированием, значительным ожелезнением. Эти структуры развиты в северной части площади месторождения и в значительной степени перекрыты чехлом четвертичных отложений.

В пределах месторождения фиксируются разрывы, продольные оси брахиантиклиналей простиранием 275-290°. По характеру – это правые сдвиги с амплитудой смещения от первых метров до 100-150 м. Мощность зон разрывов от долей метра до 10-15 м. Вероятны элементы взбросовой составляющей. Наклон плоскости сместителей крутой к юго-западу (70-80°). Представлены разрывы зонами дробления, ожелезнения и расланцевания, менее окварцевания.

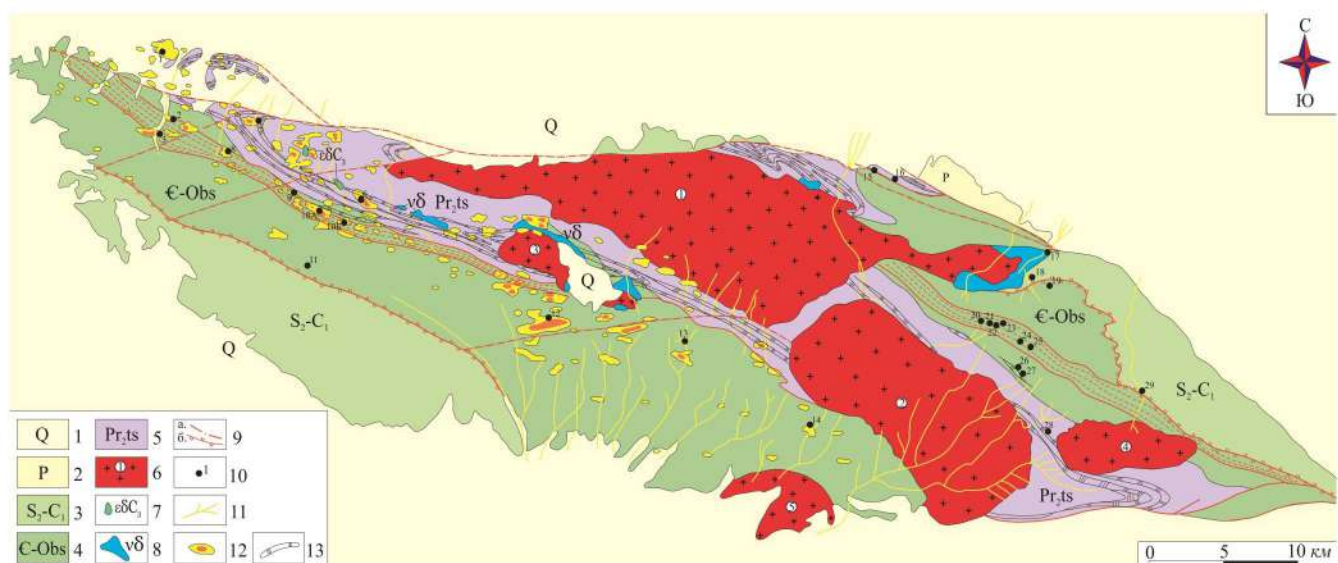


Рис. 2. Геологическая карта Северо-Нуратинского рудного узла (по Одинаеву М.М. и др., 2019 г.) с некоторыми изменениями авторов: 1 – отложения мезо-кайнозой, 2 – верхняя моласса, 3 – карбонатно-терригенные отложения, 4 – флишидная формация (бесланская свита), 5 – аспидная кремнисто-терригенная формация (тасказганская свита), 6 – позднепалеозойские коллизийные гранитоиды (1 – Темиркабукский, 2 – Устукский, 3 – Мадаватский, 4 – Сентябрьский, 5 – Акчопский), 7 – кварцевые сиенодиориты Писталинского штока, 8 – габбро, габбро-диориты, 9 – виргации Северо-Нуратинского глубинного разлома: а – альпийские взбросы, б – надвиги, 10 – рудопоявления золота и их номера, 11 – россыпи золота, 12 – вторичные ореолы рассеяния золота, 13 – горизонты микрокварцитов

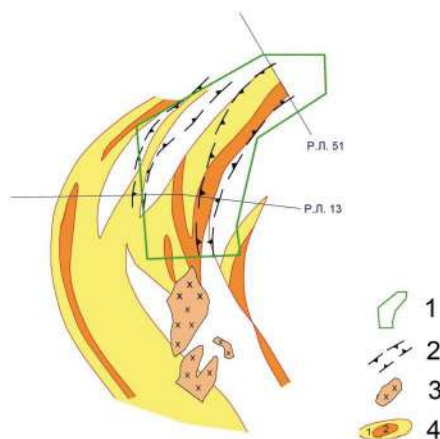


Рис. 3. Первичные геохимические ореолы рассеяния золота на месторождении Пистали: 1 – контур площади оценочных работ на месторождении Пистали; 2 – контуры зон, вмещающих рудные залежи; 3 – шток кварцевых сиенодиоритов; 4 – первичные геохимические ореолы рассеяния золота с содержанием, в $г/т$. 1 – $> 0,02$; 2 – $> 0,1$

По расчисткам устанавливаются разрывы и зоны расщепления субмеридионального-северо-восточного простирания (аз. пад. 280-3000 (70-300), а также разрывы диагональные – северо-восточного и северо-западного направления, имеющие также сдвиговый характер. Причем разрывы северо-западного направления – это правые сдвиги, а северо-восточные – левые.

Наиболее протяженны разрывы субмеридионального – северо-восточного направления. Выражены катаклизмом, дроблением, милонитизацией, карбонатизацией, участками сопровождаются кварцевыми жилами. Как правило, разрывы этого направления развиваются вдоль даек диоритовых порфиритов, лампрофиров. В целом, направление разрывов согласуется с ориентировкой общей структуры. Прослеживаются они через всю площадь месторождения, простирание их от субмеридионального на юге до северо-восточного на севере. Падение зон преимущественно к западу и северо-западу. Залегание от аз. пад. 270-280° на юге до 300-315° и 330-340° на севере.

Отмечаются ответвления северо-восточного простирания с аз. пад. 320-60-70 (простиранием 30-60°). Мощности разломов от первых десятков см до 2-3 и 5 м.

По шурфам и подземным горным выработкам устанавливаются многочисленные пологие трещины и зоны динамометаморфизма, согласные ориентировке сланцеватости вмещающих пород, совпадающие с зонами минерализации и определяющие их границы. Иногда сопровождаются зонами окварцевания. Характерной особенностью разреза нижней подсвиты тасказганской свиты является отсутствие дорудных и внутрирудных текстур дробления. Вся разрывная тектоника, зафиксированная в процессе изучения, относится к послерудным этапам.

На площади месторождения фиксируются системы сколовых трещин различных направлений:

- 1) субширотные (аз. пад. 160-210°);
- 2) северо-западные (аз. пад. 210-250°);
- 3) субмеридиональные (аз. пад. 250-300°);
- 4) северо-восточные (аз. пад. 115-165°).

С трещинами первой и второй групп участками связаны кварцевые прожилки несущие рудную минерализацию.

В целом преобладают трещины и разрывы субмеридионального направления.

Факторы рудоотложения и закономерности формирования оруденения. Кварцево-жильные образования на площади месторождения развиты незначительно и представлены тремя структурно-морфологическими типами:

1. Согласные и субсогласные со слоистостью-сланцеватостью вмещающих пород кварцевые жилы, прожилки, линзы, как правило, пологозалегающие. Развиты в метасоматически измененных минера-

лизованных зонах и являются самыми ранними среди жильных образований, часто включают видимую вкрапленность самородного золота с содержанием до 100 и более $ш$. Мощность кварцевых прожилков и линз от 0,5 – 1 см до 5-10 см, реже до 0,8-1 м.

2. Жилы субширотного-юго-восточного простирания (80, 90-120, 130), крутопадающие, группируются в систему, участками сопровождаются широтные разрывы. Кварц жильный белый, участками неравномерно окрашен в серые тона, участками катаклазирован и ожелезнен, местами содержит полевой шпат. Мощность жил 1-3 м. Протяженность системы широтных жил до 300-400 м и более. Минерализованные жилы этого типа относятся к наиболее позднему металлогеническому этапу, они рассекают рудные залежи, терригенные и магматические породы. Содержания золота в них до первых $г/т$.

3. Жилы субмеридионального, северо-восточного простирания (350 до 40-60°) мощностью от десятков сантиметров до 4-5 м. Связаны с системой разрывов такого же направления, рассекают дайки диоритовых порфиритов. Вероятно, близко одновременны с субширотными. Участками содержат галенит. Содержание золота до 2,0 $г/т$.

Распределение золота в жилах и прожилках крайне неравномерное, спорадическое, и представлено единичными скоплениями, гнездами, вкрапленностью и нитевидными прожилками.

Вмещающие рудную минерализацию породы – преимущественно терригенные метаморфизованные образования, представленные обычно тонким неравномерным переслаиванием сланцев кварц-слюдистых, углеродсодержащих и углеродистых, металавролитов (участками кварцитовидных), песчаников, алевропесчаников. Эти породы образуют взаимопереходы между собой. Чистые литологические разновидности пород редки. Текстура пород полосчатая, сланцеватая.

Минерализованные золотоносные зоны и рудные залежи месторождения Пистали и его флангов связаны с метасоматически измененными породами.

Сланец с прослойками кварца и включениями рудных минералов. Охристая, коллоидная, унаследованная гипидиоморфнозернистая, реликтовая Вкрапленная, прожилковая

В пористой, трещиноватой сланцевой породе неравномерно распределяются гидроокислы железа, халькопирит и пирит (рис. 4).

Гидроокислы железа образуют налеты и корочки по трещинам сланцеватости. Выделения рыхлые, пористые, зернистые, коллоидные. Форма неправильная, реже встречаются нитевидные прожилки. Размер выделений гидроокислов железа от тысячных долей мм до 0,09 мм. Гидроокислы железа образуют псевдоморфозы по пириту, о чем свидетельствуют реликтовые остатки пирита в их массах и унаследованная квадратная форма некоторых выделений (рис. 4).

Халькопирит и пирит встречаются в шлифе примерно в равных количествах. Халькопирит образует полигональные пластинки, чаще округло-полигональные, размером зерен до 0,012 мм. Пирит образует зерна, размером менее 0,009 мм, форма зерен идиоморфная (квадраты, прямоугольники), реже округло-полигональные. В двух случаях встречается в массах гидроокислов железа, зернами размером менее 0,002 мм.

Гидроокислы железа (серовато-белое на м-фото) развиваются по трещинам и порам, образуя (совместно с микрозернистым лейкоксеном) тонкодисперсные рыхлые охристые массы, распределяющиеся по трещинкам или заполняющие интерстиционные пространства между зернами нерудных минералов. Менее распространены умеренно ноздреватые относительно более плотные выделения неправильной формы, неоднородного цвета. Размер (длина) таких выделений достигает 1 мм.

Метасоматиты. Масштаб проявления метасоматоза значителен, охватывает почти весь разрез тасказганской свиты на глубину в сотни метров. Проявление метасоматоза крайне неравномерно и не выдержано как по простиранию, так и по падению.

Площадь распространения метасоматически измененных пород возрастает в северном направлении. Наибольшее проявление метасоматоза севернее РЛ 25 и северо-восточнее РЛ 45, где метасоматиты имеют почти площадные развития. Характеристика метасоматитов приводится ниже.

По данным бурения колонковых скважин, проходки расчисток и подземных выработок на горизонтах уклона и шурфов и по результатам изучения шлифов, на площади месторождения Пистали и его флангах значительное развитие получили метасоматические процессы хлорит-альбит-кварц- мусковитовой и альбит-кварц-мусковитовой стадий метасоматической колонки. Метасоматиты образуют на площади месторождения серию кулисообразно расположенных зон шириной от первых метров до десятков метров, область развития которых расширяется к северу и сужается к югу. Зоны метасоматитов группируются в 3 полосы: Западную, Центральную и Восточную. В северной части площади и за ее пределами возможно слияние западной и восточной полос. Метасоматоз развивается в осадочно-метаморфизованных породах тасказганской свиты по зонам наибольшей проницаемости, совпадающих участками с первичной слоистостью, в виде тонких, но достаточно протяженных полосок. В результате этого процесса породы приобретают полосчатый облик за счет чередования в различной степени измененных разновидностей.

По мере возрастания степени метасоматоза возрастают мощности и частота измененных полосок с постепенным их слиянием и образованием в дальнейшем более мощных пластообразных тел, залегание которых согласуется с залеганием толщи в целом.

Состав метасоматитов достаточно однообразен и в зависимости от состава исходной породы определяется соотношением биотита, хлорита, серицита (мусковита), кварца и альбита. В метасоматитах месторождения Пистали установлено наличие хлоритовой и серицитовой (мусковитовой) зон. Выделены апосланцевые, апоалевролитовые и апоалевропесчаниковые метасоматиты.

Наиболее измененные породы характеризуются преобладанием в составе серицита (мусковита) и могут быть сопоставимы с породами зоны серицита для березитового типа метасоматитов. Макроскопически это наиболее различимые породы, выделяющиеся более светлой окраской. Усредненный состав: мусковит (серицит) – 30-90%, кварц+альбит – 30-60%, хлорит – до 2-4%.

Менее измененные породы характеризуются наличием биотита, замещаемого хлоритом. Содержание хлорита в таких породах достигает до 20%. Их усредненный состав: серицит(мусковит) – 50-80%, кварц+альбит – 10-40%, биотит+хлорит – 10-20%.

Мощности метасоматитов зоны серицита (мусковита) от нескольких сантиметров до первых метров, зоны хлорита – от первых метров до нескольких десятков метров. По скважинам отмечается чередование мусковитовых метасоматитов с менее измененными породами зоны хлорита. Мощности чередующихся разностей от долей метра до нескольких метров. Общая мощность зон наиболее интенсивного метасоматоза, включающая метасоматиты зоны мусковита и разделяющие их интервалы зоны хлорита, достигает 30-40 м до 70 м. Мощности ограничивающих их зон хлорита от 10-15 до 60 м. Характерным для метасоматитов является вкрапленность сульфидов и ильменита. Среди сульфидов преобладающим являются пирит и арсенопирит, кроме того, присутствуют пирротин, халькопирит. Содержание сульфидов от 1 до 3-4%. В зоне окисления развиты гидроксиды железа и вторичные минералы по первичным сульфидам.

Наличие арсенопирита в целом определяет внешние границы метасоматоза; развитие его неравномерно как по разрезу, так и по простиранию и приурочено в основном к ориентировке зон наибольшей проницаемости.

Характеристика рудных залежей месторождения Пистали.

На месторождении Пистали развиты два сопряженных минерально-морфологических типа оруденения: рудные залежи с прожилково-вкрапленной золотосульфидной минерализацией в метасоматитах и золотоносные пологие метаморфогенные кварцевые жилы и прожилки.

Кварцевые жилы имеют незначительную мощность до 0,5 м и протяженность до 5-10 м. Встречаются как в рудных залежах, так и во вмещающих породах, образуя локальные проявления в виде линз и гнезд с видимым самородным золотом с содержанием до 100 г/т и более. Они не обнаруживают закономерностей в своем размещении и не имеют самостоятельного практического значения.

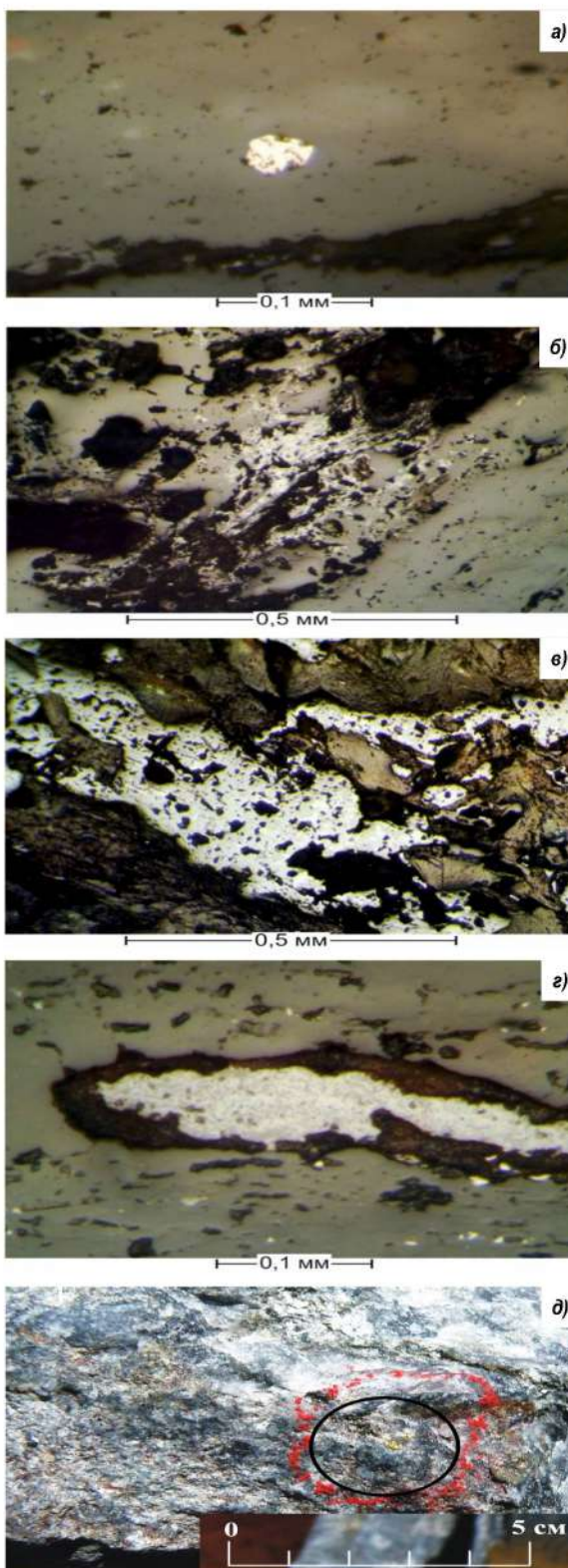


Рис. 4. Рудовмещающие породы (сланцы, метасоматиты и др.):

пирит редко встречается в шлифе с округло- и неправильно полигональными выделениями, размером от тысячных долей мм до 0,045 мм (а, белое на фото), выделения гидроокислов железа в смеси с лейкосеном (б), выделения гидроокислов железа и витренил распределён в «перемьятом» и слабо окварцованном сланце группами комковато-изометричных и менее правильных пластинчатых (до чешуйчатых) зёрен до 1-1,5 мм в поперечнике с типичной серовато-бледно-коричневой окраски (в, правая часть), выделения гидроокислов железа с зернистым внутренним строением (г), альбит-мусковит-кварцевый метасоматит с видимым золотом (д)

Основным, промышленно значимым типом оруденения на месторождении, являются метасоматически измененные метатерригенные породы тасказганской свиты с золотовкрапленной минерализацией, представленные серией сближенных рудных залежей, субсогласных с залеганием вмещающих пород. Стадия метасоматоза хлорит-альбит-кварц-серицитовая (мусковитовая). По условиям образования оруденение относится к метаморфогенной золоторудной формации, по минеральному составу – к убого-малосульфидному пирит-арсенопиритовому типу с самородным золотом.

Морфология рудных залежей линзовидно-пластовая, с раздувами и пережимками, слияниями и постепенным или резким выклиниванием. В отдельных позициях отмечается разветвление рудных залежей и прослои безрудных пород. Расстояние между залежами от 5-20 до 60 м, простирание юго-восточное (40-60°), падение на северо-запад (300-320°), под углами от 30° до 60°. Прослеженная протяженность по простиранию от 60-100 до 410 м, по падению – от 90-100 до 390 м. Содержания золота в сечениях от 0,6-2,8 до 10,0 г/м.

К настоящему времени на месторождении выделены рудные залежи 1, 1а, 2, 3/1, 3/2, 4, 5, 6, 7, изученные с поверхности в доступных участках (при мощности покрова четвертичных отложений до 3 м) канавами, траншеями и расчистками, на горизонтах уклона и шурфов – подземными горизонтальными выработками с шагом 40 м, на глубину до 300-400 м – колонковыми скважинами по сети 40x40 – 80x80 м.

Месторождение Пистали и его фланги характеризуются следующими особенностями:

- оруденение приурочено к участкам развития хлорит-альбит-кварц-серицитового и альбит-кварц-серицитового метасоматоза в терригенных породах и представлено сближенными линейно-вытянутыми рудными залежами, согласно залегающим и с вмещающими породами;

- мощность рудных залежей изменяется от 2 до 60 м, рудных зон – от 1 до 20 м. Коэффициент вариации мощности 14-125%. По простиранию рудные залежи и зоны прослежены до 700-800 м, и характеризуются (как по латерали, так и по падению) наличием раздувов, пережимов, постепенным или резким выклиниванием;

- внутреннее строение рудных залежей и зон сложное, с чередованием кондиционных, слабоминерализованных или пустых прослоев;

- распределение золота в рудных залежах и зонах подчиняется логнормальному закону, свидетельствующему о высокой изменчивости его содержания: от 0,1-1,5 г/м, достигая единичных значений 50 и более г/м. Коэффициент вариации содержания золота – 153%, при колебаниях значений от 72% до 350%;

- коэффициент вариации линейных запасов золота – 156%.

Таким образом, по размерам и морфологии рудных залежей и минерализованных зон, изменчивости мощностей, неоднородного внутреннего строения и особенностям распределения золота, с учетом значения коэффициентов вариации мощностей, содержаний и линейных запасов, месторождение Пистали и его фланги, согласно «Инструкции по применению классификации запасов к золоторудным месторождениям» (Ташкент, 2000 г.), следует отнести к 4-ой группе сложности геологического строения.

Вещественный состав и природные типы руд. Вещественный состав рудных залежей достаточно однообразен и в зависимости от степени метасоматоза и состава исходной породы (сланцы, алевролиты, кварциты, алевропесчаники) определяется соотношением кварца, альбита, серицит-мусковита.

Единственным полезным ископаемым является золото. Все другие элементы являются сопутствующими и практического применения не имеют.

По вещественному составу выделяются 2 природных типа руд: окисленные и первичные, которые не имеют системных расхождений по составу. Характерным признаком окисленных руд являются вкрапленные и послойные линзовидные скопления окисленных сульфидов, и широкое развитие гидроксидов железа.

Усредненный вещественный состав руд – кварц (50,8%), альбит (25,9%), серицит (9,72%), хлорит (2,0%), апатит (0,3%), рутил (0,5%), кальцит (1,5%), биотит (5,0%). Химический состав руд: SiO_2 – 75,9%;

Fe_2O_3 – 1,32%; FeO – 2,5%; TiO_2 – 0,5%; MnO – 0,05%; Al_2O_3 – 9,5%; CaO – 1,68%; MgO – 0,6%; Na_2O – 2,93%; K_2O – 1,74%; P_2O_5 – 0,15%; SO_3 – 0,97%; CO_2 – 0,66%; SO_3 – 0,04%.

Сопутствующие элементы представлены следующим комплексом:

Серебро – отмечается постоянно как в окисленных, так и в первичных рудах, но содержание его весьма невелико до 1,0-4,0 г/м. Минеральная форма неясна, часть серебра входит в состав самородного золота, другая, вероятно присутствует в виде примеси в галените.

Свинец широко распространен и отмечен в обоих типах руд. В окисленных рудах содержание его от 0,0015 до 0,98%, в первичных рудах – составляет 0,001-0,0037%. Минеральная форма проявления – галенит (единичные зерна). В тяжелых фракциях содержание свинца колеблется в пределах 0,006-0,043%.

Цинк распространен не повсеместно. Содержание его от 0,0016 до 0,04%. Минеральная форма проявления – единичные зерна сфалерита.

Медь является широко распространенным элементом. В окисленных рудах содержание меди от 0,012-0,034%, в первичных рудах – 0,011-0,013%, в концентратах – 0,03-0,065%. Минеральная форма проявления элемента – халькопирит, ковеллин, халькозин.

Висмут. Широко распространенный элемент руд. Содержание его от 0,001% до 0,01%. В тяжелых фракциях пирит-арсенопиритового состава содержание висмута составляет 0,00011%. Минеральная форма неясна.

Вольфрам. Содержание вольфрама в окисленных рудах до 0,0014%, в концентрате (гетит, лимонит) содержание составляет 0,067-0,096%. В первичных рудах вольфрам установлен лишь в тяжелых фракциях и составляет 0,0032-0,0088%. Минеральная форма неясна. По-видимому, вольфрам в виде шеелита большей частью связан с жильно-прожилковыми проявлениями кварца.

Молибден. Распространен достаточно широко. В окисленных рудах содержание его до 0,03%. В тяжелых концентратах (гетит, лимонит) содержание молибдена до 0,0011%, в первичных рудах – до 0,012%. Минеральная форма не установлена.

Никель. Отмечается повсеместно в обоих типах руд. В окисленных рудах содержание никеля до 0,011%, содержание в гетит-лимонитовом концентрате – до 0,02%, в первичных рудах – до 0,001%, в пирит-арсенопиритовом концентрате до 0,12%. Минеральная форма неясна. В виде примеси присутствует в пирротине и лимоните.

Кобальт. Содержание в окисленных и первичных рудах до 0,001%. В лимонит-гетитовых концентратах содержания кобальта 0,0004-0,0027%, в пирит-арсенопиритовом концентрате достигает 0,017-0,1%. Кобальт, как и никель, по-видимому, образует примеси в пирротине и мельникит-пирите.

Галлий отмечается в окисленных и первичных рудах с содержанием до 0,02%. В тяжелой фракции (гетит, лимонит) содержание галлия до 0,0027%. Повышенное содержание галлия до 0,01-0,02% отмечается в углеродистых сланцах.

Германий широко распространен. В окисленных рудах содержание германия близки к кларковым (2x10⁻⁴), в отдельных пробах до 0,001%.

Мышьак. Один из наиболее распространенных элементов. В окисленных рудах содержание мышьяка достигает 0,011-0,082%, в первичных рудах – до 0,067%. Мышьак отмечается во всех продуктах гравииобогащения. В пенном продукте содержания его достигают 0,87%, в концентратах пирит-арсенопиритового (с пирротинном) состава содержания его более 1%. Минеральная форма проявления мышьяка – арсенопирит, скородит.

Сурьма. Редкий элемент с содержанием до 0,0011%. Минеральная форма проявления неясна, возможны микроворстки блеклой руды в галените.

Сера весьма распространенный элемент, входит в состав сульфидов железа, мышьяка и сульфатов. Отмечается как в окисленных, так и в первичных рудах. Содержания ее в породах и рудах не более 1%.

В результате изучения вещественного состава руд можно сделать следующие выводы:

На месторождении Пистали развиты два сопряженных минерально-морфологических типа оруденения – рудные залежи с прожилково-вкрапленной золото-сульфидной минерализацией в метасоматитах и золотоносные пологие метаморфогенные кварцевые жилы и прожилки, последние на площади месторождения развиты незначительно и представлены тремя структурно-морфологическими типами:

– согласные и субсогласные со слоистостью-сланцеватостью вмещающих пород кварцевые жилы, прожилки, линзы, которые развиты в метасоматически измененных минерализованных зонах и являются самыми ранними среди жильных образований, часто включают видимую вкрапленность самородного золота с содержанием до 100 и более *г/т*;

– жилы субширотного простирания, крутопадающие, группируются в систему, участками сопровождают широтные разрывы. Протяженность системы широтных жил до 300-400 м и более. Минерализованные жилы этого типа относятся к наиболее позднему металлогеническому этапу, они пересекают рудные залежи, терригенные и магматические породы. Содержание золота в них до первых *г/т*;

– жилы субмеридиональные, связанные с системой разрывов такого же направления, пересекают дайки диоритовых порфиритов. Содержание золота до 2,0 *г/т*.

По вещественному составу выделяются 2 природных типа руд: окисленные и первичные, которые не имеют системных расхождений по составу. Характерным признаком окисленных руд являются вкрапленные и послойные линзовидные скопления окисленных сульфидов, и широкое развитие гидроксидов железа.

Окисленные и первичные руды по вещественному составу не имеют значимых системных расхождений. Золото в них находится в основном в свободной самородной форме. Основная масса его тонкое-субдисперсное, о чем свидетельствует высокое содержание золота (до 103,28 *г/т*) в пенном продукте флотации. В зоне окисления – мелкое до крупного от 0,001 до 1,0 мм и более. К сопутствующим элементам относятся *Ag, Pb, Zn, Cu, Bi, W, Mo, Ni, Co, Ga, Ge, As, Sb, S*, по содержанию не имеющие практического применения в качестве попутных компонентов. Между золотом и мышьяком установлена прямая связь – с увеличением содержания мышьяка растет содержание и частота встречаемости золота.

Библиографический список:

1. Groves D., Goldfarb R.J., Santosh M. The conjunction of factors that lead to formation of giant gold provinces and deposits in non-arc settings / *Geoscience Frontiers* 7 (2016) – 303-314 pp.
2. Далимов Т.Н., Конеев Р.И., Ганиев И.Н., Ишбаев Х.Д. Металлогения золота и геодинамика северной окраины Туркестанского палеоокеанического бассейна // *Современные проблемы металлогении / Материалы научной конференции, посвященной 90-летию академика Х.М.Абдуллаева*. – Ташкент, ФАН АН РУз, 2002.
3. Rock N.M.S. *Lamprophyres*. Blackie and Sons Ltd., Glasgow and London, Blackie, Glasgow, 1991. – 285 p.
4. Awdankiewicz M. Late Palaeozoic lamprophyres and associated mafic subvolcanic rocks of the Sudetes (SW Poland): petrology, geochemistry and petrogenesis / *Geologia Sudetica*, 2007, – 11–97 pp.
5. Чернышов Н.М., Чернышова М.Н., Гончарова Л.В. Рудонесущие дайки ведущих типов сульфидных платиноидно-медно-никелевых рудно-магматических систем // *Литосфера*, 2009, № 5. – С. 36-55.
6. Ibrahim M.E., Saleh G.M., Dawood N.A., Aly G.M. Ocellar lamprophyre dyke bearing mineralization, Wadi Nugrus, Eastern Desert, Egypt. *Geology, mineralogy and geochemical implications / Journal of Geology and Mining Research*. 2010 Vol. 2(4). – 74-86 pp.
7. Štemprok M., Seifert Th. An overview of the association between lamprophyric intrusions and rare-metal mineralization / *Mineralogia (Mineralogical society of Poland polskie towarzystwo mineralogiczne)*, 2011. 42, №2-3. – 121-162 pp.
8. Гусев А.И. Золотоносные щелочные магматические комплексы // *Успехи современного естествознания*. – 2012. – № 9. – С. 47-52.
9. Ахунджанов Р. Генетические типы лампрофиров // *Геология и минеральные ресурсы*. 2013. №5. – С. 21-25.
10. Каримова Ф.Б. Лампрофировые дайки Юго-Западных отрогов Чаткальского хребта. Доклады АН РУз, 2015. №4. – С. 38-42.
11. Ишбаев Х.Д., Нематуллаев С.Ю., Джуманиязов Д.И. Дайки месторождения золота Пистали (Северный Нуратау) // *Геология и минеральные ресурсы*. 2021, №3.
12. Нематуллаев С.Ю., Джуманиязов Д.И., Каримова Ф.Б. Минералого-геохимические особенности пород золоторудного месторождения Пистали (Северный Нуратау) // *Актуальные проблемы геологии и географии Тянь-Шаня и сопредельных территорий / Материалы международной конференции, посвященной 100-летию юбилею В.Г. Королёва*. – Бишкек, 2020. – С. 181-186.
13. Савчук Ю.С., Волков А.В. (2019) Крупные и суперкрупные орогенные золотые месторождения: геодинамика, структура, генетические следствия // *Литосфера*, 19 (6), 813-833. DOI: 10.24930/1681-9004-2019-19-6-813-833.

ОБ ОЦЕНКЕ ПЕРЕРАБОТКИ ОТВАЛЬНЫХ ХВОСТОВ ФЛОТАЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД КАЛЬМАКЫРСКОГО РУДНИКА



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



Санакулов У.К.,
доктор PhD

Mis-molibden rudalarining flotatsion konsentratsiyasi paytida chiqindilarning unumdorligi deyarli xom ashyoni qayta ishlash hajmiga teng bo'adi, bu uning tarkibidagi asosiy tarkibiy qismlarning pastligi bilan bog'liq. Qoldiqlarni saqlash yuqori moddiy xarajatlar bilan bog'liq va atrof-muhitga tuzatib bo'lmaydigan zarar yetkazadi. Shu bilan birga, chiqindilar mis, molibden, oltin, kumush, metall bo'lmagan rudalarning foydali tarkibiy qismlari (kvarts, slyuda, kaolin va boshqalar), qurilish materiallari (tsement, g'isht, keramik plitkalar va boshqalar), kimyoviy xom ashyo (pirit) va qora metall kontsentratlari (magnetit).

Qoldiqlardan qimmatbaho tarkibiy qismlarni qazib olish va sotish zavodning mineral-xom ashyo bazasini kengaytirish va mustahkamlash, bozorga tegishli metallarga va materiallarga bo'lgan ehtiyojni to'liq qondirish va atrof-muhit ifloslanishini sezilarli darajada kamaytirishga imkon beradi.

Tayanch iboralar: foydali tarkibiy qismlarning tarkibi va yo'qotishlari, chiqindilar, zaxiralarni hisoblash, kimyoviy tahlil, yuvinish, ikkilamchi xom ashyo, tajriba sinovlari, texnologik tadqiqotlar.

При флотационном обогащении медно-молибденовых руд выход отвальных хвостов практически равен объему переработки исходного сырья, что обусловлено низким содержанием в нем основных компонентов. Складирование хвостов связано с большими материальными затратами и наносит непоправимый вред окружающей среде. Вместе с тем, отвальные хвосты могут являться дополнительным источником сырья для получения меди, молибдена, золота, серебра, неметалло-рудных полезных компонентов (кварца, слюды, каолина и т.д.), строительных материалов (цемент, кирпич, керамические плитки и др.), химического сырья (пирита) и концентратов черных металлов (магнетита).

Извлечение и реализация ценных компонентов из хвостов позволит расширить и укрепить минерально-сырьевую базу комбината, наиболее полно удовлетворять потребностям рынка в соответствующих металлах и материалах, значительно уменьшить загрязнение окружающей среды.

Ключевые слова: содержание и потери полезных компонентов, хвостохранилища, подсчет запасов, химический анализ, обогатимость, вторичное сырьё, опытное испытание, технологическое исследование.

В хвостохранилище № 1 медной обогатительной фабрики (МОФ) Алмалыкского ГМК накоплено более 500 млн. т измельченных отвальных хвостов со средним содержанием полезных компонентов в стометровой пляжной зоне: 0,18-0,2% меди; 0,0029-0,0033% молибдена; 0,3-0,4 г/т золота; 1,0-1,8 г/т серебра.

Мелкозернистость отвальных хвостов – является основным фактором, способствующим значительно упрощать технологию их переработки с получением конкурентной продукции.

Хвостохранилище № 1 МОФ размером 2x4 км, при исследовании, разделено по периметру на 98 пикетов и 20 разрезов, с расстояниями между пикетами – 100 м, разрезами – 500 м. Характерной особенностью данного вида сырья является его легкодоступность, все руды находятся на поверхности, залегают компактно и соответственно, не требуют больших затрат на добычу, т.е. отпадает трудоемкий и дорогостоящий процесс – извлечение пород из монолитного массива (проходка буровзрывных скважин, зарядание и взрывание, экскавация пород). Ряд процессов происходящих при формировании хвостохранилищ приводит к концентрации находящихся в них остаточных содержаний металлов, однако процесс формирования каждого из существующих ныне объектов вторичных руд представляет очень сложную картину и его изучение весьма трудоемко.

Геологоразведочной партией Алмалыкского горно-металлургического комбината (Н.Ф. Вологдин) в 1997 г. проведены работы по разработке методики оценки и разведки руд, заскладированных в хвостохранилище №1 медной обогатительной фабрики (рис. 1). Исследования показывают, что основные потери полезных компонентов при обогащении, связаны с крупной фракцией отвальных хвостов (+0,074 мм), не в раскрытом виде, в сростках с рудными и нерудными минералами.

В связи с этим, основной задачей оценки отвальных хвостов для повторной их отработки является выяснение закономерностей локализации крупнозернистой (песковой) фракции отвальных хвостов, определение их качественной и количественной характеристики и характера ее залегания в объеме хвостохранилища.

В природных условиях поверхностными водотоками продукты выветривания переносятся механическим путем во взвешенном состоянии и выпадают не одновременно, а в закономерной последовательности. Происходит механическая дифференциация осадков, которая определяется, с одной стороны, величиной и формой частиц, а с другой - их удельным весом и скоростью водного потока. В результате механической дифференциации возникает ряд поясов осадочных образований, закономерно сменяющих друг друга с постепенными нечеткими границами.

Для выявления закономерностей локализации песковой фракции отвальных хвостов и ее качественной характеристики на объекте было пробурено 69 скважин (глубиной 20-35 м) по 20 разрезам меридионального и широтного простирания, с расстоянием по линиям разрезов 80-100 м. В створах профилей проведено опробование поверхности пляжа хвостохранилища на расстоянии до 120 м от дамбы (236 проб). Скважины были опробованы на расстоянии в пятиметровом интервале. Всего отобрано 357 керновых проб. Все отобранные пробы были подвергнуты гранулометрическому анализу на три класса: +0,20 мм; -0,20 +0,074 мм; -0,074 мм.

Гранулометрический анализ показал, что основной объем песковой фракции локализуется в полосе шириной от 60 до 80 м от дамбы, но рудная минерализация концентрируется неравномерно и характер ее распределения зависит от нескольких факторов, в том числе, от длины пульповода до места разгрузки и кинетической энергии потока пульпы.



Рис. 1. Общий вид хвостохранилища

Чем меньше длина пульповода до места разгрузки, тем выше концентрация рудных минералов в песковой фракции и чем больше скорость потока пульпы, тем на большее расстояние переносятся частицы и крупные зерна рудных минералов. Полученные результаты химических анализов на медь, молибден и серу подтвердили предположение о концентрации медного оруденения в выделяемой полосе песковой фракции (рис. 2).

Ширина продуктивного горизонта периферической части пляжа хвостохранилища на разных участках в опробованной полосе шириной 120 м, колеблется от 40 до 120 м и в среднем составляет 80 м.

Как по поверхности, так и на глубину четко отмечается прямая корреляционная зависимость концентрации меди от содержания фракции +0,2 мм и обратная - от содержания фракции -0,074 мм.

В массе хвостохранилища визуально наблюдается различная степень окисления вторичных руд. Результаты фазового анализа показывают, что степень окисленности руд по меди на поверхности и по глубине составляет около 26% (по принятой классификации соответствует смешанному типу руд). При этом, на поверхности дамбы эта величина достигает 45%, а по скважинам, в интервале до 10 м - 31%. Анализ материала технологических проб по трем рудным участкам показал содержание окисленной меди по пробе № 1 - 30%, по пробам № 2 и № 3 - 25%.

Таким образом, в результате воздействия механических факторов (сегрегация) образуются отдельные рудные тела, заключающие в себе основной объем недоизвлеченных рудных минералов (рис. 3).

Оруденение в теле песковой фракции равномерное, с постепенным затуханием по глубине и к центру пляжа, геологических границ рудные тела не имеют, контуры рудных тел проводятся по бортовому содержанию основного рудного компонента - меди. Запасы вторичных руд и полезных компонентов в выделенных рудных телах с равномерным распределением оруденения, охарактеризованные от 18 до 28 полными пересечениями могут классифицироваться по категории С₁. Анализ меди и молибдена в хвостах проводился с использованием методик. Анализ распределения запасов вторичного сырья

крупнозернистой песковой фракции, для разных вариантов бортового содержания (табл. 1) показывает, что медь в основном, концентрируется в крупной фракции (+0,2 мм). В средней фракции (-0,2 +0,074 мм) ее содержание довольно стабильно. В мелкой фракции (-0,074 мм) оно низкое и только при содержании мелкой фракции свыше 25-30% содержание меди возрастает.

Молибден распределяется в различных фракциях довольно равномерно за счет преобладания тонких вкраплений при весьма низком его содержании в рудах, представлен на 6-8 отн. % окисленными соединениями, остальная его часть - это молибденит, частично диспергированный в виде тонких чешуек в нерудных минералах, меньшая часть - в виде пластинок, свободных от сростков.

Золото и серебро распределено довольно равномерно. Их содержание в отвальных хвостах достигает 0,2-0,8 г/т и 0,8-1,3 г/т соответственно. Золото в основном ассоциировано с сульфидами (в виде субмикроскопических включений и изоморфной примеси) или находится в виде свободных зерен самородного золота, частично покрытых окислами и гидроокислами железа. Небольшая часть его заключена в виде микросростков в нерудных минералах, в окислах и гидроокислах железа, а также входит в состав теллуридов.

Серебро представлено тонко диспергированными в кварце и карбонатах собственными минералами (самородным серебром, акантитом, пруститом, петцитом, сильванитом) и изоморфной примесью в сульфидах.

Своеобразно ведет себя сера, носителем которой, преимущественно, является пирит. Независимо от места отбора проб, содержание серы по всему хвостохранилищу довольно равномерное и составляет в среднем 1,45% при колебаниях от 1,38% до 1,55%. Однако отмечается резкое различие между содержанием серы в крупной (+0,2 мм) и мелкой (-0,074 мм) фракциях: содержание в мелкой фракции от 8,2 до 10,5 раз больше.

Отмечено, что основной составляющей рудной части мелкой (-0,074 мм) фракции периферической части хвостохранилища является переизмельченный пирит, содержание которого в 2-4 раза выше,

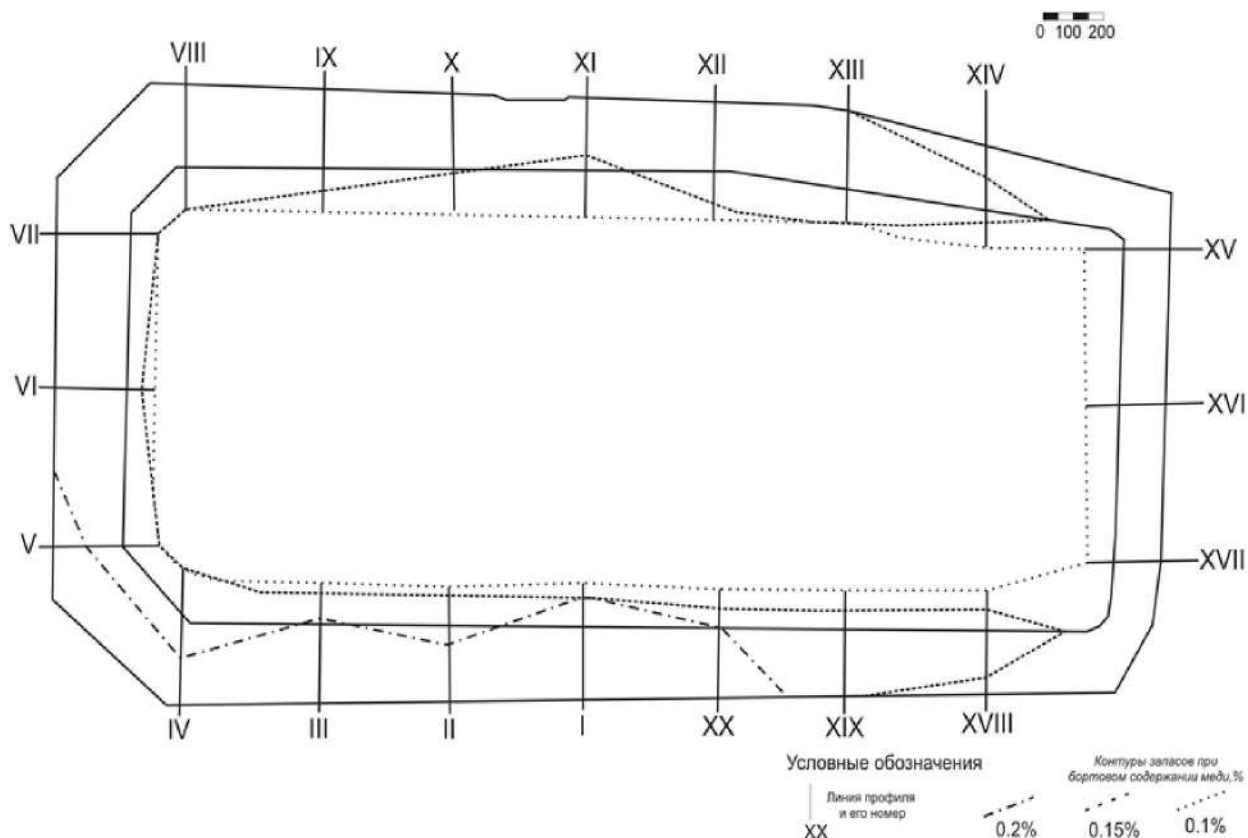


Рис. 2. Схема расположения профилей с контурами запасов при различных вариантах бортового содержания. Хвостохранилище № 1 МОФ АГМК

чем в крупной фракции, что существенно влияет на качественную характеристику получаемых при флотации концентратов.

Для повышения качества концентратов, при переработке вторичных руд хвостохранилища при добыче необходимо производить контроль не только за содержанием меди и других полезных компонентов, но также и за гранулометрическим составом руд. Из-за интенсивного разубоживания получаемого концентрата отработка руд должна производиться при содержании мелкой фракции не более 30%.

Нерудная часть крупнозернистой песковой фракции представлена минералами рудовмещающих пород, жил, даек и метасоматитов, в том числе кварц, слюды, карбонаты, слюдоподобные и глинистые минералы, хлорит, серицит, каолинит и полевые шпаты.

В гораздо меньших количествах присутствуют амфиболы, ангидрит, эпидот и рудные минералы, представленные магнетитом, мартитом, пиритом, халькопиритом и гидроксидами железа. В резкоподчиненном количестве отмечены: ковеллин, халькозин, борнит, малахит, хризоколла, сфалерит, галенит, молибденит, самородное золото, акантит, пираргерит. Редко встречаются гипс, флюорит, шеелит, берилл, цеолит, петцит, калаверит и др. минералы.

Для определения возможности и целесообразности использования руд песковой фракции (сегрегированная часть) для доизвлечения

полезных компонентов проведены предварительные лабораторные испытания 3 проб (табл. 2) из хвостохранилища № 1.

В процессе проведения технологических испытаний получены следующие результаты:

- изучен фазовый, химический и гранулометрический составы вторичных руд. При этом установлено, что по существующей классификации все руды относятся к типу смешанных (сульфидность составляет 69-75%);

- проведены исследования по обогатимости вторичных руд. Определен оптимальный режим флотационного обогащения.

Полученные результаты представлены в табл. 3.

Полученные при обогащении концентраты по минеральному составу однообразны и состоят преимущественно из пирита (69-75%), халькопирита (15-17%) и нерудных минералов.

Пирит преобладает в виде свободных (около 98%), относительно крупных (0,01-0,2 мм) зерен. Остальная часть пирита (около 2%) находится в сростках с окислами железа, халькопиритом и нерудными минералами.

Халькопирит преимущественно (74-91%) присутствует в виде свободных мелких зерен, а также в сростках с нерудными минералами (6-22%), с пиритом (1-4%) и другими рудными минералами (сфалеритом, борнитом, халькозином, ковеллином, магнетитом, блеклой рудой, пирротинном).

В резко подчиненном количестве в концентратах присутствуют молибденит (0,2-0,5%), магнетит, гетит, гематит и гидрогетит (0,3-2%), халькозин, ковеллин, борнит (0,1-0,2%), сфалерит, галенит (0,2-0,5%), блеклая руда, пирротин (менее 0,1%), самородное золото, серебро, теллуриды золота и серебра, акантит, сульфосоли серебра и металлическая медь (менее 0,01%).

Золото в концентрате отмечается в виде микроскопических (0,001-0,030 мм) свободных зерен самородного золота, в пленках окислов железа, в виде сростков в пирите и халькопирите, а также в составе теллурида золота и серебра – в минерале петците.

Подсчет запасов вторичного сырья

Бортовое содержание меди	Запасы руды, тыс. т	Медь (%), тыс. т	Молибден (%), тыс. т	Сера (%), тыс. т	Золото, г/т	Серебро, г/т
0,2%	25078,5	0,22 55,17	0,0039 0,98	1,33 333,54	0,3 7523,6	1,3 32,6
0,15%	83484,9	0,19 158,48	0,0034 2,88	1,46 1219,22	0,3 25054,4	1,3 109,6
0,10%	164377,3	0,17 282,65	0,0032 5,26	1,45 2380,06	0,3 49313,2	1,3 217,9

Таблица 1

Разрез по линии I-I

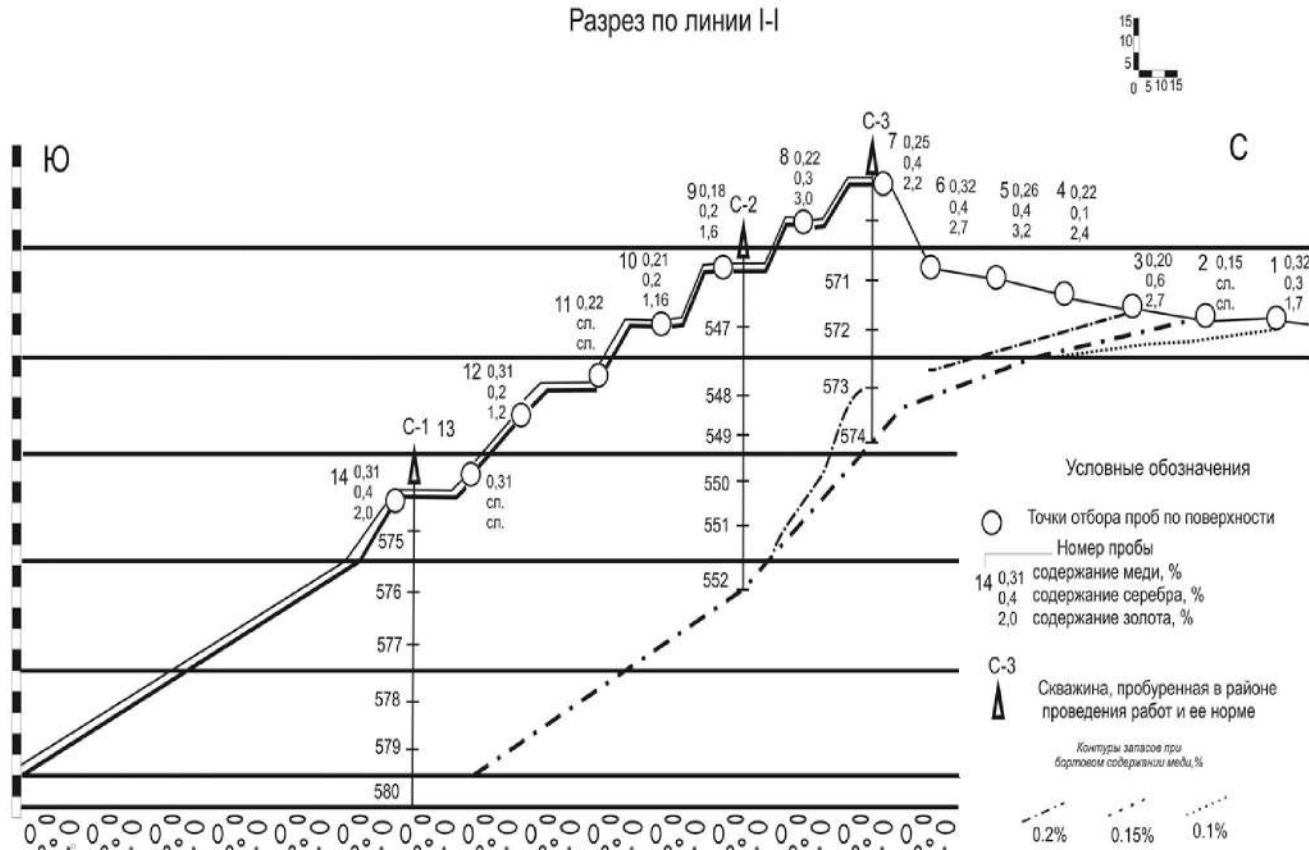


Рис. 3. Разрез по линии I-I

Серебро отмечено в виде минерала акантита и сложных сульфосоединений в тонком взаимопрорастании с нерудными минералами, в составе теллуридов, редко – в виде микровыделений самородного серебра.

Нерудные минералы представлены в основном кварцем и серицитизированными полевыми шпатами, в пылеватой мелочи отмечаются кварц, карбонаты, слюды и галлуазит.

В ходе технологических испытаний, установлено, что получение кондиционных концентратов из вторичных руд методом перечистных операций затруднено из-за высокого содержания пирита (до 75%) и связанных с ним примесей меди, золота и серебра.

Неэффективно также флотационное обогащение без доизмельчения. Оптимальная тонина помола должна составлять 76% класса - 0,074 мм.

Таблица 2

Химический анализ технологических проб

Элементы, содержания	Ед. изм.	Проба №1	Проба №2	Проба №3
<i>Si</i> общая	%	0,12	0,12	0,12
В том числе <i>Si</i> окисленная	%	0,035	0,03	0,03
<i>Si</i> сульфидная	%	0,08	0,09	0,09
<i>Mo</i> общий	%	0,0027	0,0035	0,0028
В том числе <i>Mo</i> окисленный	%	0,0002	0,00018	0,0002
<i>Mo</i> сульфидный	%	0,0025	0,00297	0,0025
<i>SiO₂</i>	%	69,53	69,80	69,08
<i>Al₂O₃</i>	%	11,95	12,26	11,90
<i>CaO</i>	%	1,76	2,02	2,02
<i>MgO</i>	%	2,37	2,50	2,35
<i>Fe</i> общее	%	5,28	4,93	5,21
<i>S</i> общая	%	1,39	1,26	1,38
<i>Au</i>	%	0,4	0,3	0,3
<i>Ag</i>	%	1,4	1,4	1,2

Таблица 3

Результаты исследования на обогатимость вторичных руд

№ проб	Выход, %	Извлечение в концентрат			Содержание полезных компонентов в концентрате		
		медь, %	золото, г/т	серебро, г/т	медь, %	золото, г/т	серебро, г/т
1	3,31	73,85	50,67	38,13	3,30	6,0	18,0
2	3,81	74,76	54,30	35,70	2,99	6,0	14,0
3	3,49	72,53	63,98	49,39	2,92	5,5	17,0

В ходе выполнения технологических исследований было проведено опытное испытание концентратов, полученных из вторичных руд хвостохранилища методом выщелачивания (по методике, разработанной в институте «Узнипроцветмет»).

Получены гидromеталлургические концентраты (кеки), содержащие медь – 35-70%, золото – 400-800 г/т, серебро 400-1600 г/т. При этом сквозное среднее извлечение полезных компонентов из вторичных руд составило: меди – 52,5%, золота – 48,7%, серебра – 25,0%.

Все технологические исследования проведены практически по стандартным схемам, используемым в производстве.

Таким образом, в настоящее время за счет благоприятной конъюнктуры мирового рынка цветных и благородных металлов, не исключено, что применение других технологических схем и способов переработки техногенных месторождений, отвальных хвостов медной обогатительной фабрики АО «АГМК» даст желаемые экономические показатели.

Рост потребления минерального сырья, увеличение производственных мощностей в сочетании с экологической обстановкой ведут к обострению проблемы переработки образовавшихся отходов горно-металлургического производства.

Наиболее наглядно эта проблема проявляется в регионах, где на базе крупных месторождений возникли такие социально-промышленные комплексы, как АО «НГМК» и АО «АГМК».

Библиографический список:

1. Санакулов К. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства. Издательство: «Фан», 2009. – 404 с.
2. Состояние, перспективы и технико-экономические показатели производства меди за рубежом. ЦНЦМЭИ, 1988. – 140 с.
3. Санакулов К., Дабиза С.И. Алмалькский горно-металлургический комбинат и его минерально-сырьевая база. Труды международной научно-практической конференции «Проблемы рудных месторождений и повышения эффективности геологоразведочных работ. Ташкент, 2002. – С. 23-32.
4. Рахимов В.Р., Санакулов К., Турсебеков А.Х., Уздебаева Л.К. Геолого-технологическая оценка отходов горно-металлургических предприятий Узбекистана, Горный журна. 2005, №6. С. 59-61.
5. Санакулов К., Сагдиева М.Г. Проблемы переработки техногенных образований ОАО «Алмалькский АГМК», Сборник «Документы и материалы Шестой Международной деловой конференции «Российский рынок драгоценных металлов и драгоценных камней». Москва, 3-7 ноября 2003 г. С. 104-106.
6. Санакулов К. Особенности биохимической технологии при переработке отвальных хвостов медных обогатительных фабрик. Материалы международного совещания «Глаксинские чтения 2006». Красноярск, 2006. С. 146-147.
7. Санакулов К., Лукомская Г.А., Варавин А.А., Филиппович В.Г. Закономерности кучного тиосульфатного выщелачивания меди, золота и серебра из хвостов обогащения медной руды. Горный вестник Узбекистана, 2003, №4. С. 7-9.
8. Сагдиева М.Г., Борминский С.И., Аранович В.Л., Санакулов К. Способ переработки хвостов медно-обогатительных фабрик. Патент Республики Узбекистан № IAP 02800, 2005.16.06.
9. Справочник по обогащению руд, М.: «Недра», 1983. 380 с.
10. Конева В.А. Флотация сульфидов, М.: «Недра», 1985. 260 с.
11. Худяков И.Ф., Тихонов А.И. и др. Технология вторичных цветных металлов. М.: Metallurgy, 1981. 280 с.
12. Санакулов К., Холматов М.М., Ким К.Ф., Сагдиева М.Г., Борминский С.И. Комбинированная технология переработки хвостов медно-обогатительной фабрики Алмалькского ГМК. Горный журнал, 2002. Специальный выпуск. С. 130-131.
13. Володин Н.Ф. Методика оценки и разведки техногенных руд, заскладированных в восточном хранилище №1 МОФ. Фонды геолого-разведочной партии АГМК, 1997.
14. Методы лабораторного контроля качества геологических работ. М.: ВИМС, 1975. Методические указания НСАМ, №9.
15. МВИ 298/2007 МВИ массовой доли молибдена в молибденосодержащих горных породах, рудах и продуктах их технологической переработки фотометрическим методом, утверждена Агентством Узстандарт 31.11.2007 г.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, №3 (86) pp. 32-36

ON THE ASSESSMENT OF DUMP TAILINGS FROM THE FLOTATION OF COPPER-MOLYBDENUM ORES OF THE KALMAKYR MINERAL

•Sanakulov K., Director General, Doctor of Engineering Sciences, Professor.
Sanakulov U.K., PhD

•Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Navoi, Uzbekistan.

During flotation concentration of copper-molybdenum ores, the output of tailings is practically equal to the volume of processed ores due to the low content of the main components in it. Tailings storage is associated with high material costs and causes irreparable harm to the environment. At the same time, tailings can be an additional source of raw materials for the production of copper, molybdenum, gold, silver, non-metal useful components (quartz, mica, kaolin, etc.), building materials (cement, brick, ceramic tiles, etc.), chemical raw materials (pyrite) and ferrous metal concentrates (magnetite).

The extraction and realisation of valuable components from the tailings will allow to expand and strengthen the mineral resource base of the plant, to best meet the market needs for relevant metals and materials, and significantly reduce environmental pollution.

Key words: content and losses of useful components, tailings, calculation of reserves, chemical analysis, washability, secondary raw materials, pilot testing, technological research.

References:

1. Sanakulov K. Scientific and technical bases of waste processing of mining and metallurgical production. Publisher: "Fan", 2009. – 404 p.
2. State, prospects and technical and economic indicators of copper production abroad. TsNTSMEI, 1988. – 140 p.
3. Sanakulov K., Dabizha S.I. Almalyk mining and metallurgical plant and its mineral resource base. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Problems of Ore Deposits and Increasing the Efficiency of Geological Exploration. Tashkent, 2002. 23-32 pp.
4. Rakhimov V.R., Sanakulov K., Turesbekov A.Kh., Uzdebaeva L.K. Geological and technological assessment of waste from mining and metallurgical enterprises of Uzbekistan, Gornyi zhurnal. 2005, no. 6. 59-61 pp.
5. Sanakulov K., Sagdieva M.G. Problems of processing technogenic formations of JSC "Almalyk AMMC", Collection "Documents and materials of the Sixth International Business Conference" Russian market of precious metals and precious stones ". Moscow, November 3-7, 2003, pp. 104-106.
6. Sanakulov K. Features of biochemical technology in the processing of waste tailings of copper concentrating factories. Materials of the international meeting "Plaksin Readings 2006". Krasnoyarsk, 2006. 146-147 pp.
7. Sanakulov K., Lukomskaya G.A., Varavin A.A., Filippovich V.G. Regularities of heap thiosulfate leaching of copper, gold and silver from the tailings of copper ore concentration. Mining Bulletin of Uzbekistan, 2003, No. 4. 7-9 pp.
8. Sagdieva MG, Borminsky SI, Aranovich VL, Sanakulov K. Method of processing tailings of copper-concentrating factories. Patent of the Republic of Uzbekistan No. IAP 02800, 2005.16.06.
9. Handbook of ore dressing, Moscow: Nedra, 1983. – 380 p.
10. Koneva V.A. Flotation of sulfides, Moscow: "Nedra", 1985. – 260 p.
11. Khudyakov I.F., Tikhonov A.I. and other technology of secondary non-ferrous metals. Moscow: Metallurgy, 1981. – 280 p.
12. Sanakulov K., Kholmato M.M., Kim K.F., Sagdeeva M.G., Borminsky S.I. Combined technology for processing the tailings of the copper-processing plant of the Almalyk MMC. Mining Journal, 2002. Special issue. 130-131 pp.
13. Volodin N.F. Methods for the assessment and exploration of technogenic ores stored in the tailing dump No. 1 of the Moscow Branch. Funds of the geological exploration party AGMK, 1997.
14. Methods of laboratory quality control of geological works. M.: VIMS, 1975. Methodical instructions of NSAM, No. 9.
15. MVI 298/2007 MVI of the mass fraction of molybdenum in molybdenum-containing rocks, ores and products of their technological processing by the photometric method, approved by the Uzstandart Agency on November 31, 2007.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ СЕРЕБРА ИЗ СБРОСНЫХ РАСТВОРОВ СЕРНОКИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ ИОНООБМЕННОЙ СМОЛЫ ГМЗ-2



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



Эргашев У.А.,
зам. начальника технологического
отдела ГП НГМК, д.т.н.



Полванов С.К.,
начальник цеха сорбции и регенерации
ГМЗ-2, ЦРУ ГП НГМК

Muruntog' konining oltin tarkibli rudalarini qayta ishlash jarayonida anion almashinuvchi qatronlar yordamida sorbsiya texnologiyasi qo'llaniladi. Oltinni desorbtsiya qilish va qayta ishlatish uchun qatron qayta tiklanishga uchraydi, u yerda u bir qator jarayonlardan o'tadi. Ushbu jarayonlardan biri sulfat kislota bilan ishlov berishdir. Regeneratsiya bo'limida sulfat kislota bilan ishlov berishning maqsadi qatrontan rux, kobalt, nikel kompleks sianidlarini olib tashlash, shuningdek, qo'shimcha anionlarni sulfat-anionlarga almashish reaksiya-larini olib borish yo'li yordamida qatronlarni sianid shaklidan sulfat kislota shakliga o'tkazishdir. Sulfat kislota bilan ishlov berish eritma-lari, sorbsiya uchastkasining chiqindilari bilan chiqindixonaga yuboriladi, ular tarkibida yetarli miqdordagi qimmatli komponentlar mavjud. Turli xil cho'ktiruvchi reagentlar yordamida chiqindi kislotali eritmalaridan kumushni olish bo'yicha bir qator tajribalar o'tkazildi.

Tayanch iboralar: ion almashinuvchi qatronlar, kislota bilan ishlov berish, chiqindi eritmalar, sulfat anionlari, yo'ldosh ele-mentlar, cho'ktirish, ekstraksiya, qo'shimchalar.

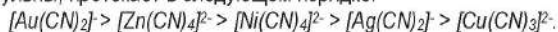
При переработке золотосодержащих руд месторождения «Мурунтау» применяется сорбционная технология с исполь-зованием ионообменной смолы. Для десорбции золота и повторного использования смола подвергается регенерации, где проходит ряд обработок. Одной из таких операций является сернокислотная обработка. Целью проведения сернокислот-ной обработки в отделении регенерации является удаление со смолы комплексных цианидов цинка, кобальта, никеля, а также перевод смолы из цианидной формы в сернокислую путем осуществления реакций обмена анионов примесей на сульфат-анионы. Растворы сернокислотной обработки сбрасываются с хвостовой пульпой отделения сорбции на хвостохра-нилище, которые содержат достаточную концентрацию ценных компонентов. Проведен ряд опытов по извлечению серебра со сбросных кислых растворов путем осаждения с применением разных реагентов-осадителей.

Ключевые слова: ионообменная смола, кислотная обработка, сбросные растворы, сульфат анионы, сопут-ствующие элементы, осаждение, извлечение, примеси.

В большинстве золотосодержащих руд присутствуют серебро, медь, никель, цинк и другие ценные компоненты, извлечение которых может представлять практический интерес. Возможность получать сопутствующие металлы — это дополнительные доходы для пред-приятия. Область применения цветных и благородных металлов растет и спрос на них большой. Проблема комплексного использова-ния золоторудного сырья достаточно сложна и многообразна, но с каждым днем становится более актуальной.

На сегодняшний день в НГМК остро поставлена задача извлече-ния таких металлов, как серебро, никель, медь, вольфрам и т.д.

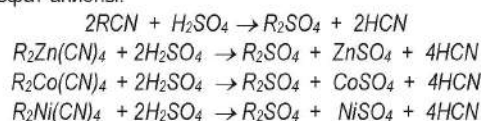
На Гидрометаллургическом заводе №2 Навоийского горно-металлургического комбината перерабатывается руда месторожде-ния Мурунтау, которая кроме золота содержит серебро, медь, никель, кобальт и другие металлы. Основная применяемая технология — это сорбционная цианирование. Для сорбции используют селективные (избирательно сорбирующие) по отношению к золоту иониты. Не-смотря на селективность по золоту, ионообменной смолой сорбиру-ются серебро, никель, железо, медь. Избирательность сорбента про-является в том, что сорбция ионов металлов, перешедших в жидкую фазу пульпы, протекает в следующем порядке:



Насыщенная ионообменная смола поступает в отделение регене-рации и перед десорбцией золота проходит ряд обработок для удале-ния примесей. Одной из этих технологических операций является сернокислотная обработка ионообменной смолы.

Целью проведения сернокислотной обработки в отделении реге-нерации является удаление со смолы комплексных цианидов цинка, кобальта, никеля, а также перевод смолы из цианидной формы в

сернокислую путем осуществления реакций обмена анионов приме-сей на сульфат-анионы:



Сернокислотная обработка смолы ведется не менее 6 ч. Время окончания обработки определяется по достижению концентрации H_2SO_4 в сбросных растворах не менее 10 г/л. Растворы сернокислот-ной обработки сбрасываются с хвостовой пульпой отделения сорб-ции на хвостохранилище.

Неоднократно проводилось опробование по определению кон-центрации сопутствующих элементов в сбросных растворах. Резуль-таты опробования приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1 сбросные растворы сернокислотной обра-ботки насыщенной смолы достаточно богаты серебром и другими металлами (Cu, Ni, Zn).

Проведен ряд опытов по извлечению серебра со сбросных кис-лых растворов путем осаждения с применением разных реагентов-осадителей: железная стружка, алюминиевая стружка, цинковая стружка и цинковый порошок.

Таблица 1
Результаты опробования по определению концентрации
сопутствующих элементов в сбросных растворах

№ пробы	Au, мг/л	Ag, мг/л	Co, мг/л	Ni, мг/л	Cu, мг/л	Fe, мг/л	Zn, мг/л	H ₂ SO ₄ , г/л	CS(NH ₂) ₂ , г/л	pH
1	1,8	155	0,7	1525	328	59	1668	4,9	13,7	1,9

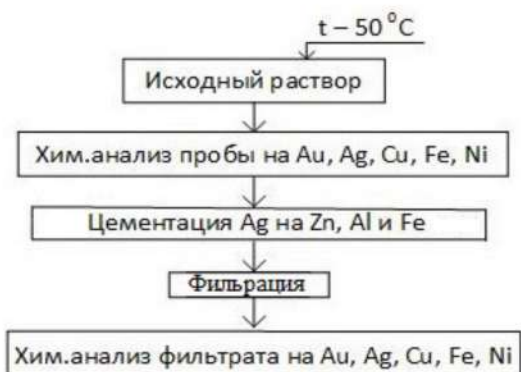


Рис. 1. Схема лабораторных опытов

Таблица 2
Степень осаждения Ag при использовании различных реагентов осадителей

Реагенты осадители	Степень осаждения Ag, %
Цинковый порошок	91,9
Алюминиевая стружка	60
Железная стружка	67,7
Цинковая стружка	89,0

Таблица 3
Результаты опробования

Исходный раствор, мг/л							
Au	Ag	Ni	Cu	Zn	Fe	CS(NH ₂) ₂	H ₂ SO ₄
1,8	155	1525	328	1668	59	13700	4900
Фильтрат после цементации, мг/л							
Au	Ag	Ni	Cu	Zn	Fe	CS(NH ₂) ₂	H ₂ SO ₄
0,5	12,6	1420	33	1850	22	9100	500
Серебросодержащий продукт							
Au, %	Ag, %	Pd, %	Ni, %	Cu, %	Fe, %	Pb, %	Au, %
0,9	90,5	0,04	0,9	0,4	0,01	0,2	0,9

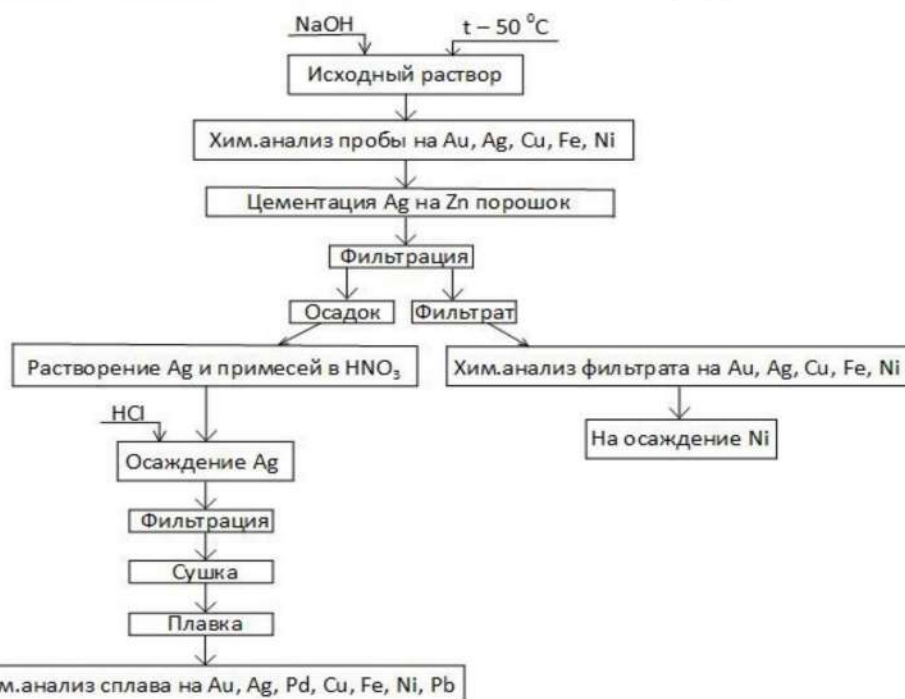


Рис. 2. Схема цементации серебра цинковым порошком

Были подготовлены навески из алюминиевой (Al), цинковой (Zn), железной (Fe) стружек и цинкового порошка. Емкости для проведения цементации были наполнены исследуемым раствором, растворы были подогреты до 50°C.

Схема лабораторных опытов по цементации серебра с использованием различных цементаторов приведена на рис. 1.

В процессе цементации в течение 2-х ч. производился ежечасный отбор проб фильтрата, после чего аналитическим методом было определено остаточное содержание золота, серебра и других металлов в растворе.

Наиболее высокую степень осаждения серебра из растворов показал опыт с использованием цинкового порошка.

Таким образом, после проведения ряда опытов по извлечению серебра со сбросных кислых растворов отделения регенерации для последующих исследований, в качестве реагент-осадителя был выбран цинковый порошок.

Схема цементации серебра цинковым порошком и дальнейшая очистка от примесей приведена на рис. 2.

Предложенный метод извлечения серебра из растворов серно-кислотной обработки ионообменной смолы заключается в цементации серебра цинковым порошком. В связи с тем, что в растворах серно-кислотной обработки смолы содержание серной кислоты доходит до 15-20 г/л, а она хорошо взаимодействует с цинком, на начальном этапе для уменьшения расхода цинкового порошка, предусматривается нейтрализация свободной серной кислоты щелочью и доведения pH до 2,5-4,0. После этого, в раствор добавляется цинковый порошок. Процесс цементации длится 30 мин при воздушном перемешивании. Для разделения осадка от раствора производится фильтрация на фильтр-прессе. Полученный осадок в основном состоит из серебра, и частично из никеля, меди, железа и других цветных металлов. Для очистки серебросодержащего осадка от цветных металлов, производится азотнокислая обработка с последующим осаждением хлоридов серебра. Как известно из литературы, серебро, никель и другие цветные металлы хорошо растворяются в концентрированной азотной кислоте. А при добавлении соляной кислоты, серебро образует нерастворимый осадок с хлор-ионами.

Азотнокислая обработка осадка проводится при соотношении Т:Ж = 1:3 при воздушном перемешивании. Дальнейшее добавление концентрированной соляной кислоты проводится до прекращения реакции образования хлорида серебра. После фильтрации полученный осадок подвергается восстановительной плавке в индукционных печах. Результаты опробования приведены в табл. 3.

Данный метод получения серебра из сбросных серно-кислотных растворов отделения регенерации дал возможность получить серебряный слиток с содержанием металлов (%): Au – 0,9; Ag – 90,5; Fe – 0,01; Cu – 0,4; Pd – 0,04; Pb – 0,2; Ni – 0,9. Извлечение серебра из сбросных растворов составило 91,87%.

В дальнейшем из полученного серебряного слитка можно отлить аноды и электрохимическим методом получить серебро высшей пробы 99,99%.

В настоящее время в НГМК ведутся работы по внедрению данной схемы на опытно-промышленной установке для получения серебра из сбросных растворов серно-кислотной обработки насыщенной ионообменной смолы.

Библиографический список:

1. Уткин Н.И. *Металлургия цветных металлов*. – М.: МЕТАЛЛУРГИЯ, 1985. – 440 с.
2. Зеликман А.Н., Вольдман Г.М., Беляевская Л.В. *Теория гидromеталлургических процессов*. – М.: МЕТАЛЛУРГИЯ, 1983. – 424 с.
3. Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В., Борбат В.Ф. и др. *Металлургия благородных металлов*. – М.: МЕТАЛЛУРГИЯ, 1987. – 432 с.
4. Санакулов К.С. *Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства*. Ташкент: «Фан», 2009. – 20 с.
5. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. *Металлургия благородных металлов*. – М.: Руда и металлы, 2005. Т.1. – 268 с. (НБА).

"GORNII VESTNIK UZBEKISTANA", 2021, №3 (86) pp. 37-39

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF EXTRACTION OF SILVER FROM WASTE SOLUTIONS OF SULFURIC ACID TREATMENT OF ION-EXCHANGE RESIN USED IN THE HYDROMETALLURGICAL PLANT №2

- Sanakulov K., Director General, Doctor of Engineering Sciences, Professor.
- Ergashev U.A., Deputy Head of the Technological Department, Doctor of Technical Sciences.
- Polvanov S.K., Head of the Sorption and Regeneration Department.

• Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Navoi, Uzbekistan.

During the processing gold-bearing ores of the Muruntau deposit, sorption technology is used using anion-exchange resin. For gold desorption and reuse, the resin is regenerated, where it undergoes a series of treatments. One of these treatments is sulfuric acid treatment. The purpose of the sulfuric acid treatment in the regeneration step is to remove complexes zinc, cobalt and nickel cyanides from the resin, as well as convert the resin from the cyanide form to the sulfuric acid form by carrying out the reactions of exchange of impurity anions for sulfate anions. Sulfuric acid treatment solutions are discharged together with the separated tailings slurry of the sorption to the tailing dump, which contain sufficient concentrations of valuable components. A number of experiments were carried out to extract silver from waste acidic solutions by precipitation using different precipitating reagents.

Keywords: ion exchange resin, acid treatment, waste solutions, sulfate anions, accompanying elements, precipitation, extraction, impurities.

References:

1. Utkin N.I. *Metallurgy of non-ferrous metals*. – М.: METALLURGIYA, 1985. – 440 p.
2. Zelikman A.N., Voldman G.M., Belyaevskaya L.V. *Theory of hydrometallurgical processes*. – М.: METALLURGIYA, 1983. – 424 p.
3. Maslenskii I.N., Chugaev L.V., Borbat V.F. and other. *Metallurgy of noble metals*. – М.: METALLURGIYA, 1987. – 432 p.
4. Sanakulov K.S. *Scientific and technical basis for the processing of mining and metallurgical waste*. Tashkent: "Fan", 2009. – 20 p.
5. Kotlyar Yu.A., Meretukov M.A., Strizhko L.S. *Metallurgy of precious metals*. – М.: Ore and metals, 2005. V.1. – 268 p. (NBA).

СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ

1M63





Государственное предприятие НГМК
Производственное объединение
"Навийский 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

ПОЛУПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ СХЕМЫ ОТДЕЛЬНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПЕННОГО ПРОДУКТА ПРОЦЕССА БИООКСИЛЕНИЯ



Эргашев У.А.,
зам. начальника технологического отдела
ГП НГМК, д.т.н.



Хамидов Р.А.,
докторант НГГИ

Maqolada biooksidlanish jarayonining ko'pikli mahsulotini alohida qayta ishlash sxemasining kengaytirilgan sinovlari natijalari keltirilgan. Alohida tsiklda ko'pikli mahsulotni qayta ishlashning joriy etilishi qimmatli komponentning tiklanishini tayanch korpus bilan solishtirganda oshirish imkonini berdi.

Tayanch iboralar: ko'piklanish, ko'piklatgichlar, biooksidlanish jarayonining ko'pikli mahsuloti, kuchli siyanlash, oksidlovchi qovurish, ekstraksiya.

В статье приведены результаты укрупненных испытаний схемы отдельной переработки пенного продукта процесса биоокисления. Внедрение переработки пенного продукта в отдельном цикле позволило увеличить извлечение ценного компонента по сравнению с базовым вариантом.

Ключевые слова: пенообразование, пеногасители, пенный продукт процесса биоокисления, интенсивное цианирование, окислительный обжиг, извлечение.

Принимая во внимание тот факт, что значительная часть мировых минерально-сырьевых золотых запасов представлена упорными рудами, современное состояние их переработки направлено на интенсификацию процесса вскрытия упорной матрицы химическими, биологическими и физическими методами [1, 2]. При переработке золотосульфидных концентратов, в силу своих многочисленных достоинств, широкого применения получило бактериальное окисление [3-5].

Вместе с тем, как и у прочих методов вскрытия упорного золота, у технологии бактериального окисления также имеются и недостатки: пенообразование в реакторах биоокисления является крайне нежелательным фактором, с которым сталкиваются большинство установок биоокисления. Повышение уровня пены уменьшает полезный рабочий объем реакторов, что приводит к сокращению времени процесса и увеличению содержания остаточной серы в продукте биоокисления и в последствии снижает извлечение золота в процессе сорбционного цианирования. Попадание пенного продукта, в составе которого большое количество серы и углерода, в сорбционный процесс вместе с биокеком ведет к ряду отрицательных последствий, таких как обильное пенообразование пульпы в аппаратах сорбционного выщелачивания, увеличение расхода цианистого натрия, снижение показателя извлечения золота [6].

Большинство заводов борются с пенообразованием добавлением в биореакторы реагентов пеногасителей. Так, например, на проекте Фостервиль была установлена специальная система подачи и дозирования реагента. Аналогичная система разработана на установке биоокисления Фейрвью, при которой обеспечивается дозированная подача пеногасителя в индивидуальные делители потока и конкретные реакторы, где происходит избыточное пенообразование. Известно также механическое воздействие на пену. Способ заключается в том, что мельчайшие капли воды или того же самого реагента пеногасителя, распыливаемых через специальные сопла-разбрызгиватели, смонтированных в верхней части реактора, попадая на поверхность пены механически разрушают оболочку пузырьков, тем самым подавляя пенообразование [7].

Однако, при использовании данных методов пеногашения стоит учитывать затраты на реагенты, которые довольно дорогостоящи, и



Рис. 1. Схема отдельной переработки пены биоокисления

дополнительный расход воды, влияющий на плотность пульпы в биореакторах.

Проблеме пенообразования в процессе биоокисления специалистами НГМК посвящен значительный объем исследований. Установлено, что вывод пены и отдельная переработка пенного продукта является наиболее эффективной альтернативой известным методам пеногашения.

Согласно проведенным исследованиям, в зависимости от качества исходной руды, содержание золота в пенном продукте биоокисления достигает до 200 у.е., выход пены составляет 7-9%, плотность – 1200-1250 г/л. Сульфидная сера в пенном продукте выражена пиритом и арсенопиритом, массовая доля которых достигает до 20,4%. В образцах пены присутствует органический углерод, содержание

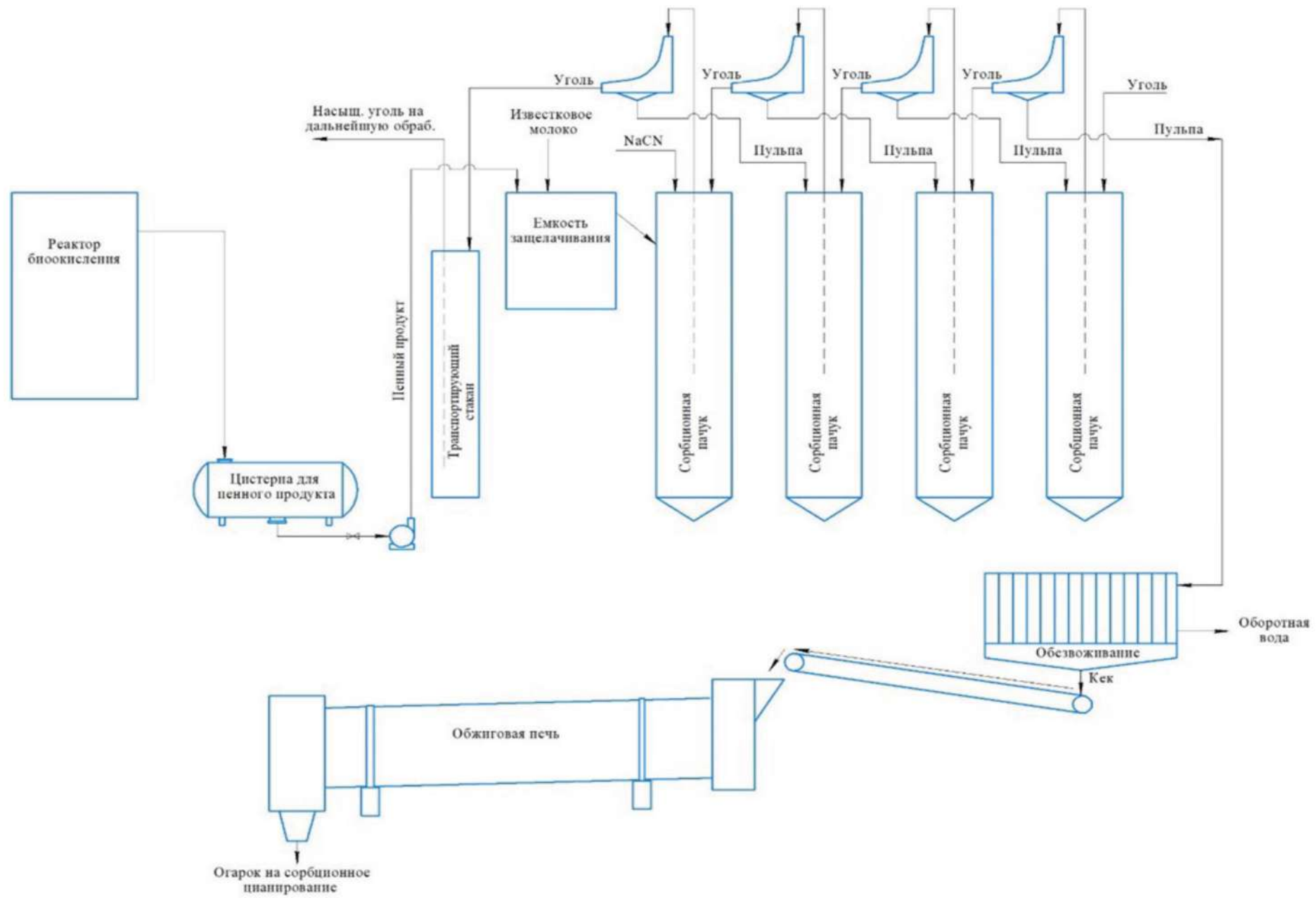


Рис. 2. Схема цепи аппаратов отдельной переработки пенного продукта процесса биоокисления

Качественные показатели полупромышленных испытаний

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Значение
Интенсивное цианирование			
1.	Т:Ж пульпы		1:2,4
2.	pH пульпы		10,5+11,5
3.	Содержание в исходной пульпе:		
	Au	г/т	120+140
	S _s	%	9+13
	C _{орг}	%	10+13
4.	Концентрация NaCN	мг/л	20 000
5.	Время поддержания концентрации NaCN	ч	4
6.	Объем сорбента	% об/об	8+10
7.	Скорость циркуляции пульпы	м ³ /ч	70+100
8.	Общее время процесса	ч	8
9.	Удельный расход NaCN	кг/т	130+150
10.	Извлечение	%	80+85
Обжиг хвостов интенсивного цианирования			
1.	Температура обжига	°С	550+600
2.	Время обжига	ч	2
3.	Содержание элементов до обжига		
	Au	г/т	18+28
	S _s	%	9+13
	C _{орг}	%	10+13
4.	Содержание элементов после обжига		
	Au	г/т	20+30
	S _s	%	2+3
	C _{орг}	%	2+3
Цианирование огарка			
1.	Т:Ж пульпы		1:2,1
2.	pH пульпы		10,5+11,5
3.	Концентрация NaCN	г/л	3
4.	Время поддержания концентрации NaCN	ч	2
5.	Объем сорбента	% об/об	8
6.	Общее время процесса	ч	16
7.	Содержание Au в хвостах	г/т	10+15
8.	Извлечение от операции	%	20+40
9.	Общее извлечение	%	90+95

которого может достигать 20%, в зависимости от времени формирования пены и состава исходной руды. Ситовый анализ пенного продукта показал 98,7% класса минус 0,044 мм, золото в нем преимущественно субмикроскопическое.

Исходя из характеристики пенного продукта, последний был отнесен к категории особой упорности. В связи с чем, была разработана технологическая схема отдельной переработки пены биоокисления, обеспечивающая наиболее полное извлечение ценного компонента.

Согласно схеме (рис. 1) исходную пробу подвергли интенсивному цианированию, так как повышенное содержание S_s и C_{орг} в пульпе пены принуждали к применению более жестких условий цианирования. Тем не менее, высокое содержание золота в пенном продукте не позволило добиться сбросных хвостов интенсивного цианирования за одну операцию, поэтому было предусмотрено проведение окислительного обжига хвостов интенсивного цианирования для удаления S_s и C_{орг}. с последующим сорбционным цианированием огарка в заводских условиях. Необходимо отметить, что проработка данной схемы в лабораторных условиях показала наилучший результат извлечения золота равный 96,9% из пенного продукта, а из биожека в целом 88,33%. В связи с чем в НГМК проведены полупромышленные испытания переработки пенного продукта.

Схема цепи аппаратов переработки пенного продукта в отдельном цикле представлена на рис. 2. Съём пены с биореакторов в промышленных условиях выполнялся с использованием вентилятора высокого давления (ВД) методом отсоса. Отсос пены происходил только из одного реактора. Было решено производить съём пены из первого вторичного реактора, в котором концентрируется весь пенный продукт из трёх первичных реакторов. Следует обратить внима-

ние на тот факт, что до пеносъёма на первом и втором вторичных реакторах наблюдалось обильное пенообразование, с переливом пены через края реакторов. После начала пеносъёма, на первые сутки, объем пены в этих реакторах значительно сократился.

Пенный продукт самотеком поступал в специально подготовленную цистерну для сбора пены, откуда насосом подавался в емкость для защелачивания. В результате изучения плотности пульпы пены и плотности пульпы после защелачивания установлено отсутствие необходимости сгущения пульпы пенного продукта. Поэтому пульпа пенного продукта после защелачивания была напрямую направлена на интенсивное цианирование без сгущения. Условия интенсивного цианирования пенного продукта: C_{NaCN} – 20000 мг/л; Т:Ж = 1:2,4; pH = 10,5+11,5; загрузка угля 10% от общего объема пульпы; время сорбции τ=8 ч.

Пульпа пенного продукта подавалась в головной пачук сорбционного цианирования. Подача NaCN также осуществлялась в головной пачук автоматическим контуром регулирования.

Загрузка угля осуществлялась в хвостовой пачук. Передвижение пульпы с головной колонны в хвостовую осуществлялось посредством дуговых грохотов. Пульпа эрлифтом перекачивалась на дуговой грохот, расположенный в верхней части пачука, где происходит отделение сорбента от пульпы. Надрешетный продукт – уголь – самотеком поступал в предыдущий пачук, а подрешетный – пульпа – в последующий. Таким образом, осуществлялось противоточное перемещение угля и пульпы.

Уголь из головного пачука самотеком поступал на транспортирующий стакан узла сорбционного цианирования откуда направлялся на дальнейшую обработку.

Пульпа из хвостового пачука самотеком поступала на эрлифтную установку с последующей откачкой в отделение обжига. Обжиг хвостов интенсивного цианирования осуществлялся во вращательно-трубчатой печи при температуре $T = 550+600^{\circ}\text{C}$ в течение 2 ч.

Обезвоженная хвостовая пульпа подавалась в верхнюю часть печи, откуда постепенно окисляясь в рабочем пространстве направлялась в нижнюю часть. Обожженный продукт далее подвергался сорбционному цианированию в условиях Кемикс: $C_{\text{NaCN}} = 3000 \text{ мг/л}$;

$T:Ж = 1:2,1$; $\text{pH} = 10,5+11,5$; загрузка угля 8% от общего объема пульпы; время сорбции $\tau = 16 \text{ ч}$.

Анализируя качественные показатели переработки пенного продукта в отдельном цикле (табл. 1), было определено, что извлечение из пенного продукта за две операции составило более 90. Для сравнения, следует отметить, что сорбционное цианирование пенного продукта в условиях Кемикс (заводские условия) обеспечивает извлечение на уровне 50-70%.

Библиографический список:

1. Asamoah, R.K.; Skinner, W.; Addai-Mensah, J. Leaching behaviour of mechano-chemically activated bio-oxidised refractory flotation gold concentrates. *Powder Technol.* 2018, 331, p. 258–269.
2. Xu Wang, Wenqing Qin, Fen Jiao, Congren Yang, Yanfang Cui, Wei, Zhengquan Zhang and Hao Song. *Mineralogy and Pretreatment of a Refractory Gold Deposit in Zambia. Minerals.* 2019. Электронный ресурс: <https://www.mdpi.com/2075-163X/9/7/406/pdf>.
3. Санакулов К.С., Эргашев У.А. Теория и практика освоения переработки золотосодержащих упорных руд кзылкумов / Ташкент, 2014. – С. 248 – 252.
4. Санакулов К., Эргашев У.А., Хамидов Р.А. Современные способы переработки упорных золотосодержащих руд // Горный вестник Узбекистана. – 2020. – №4. – С. 45-49.
5. Бодуэн А.Я., Фокина С.Б., Петров Г.В., Серебряков М.А. Современные гидрометаллургические технологии переработки упорного золотосодержащего сырья. *Современные проблемы науки и образования.* – 2014. – № 6.
6. Санакулов К.С., Эргашев У.А., Гафуров К.У. Флотационное обогащение при бактериальном окислении сульфидных золотосодержащих минералов. // Горный журнал. – Москва, 2017 г. – №1 (специальный выпуск) – С. 58-63.
7. Санакулов К.С., Эргашев У.А., Хамидов Р.А. Проблема пенообразования в реакторах биоокисления / Сборник научных трудов международной конференции «Наука и инновации». – Ташкент, 2021 г. – с. 103-106.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, №3 (86) pp. 40-43

SEMI-INDUSTRIAL TESTS OF THE SEPARATE PROCESSING SCHEME OF THE FOAM PRODUCT OF THE BIOOXIDATION PROCESS

•Ergashev U.A., Deputy Head of the Technological Department, Doctor of Technical Sciences.

•Khamidov R.A., PhD student.

•Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Uzbekistan.

•Navoi State Mining Institute, Uzbekistan.

The article presents the results of aggregated tests of the scheme of a separate processing of the foam product of the biooxidation process. The introduction of processing of the foam product in a separate cycle increased the recovery of the valuable component in comparison with the current treatment process.

Key words: foaming, defoamers, foam product of the biooxidation process, intense cyanidation, oxidative roasting, extraction.

References:

1. Asamoah, R.K.; Skinner, W.; Addai-Mensah, J. Leaching behavior of mechano-chemically activated bio-oxidized refractory flotation gold concentrates. *Powder Technol.* 2018, 331, 258-269 pp.
2. Xu Wang, Wenqing Qin, Fen Jiao, Congren Yang, Yanfang Cui, Wei, Zhengquan Zhang and Hao Song. *Mineralogy and Pretreatment of a Refractory Gold Deposit in Zambia. Minerals.* 2019. Electronic resource: <https://www.mdpi.com/2075-163X/9/7/406/pdf>.
3. Sanakulov K.S., Ergashev U.A. *Theory and practice of development of processing of gold-bearing refractory ores of Kyzylkum / Tashkent, 2014. 248-252 pp.*
4. Sanakulov K., Ergashev U.A., Khamidov R.A. *Modern methods of processing refractory gold-bearing ores // Mining Bulletin of Uzbekistan. - 2020. – No. 4. 45-49 pp.*
5. Baudouin A.Ya., Fokina S.B., Petrov G.V., Serebryakov M.A. *Modern hydrometallurgical technologies for processing refractory gold-bearing raw materials. Modern problems of science and education. – 2014. – No. 6.*
6. Sanakulov K.S., Ergashev U.A., Gafurov K.U. *Flotation beneficiation during bacterial oxidation of sulphide gold-bearing minerals. // Mining journal. – Moscow, 2017, – No. 1 (special issue). 58-63 pp.*
7. Sanakulov K.S., Ergashev U.A., Khamidov R.A. *The problem of foaming in biooxidation reactors / Collection of scientific papers of the international conference "Science and Innovation". – Tashkent, 2021. 103-106 pp.*

ИССЛЕДОВАНИЯ МИРОВОГО ОПЫТА «ПОВТОРНОЙ» ОТРАБОТКИ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕТОДОМ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ



Аликулов Ш.Ш.,
зав. кафедрой «Безопасность
жизнедеятельности» НГГИ,
д.т.н., доцент



Халимов И.У.,
зав. кафедрой «РРМ» НГГИ,
к.т.н., доцент



Наврузов Т.Ю.,
начальник ПТИО ЮРУ НГМК



Каримов И.А.,
начальник учебно-
методического отдела НГГИ,
докторант

Maqolada uran konlarini joyida yuvish usuli bilan "qayta qazib olish" jahon tajribasi tahlillari o'rganilgan. Navoiy KMKda bir qancha ishlatilgan uran konlari bor, ularni ishlab chiqish jarayonida kuzatiladigan metodlar YeOQ usuli samaradorligini oshiradi. Adabiy sharh va chet ellik hamkasblarning qazib olinadigan va yangi qazib olinadigan hududlar uchun qiyin kon -geologik sharoitga ega bo'lgan uran konlarini o'zlashtirish sohasidagi tajribasi tuzilmaning to'liq tavsifini, muammoni hal qilishning kompleks yondashuvini, texnikaning innovatsion. va tanlangan texnologiyaning texnologik jihati qo'llanilishini beradi.

Tahlil qilingan ma'lumotlarga asoslanib, JKbning ilgari shartsiz uran konlarini o'zlashtirish texnologiyasini ishlab chiqish zarurligi ko'rsatilgan.

Tayanch iboralar: yer osti yuvish, uran konlari, quduq, samaradorlik, geologik tadqiqotlar, ishlatilgan uran konlari.

V статье рассматривается анализ мирового опыта «повторной» отработки урановых месторождений методом подземного выщелачивания. В Навоийском ГМК имеется ряд отработанных месторождений урана, при освоении которых обозреваемые методики позволят повысить эффективность метода ПВ. Литературный обзор и опыт зарубежных коллег в области отработки урановых месторождений со сложными горно-геологическими условиями для обрабатываемых и вновь отработываемых участков дает полную характеристику структуры, комплексного подхода к решению вопроса, инновационный приклад технико-технологического аспекта выбираемой технологии.

На основании проанализированных данных показана необходимость разработки технологии отработки ранее не кондиционных месторождений урана ЮРУ.

Ключевые слова: подземное выщелачивание, урановые месторождения, скважина, эффективность, геологические исследования, отработанные месторождения урана.

Последние десятилетия метод подземного выщелачивания активно применяется для отработки урановых месторождений гидротермального типа. С 1994 г. и по настоящее время вся добыча урана в Республике Узбекистан осуществляется только способом подземного выщелачивания через системы геотехнологических скважин. Разрабатываемые урановые руды характеризуются низким качеством и крайне сложными горнотехническими и гидрогеологическими условиями залегания, полностью исключающими их отработку традиционными горными способами.

При подземном выщелачивании важнейшим фактором является проницаемость продуктивного горизонта, которая может быть естественной или создаваться искусственно, путем применения специальных методов (гидроразрыв, разрушение взрывом и др.). Кроме того, при подземном выщелачивании важно наличие частичной или полной естественной обводненности руд, приуроченности рудной минерализации к порам и трещинам, обеспечивающим проницаемость руды и др.

В Навоийском ГМК имеется ряд отработанных месторождений урана, при освоении которых обозреваемые методики позволят повысить эффективность метода ПВ. Литературный обзор и опыт зарубежных коллег в области отработки урановых месторождений со сложными горно-геологическими условиями для обрабатываемых и вновь отработываемых участков дает полную характеристику структуры, комплексного подхода к решению вопроса, инновационный приклад технико-технологического аспекта выбираемой технологии.

Исходя из вышеизложенного, актуальным считается выбор и обоснование технологии добычи урана на отработанных блоках Навоийского ГМК методом подземного выщелачивания.

С 2010 г. добыча урана методом подземного выщелачивания стала основным способом и его доля в мировой практике считалась 20% в 2005 г., а в 2015 г. достигла 50% [1].

Ссылаясь на информацию специалистов ЮРУ НГМК, можно сказать, что максимальная добыча по руднику «С» была достигнута в 1987 г. и составила 627 т.

К 1999 г. все запасы пригодные для способа ПВ были отработаны с плановым коэффициентом извлечения 70%. В 1999 г. добыча по месторождению упала до 118 т, рудник «С» был на грани закрытия. Основные технико-экономические показатели отработки месторождения Сабырсай способом ПВ за 1977-2019 г. и сопоставленные показатели «первой» и «повторной» отработки, что на этапе «повторной» отработки на месторождении Сабырсай показало, что дополнительно добыто более 51% урана по отношению к добыче 1977-1999 г.; за счёт разряжения сети на тех же площадях уменьшены объёмы бурения технологических скважин (на 29%); за счёт применения новых технологий и оборудования увеличен средний дебит откачных скважин (на 53%) и уменьшен удельный расход серной кислоты (на 17%). Напротив, среднее содержание урана в продуктивных растворах снизилось на 59%, что естественно, так как легкоизвлекаемые и богатые руды были отработаны до 2000 г. Себестоимость добычи урана, также выросла. Предложенные в первые годы «повторки» (2000-2005 гг.) меры по снижению себестоимости: разрежение сети, пропуск участков с «бедной» рудой, пропуск участков с малыми дебитами сначала сглаживали рост себестоимости, но постепенно она всё-таки росла из-за низких содержаний в продуктивных растворах. И все же следует констатировать, что «повторная» отработка запасов месторождения

Сабырсай является успешной и позволила стабилизировать работу рудника «С» как минимум, на 20 лет (2000-2020 гг.). Доля добычи с месторождения Сабырсай от общей рудника «С» за этот период составила 82% т.е. оно продолжает оставаться основным [1, 2].

В настоящее время мировыми лидерами по добыче урана являются Республика Казахстан, Канада, Австралия, Российская Федерация, Нигер, Намибия. Технология подземного выщелачивания широко применяется на урановых промышленностях Казахстана, России, Австралии и Узбекистана. Канада добывает уран традиционным шахтным способом, местами применяет метод подземного выщелачивания с замаганизированной в выработке руды. Страны Африки разрабатывают урановые месторождения только открытым способом.

В табл. 1 приведены крупнейшие уранодобывающие страны мира и наименование их урановых месторождений, а также способ добычи урана. Как видно из таблицы не все урановые рудники (месторождения) обрабатываются методом подземного выщелачивания и всего 30% урановых месторождений обрабатывается методом подземного выщелачивания. Оставшиеся месторождения, обрабатываемые традиционными способами, не подлежат вовлечению к «повторной» обработке.

Основные страны, применяющие способ подземного выщелачивания при добыче урана, являются: Казахстан, Австралия, США, Россия, Китай и Узбекистан (рис. 1).

Литературный обзор по добыче урана методом подземного выщелачивания ведущими странами (Казахстан, Австралия, США, Россия, Китай и Узбекистан) локализованы на песчаниковых типах из-за геологии и стратиграфии этих месторождений.

Анализ мировой практики показал, что добыча техногенного и остаточного урана не применяется в силу технико-экономической нецелесообразности. Более близкие к данной технологии способы обработки нашли место в Казахстане урановой промышленности и находится на ранних стадиях исследований [3, 4].

На сегодняшний день уранодобывающим странам методом подземного выщелачивания предстоит задача разработки прогноза и технологии обработки остаточных образований и эта задача является новой и нестандартной. Хотя, месторождения «Сабырсай» Южного рудоуправления НГМК довольно давно вовлекается в обработку, но не имеются каких-либо методических пособий или рекомендации в этом направлении. При этом добыча техногенного и остаточного урана на отработанных залежах является подходом, ведущим к восполнению минерально-сырьевой базы предприятия.

Казахстанскими коллегами в результате проведенных исследований в ТОО «СП «Южная Горно-Химическая Компания» (Далее – ТОО «ЮГХК», Рес. Казахстан) НИОКР в рамках «Выявление и обработка техногенных и останцовых руд на месторождении Акдала участок Ближний. Этап 1» были использованы всевозможные косвенные методы прогноза, начиная с картирования исходной продуктивности и заканчивая компьютерными моделями действительных скоростей фильтрации из-за недостаточности фактических данных по содержаниям урана в отработанных участках.

По данным исследований определено, что наличие остаточных скоплений урана на обрабатываемых отработанных блоках зависит от:

- гидродинамических факторов, таких как, объемы закачки откачки каждой скважины, устойчивости дебитов во времени, закономерностей работы фильтров по длине, соотношения горизонтальной и вертикальной составляющих коэффициента фильтрации и наличия дисбаланса по растворам в пределах ячейки или рядной панели. Эти факторы определяют условия возникновения застойных зон в разрезе и по латерали и вероятность миграции растворов в под и над фильтровые части разреза;

- факторов рудоносности, т.е. приуроченности балансовых руд к определенным литологическим разностям, распределения мощности и продуктивности по латерали и в разрезе. Эти факторы определяют потенциальную ценность остаточного и – в значительной степени – техногенного оруденения;
- разные литологии, которые образуют зону застоя;

- факторов взаиморасположения руд, фильтров и водоупоров (наличия и степени обогащенности над- и подфильтровых рудных интервалов, наличия нижнего водоупора и расстояния от нижних кромок фильтров до кровли нижнего водоупора). Эти факторы ответственны за возможность формирования остаточных линз растворов как выше, так и ниже фильтров;

- факторов интенсивности отработки рудных интервалов (оценки интенсивности потоков технологических растворов в разрезах и в плане, и позволяют оценить вероятность обнаружения остаточных скоплений урана в эффективной мощности).

Разработанная казахстанскими исследователями в рамках указанной работы прогноза и оценки технологических блоков и их периферии на остаточное оруденение рассматривает прогнозные площади по месту локализации в рамках следующей классификации:

- приуроченные к надфильтровым интервалам;
- приуроченные к остаточному урану в фильтровых интервалах;
- приуроченные к подфильтровым интервалам;
- приуроченные к вероятным областям гравитационной миграции;
- приуроченные к законтурным образованиям, определяющим возможность прироста запасов технологического блока [2].

Одной из ведущих отраслей горнодобывающей промышленности Казахстана является добыча урана. Казахстан занимает первое место в мире по добыче урана и второе по его запасам. По данным WNA, добыча урана в Казахстане в 2019 г. составила 22 808 т (41,66% от мировой добычи), а запасы урана по данным 2017 г. составили 842 200 т (14% от мировых запасов).

На сегодняшний день в Казахстане выявлено 145 месторождений урана различных типов, свыше 200 рудопроявлений и более 30 тысяч радиоактивных аномалий.

В целях расширения добычи полезных ископаемых, министерством среднего машиностроения бывшего СССР на полуострове Мангышлак был заложен город Шевченко (ныне Актау) и создано ведущее градообразующее предприятие Прикаспийский горно-металлургический комбинат (ПГМК), в структуру которого вошел обогатительный Химико-гидрометаллургический завод (ХГМЗ). В мунайлинском районе Мангышлакской области располагался самый большой в то время карьер (Карьер № 4) по добыче урана. Помимо урана на полуострове залегают порядка 70% балансовых запасов редкоземельных металлов Республики. В 1973 г. в Шевченко был запущен первый в мире атомный реактор на быстрых нейтронах БН-350. Однако после распада СССР добыча на полуострове стала снижаться и к 2015 г. была полностью остановлена. В 1997 г. в Казахстане добывалось порядка 800 т сырья (13-е место в мире), а ведущая компания по добыче урана, «Казатомпром», испытывала серьезные финансовые трудности. К 2009 г. Казахстан вышел в лидеры по добыче урана в мире.

Основную работу по добыче урана в Казахстане проводит национальная компания «Казатомпром», объединяющая в своей структуре 13 горнорудных активов на 26 участках добычи по всему Казахстану, добывая уран подземным скважинным выщелачиванием. НАК «Казатомпром» является также национальным оператором Казахстана по экспорту урана и его соединений.

В 2020 г., в связи с падением уровня цен на уран, вызванным периодом избыточного предложения, Казахстан выступил с инициативой по снижению объемов добычи в течение ближайших 2-х лет. Такое предложение, по мнению представителей «Казатомпрома», может привести к сокращению поставок в объеме до 5 600 т урана от ожидаемой мировой добычи в 2021 г. [3].

Сегодня все основные месторождения, на которых ведётся добыча уранового концентрата осуществляется технологией скважинного подземного выщелачивания:

- Мойынкум и Торткудук, Канжуган;
- Инкай, участки 1-3;
- Буденовское 2;
- Мынкудук (Центральный, Восточный, Западный);
- Северный и Южный Карамурун;

Центры добычи урановых руд

Рудник (месторождение)	Расположение	Способ добычи	Примечание
Канада			
Макартур-Ривер	Север провинции Саскачеван	Подземный	Крупнейший урановый рудник мира Входит в число 10 крупнейших урановых рудников мира Входит в число 10 крупнейших урановых рудников мира
Рэббит-Лейк		Подземный	
Маклин-Лейк		Подземный	
США			
Смит-Рэнч	Штат Вайоминг	ПВ	
Хайленд		ПВ	
Кроу-Баттл	Штат Небраска	ПВ	2006 г. находился под угрозой лесных пожаров
Пандора	Штат Юта	ПВ	Добыча началась в 10.2006 г
Санди	Штат Колорадо	ПВ	Добыча приостановлена в 1999 г., возобновлена в 2006 г
Васкес	Штат Техас	ПВ	Начало эксплуатации — 10.2004 г Начало эксплуатации — 08.2004 г
Альта-Меса		ПВ	
Бразилия			
Лагоа-Реал	Штат Баия	Открытый	Единственный действующий рудник в Латинской Америке
Чехия			
Рожна	Южно-Моравская обл.	Подземный	Рядом — обогатительное производство в Дольни-Рожинка
Румыния			
Аврам Янку	Жудец (уезд) Бихор	Подземный	Переработка добытой руды происходит в Фелдиоаре близ Брашова
Добрей Южный	Горы Баната	Подземный	
Круча	Восточные Карлаты	Подземный	
Украина			
Ингульский	Кировоградская обл.	Подземный	
Ватутинский		Подземный	
Россия			
Стрельцовское	Читинская обл., г. Краснокаменск	Подземный	
Хиагда	Республика Бурятия	ПВ	
Пакистан			
Тумман-Легари	Провинция Пенджаб	Подземный	
Дера-Гази-Хан		Подземный	
Исса-Келт		Подземный	
Индия			
Джадугуда	Штат Джаркханд	Подземный	Переработка рудного концентрата ведется в Джадугуде на северо-востоке Индии близ Калькутты
Турамдих		Подземный	
Бхатин		Подземный	
Нарвалахар		Подземный	
Китай			
Инин	Провинция Синьцзян	ПВ	Переработка рудного концентрата ведется в Фучжоу-Хангзян в провинции Фуцзянь
Тенгчонг	Провинция Юньнань	ПВ	
Лантянь	Провинция Шаньси	Открытый	
Чанчжи		Открытый	
Чжэньцзян	Провинция Хунань	Подземный	
712		Подземный	
Нигерия			
Акута	Север страны, пустыня Сахара	Подземный	Поставщики ядерной программы Франции
Арлит		Открытый	
Намибия			
Рессинг	Пустыня Намиб	Открытый	Крупнейший рудник Африки
ЮАР			
Вaal-Ривер	Берега реки Вааль	Подземный	Попутный продукт при разработке месторождения золота
Австралия			
Рейнджер	Северная территория	Открытый	Крупнейший в мире открытый рудник
Олимпик-Дам	Штат Южная Австралия	Подземный	Второй по размерам в мире подземный рудник Крупнейшее в мире месторождение, разрабатываемое методом подземного выщелачивания
Беверли		ПВ	
Казахстан			
Мынкудук, Канжуган, Моинкум, Акдала, Буденовское и Инкай	Южно-Казахстанская область	ПВ	Крупнейшее в мире месторождения, разрабатываемое методом подземного выщелачивания
Камышовое, Семизбай, Викторовское и Грачевское	Северо-Казахстанская область	ПВ	
Северный Харасан, Ирколь и Южный Карамурын	Кызылординской область	ПВ	
Сулушокынское и Кольжатское	Алматинская область	ПВ	
Меловое	Мангистауская область	ПВ	
Заречное	Ажмолинская область	ПВ	
Узбекистан			
Месторождение Учкудук	Навоийская область	ПВ	
Сабырсай		ПВ	
Северный и южный Канимех		ПВ	
Сугралы			



Рис. 1. Основные страны, применяющие способ подземного выщелачивания при добыче урана

- Северный и Южный Харасан;
- Заречное;
- Ирколь;
- Южный Инкай (Блок 4).

Миграция площадей застойных зон для повышения гидродинамической проработки рудного пласта в условиях урановых рудников России.

В практике СПВ в первые десятилетия (60-70 гг. XX-го века) одним из распространенных физических методов интенсификации являлось изменение направления фильтрационных потоков (метод реверсирования) по отношению к технологическим скважинам. Переоборудование нагнетательных скважин в разгрузочные (дренажные) и наоборот.

Застойные («мертвые») зоны, формируемые в результате искривления лент тока растворов (2-х мерная фильтрация в плане), не позволяли эффективно, путем создания фильтрационного режима, прорабатывать рудные участки, приуроченные к таким зонам.

Выщелачивание урана на участках зон происходит, в основном, в диффузионном режиме, скорость выщелачивания которого несравнима (на несколько порядков ниже) со скоростью фильтрации.

Технология реверсирования потоков позволила на заключительной стадии процесса ПВ, когда содержания урана в продуктивных растворах снижались до уровня 10 – 12 мг/л, путем создания фильтрации растворов через застойные зоны повысить средние значения концентрации урана в откачиваемых растворах.

Необходимо отметить, что диаметры скважин, как нагнетательных, так и разгрузочных (дренажных), составляли 100 мм. В качестве средств подъема растворов использовались эрлифты.

С переходом на экономичную и более эффективную технологию (высокий КПД) подъема растворов – электропогружными насосами, возникла необходимость обсадки скважин трубами большего диаметра (168 и более метров), а диаметр нагнетательных скважин остался прежним. При таких конструкциях технологических скважин возможность изменения путей фильтрации растворов, реверсирование их, не представляется возможным.

Результаты проведенных полевых и аналитических исследований по выявлению влияния процессов коагуляции на выравнивание фильтрационной проводимости пород позволили разработать и опробовать в натурных опытно-промышленных условиях технологию управления режимом растекания линий токов рабочих растворов [3].

Оценка степени проработки застойных зон растворами выщелачивания проводилась на основании изменения длины фильтрации L (крайних линий тока – L_1 и L_2) от соседних нагнетательных скважин до точки их слияния в результате увеличения (уменьшения) производительности Q_1 и Q_2 (рис. 2).

Таким образом, при изучении мирового опыта добычи урана методом подземного выщелачивания, рассматривались 13 промышленных месторождений урана во всем мире. Для анализа опыта подземного выщелачивания интерес представляет месторождения песчаникового типа. Так как месторождения песчаникового типа наиболее подходят для отработки методом скважинного выщелачивания в виду своей геологической обстановки и геохимических условий, следовательно:

– главная особенность всех урановых провинций – высокое содержание урана в породах, выраженная обширными радиоактивными аномалиями, большим количеством урановых месторождений, рудопроявлений и точек минерализации;

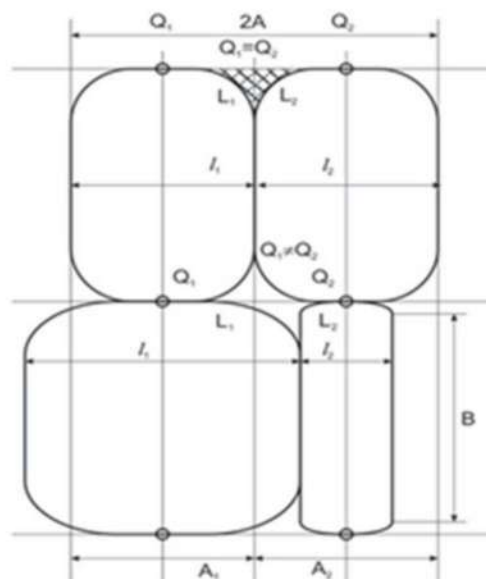


Рис. 2. Схема растекания растворов от нагнетательных скважин

– крупные пластово-инфильтрационные месторождения при низких содержаниях урана характеризуются огромными размерами, и пропуск их в хорошо изученных бассейнах маловероятен;

– большая часть промышленных запасов урана связана с комплексом гематитовых брекчий (26,7%), а также с песчаниковым (22,3%), жильным и штокверковым (17,8%), метасоматическим (10,4%) типами и типом «несогласия» (8,3%). Самое большое количество урана добывается из месторождений «песчаникового» типа (35,8%) и типа «несогласия» (30,6%).

Литературный обзор по добыче урана методом подземного выщелачивания ведущими странами (Казахстан, Австралия, США, Канада, Узбекистан и др.) локализованы на песчаниковых типах из-за геологии и стратиграфии этих месторождений. Анализ показал:

– крупные промышленные месторождения урана, обрабатываемые методом подземного выщелачивания через системы геотехнологических скважин локализованы в нескольких странах: Казахстан, США, Австралия, Узбекистан;

– тенденция добычи урана методом ПВ на долгосрочную перспективу реализована на предприятиях вышеуказанных стран. Для большинства стран экспортеров урана применимость метода ПВ сильно обуславливается экономической, нормативной технологической обстановкой и конъюнктурой мирового рынка;

– анализ мировой практики показал, что технология доизвлечения урана из отработанных (ранее некондиционных урановых месторождений) месторождений не применяется в силу технико-экономической нецелесообразности. Более близкие к данной технологии способы обработки нашли место в Казахстанской урановой промышленности и находится на ранних стадиях исследований.

Методикой прогнозирования и оценки остаточных и новообразованных скоплений урана определены и проанализированы основные группы факторов, влияющих на перспективность обозначенных скоплений: гидродинамические, в т.ч. по работе фильтра по длине, факторы исходного распределения урана в разрезе и по латерали, наличия остаточных запасов в ячейках панелях, факторы взаимоположения руд, фильтров и нижнего водоупора, факторы интенсивности обработки рудных интервалов.

Следует отметить:

– формирование техногенных интервалов (урановой новосадки) за контурами технологических блоков в восстановленных или окисленных толщах (формируются преимущественно выше- и ниже фильтров, чаще всего на границах глинистых разностей и проницаемых песков, причем источником должен служить исходно богатый рудный интервал, окисленность толщи ожидаемо негативно влияет на техногенез);

– существование и значительную роль застойных зон на серединах ребер гексагонов (в целом, существование таковых имеет место, но только до определенного времени обработки блока - до ЖТ 1,5-2,0, в дальнейшем такие зоны деградируют и перестают играть роль в сохранности руд; впрочем, здесь большую роль играют интенсивность фильтрации и дебалансы по растворам на уровне ячейки);

– определяющую роль геометрии рядных сетей вскрытия, в особенности их торцовых частей, с увеличенным расстоянием между последней закачной скважиной закачного ряда и замыкающей закачной скважиной откачного ряда (в большинстве случаев остаточные интервалы имеют место быть).

Комплексная оценка минерально-сырьевого потенциала урана включает научно обоснованный подсчет количества запасов и ресурсов урана и определение их стоимости в недрах на основе принципов системности, рентабельности и учета мировой цены конечного продукта. Минерально-сырьевой потенциал урана недр объективно может быть определен на основе разработанных принципов и методов комплексной оценки [5, 6].

Обобщая зарубежные исследования и опыта по интенсификации добыче металлов, в частности урана методом подземного выщелачивания для обрабатываемых и вновь обрабатываемых блоков, которые изложены различными патентными данными (материалами диссертационных работ, научных статей, монографий, тезисами), исходя из проанализированных данных, необходимо разработать технологии обработки ранее некондиционных месторождений урана ЮРУ, изменить дебит скважин в нагнетательном ряду, что приводит к более широкому охвату гидродинамического потока, влияет на миграцию (смещению) застойных зон, тем самым обеспечивая гидродинамическую проработку приуроченных к ним запасов и повышает концентрацию урана в продуктивных растворах.

Библиографический список:

1. Бойцов А.В. Мировая урановая промышленность: состояние, перспективы развития, вызовы времени // Сборник трудов VIII-й Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы урановой промышленности». – Астана: АО «НАК «Казатомпром», 2017. – С. 14-21.
2. Наврузов Т.Ю., Бабаев В.К., Норбоев А., Каримов И.А. Практика при «повторной» обработке запасов месторождения Сабьрсай способом подземного выщелачивания // Горный вестник Узбекистана №1, 2021 г.
3. Аликулов Ш.Ш., Маркелов С.В., Нарзиев А.С. «Кольматация пород продуктивного горизонта при подземного выщелачивании урана» Горный информационно-аналитический бюллетень. – №3, 2011. – С. 239-241.
4. Отчет о научно-исследовательской работе «Выявление и обработка техногенных и останцовых руд на месторождении «Ақдала» участок Ближний». ЭТАП 1. Разработка методик оценки, выявления и обработки техногенных и останцовых руд на месторождении «Ақдала» участок «Ближний» (окончательный). ТОО «ЭлитСтройПроектКС» по Договору 363-16 (13/ЭСП-16) от 14.09.2016 г. Алматы, 2016 год.
5. Отчет о результатах детальной разведки уранового месторождения Ақдала за период 1982-2003, с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2003 по контракту 647 от 28.03.2001, АО Волковгеология, Алматы, 2003 год.

ВЫДЕЛЕНИЕ ЦЕРИЯ ИЗ КОНЦЕНТРАТА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ РАСТВОРЕНИЯ-ОСАЖДЕНИЯ



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



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



Курбанов М.А.,
заместитель главного инженера
РУ-5 НГМК, DPh



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

Tadqiqotning maqsadi noyob tuproq elementlari gidroksidlari (NTE) konsentratidan seriyini olish texnologiyasini ishlab chiqish edi. Tadqiqotlar eritish-yog'ingarchilik usulida olib borildi. Tadqiqotlar NTE gidroksidlarining haqiqiy konsentri yordamida o'tkazildi. Dastlabki konsentratdagi seriy miqdori 34,3%ni tashkil etdi. Asl konsentrat nitrat kislova bilan eritilgan. Ce (+3) ning Ce (+4) ga oksidlanishi pH = 6-6,5 da H₂O₂ yordamida amalga oshirildi. Ce (OH)₄ ning cho'kishi pH = 6-6,5 va 50-550C haroratda amalga oshirildi. Ce (OH)₄ cho'kmasi filtrlanadi, yuviladi, quritiladi va kaltsiylanadi. Yakuniy mahsulot tarkibidagi seriy 60% ni (73,3% CeO₂) tashkil etdi. Ushbu mahsulot abraziv kukun sifatida ishlatilishi mumkin va CeO₂ ni tanlab ajratish va ishlab chiqarish uchun boshlang'ich material sifatida ham ishlatilishi mumkin.

Tayanch iboralar: seriy, nodir tuproq elementlari konsentri, eritish-cho'ktirish usuli, nitrat kislova, vodorod peroksid, harorat, texnologik sxema.

Цель исследований заключалась в разработке технологии извлечения церия из концентрата гидроокисей редкоземельных элементов (РЗЭ). Исследования проводились методом растворения-осаждения. 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 = 6-6,5. Осаждение Ce(OH)₄ осуществляли при pH = 6-6,5 и температуре 50-55°С. Осадок Ce(OH)₄ отфильтровывали, промывали, сушили и прокачивали. Содержание церия в конечном продукте составила 60% (73,3% CeO₂). Этот продукт может быть использован как полировальный порошок, а также служить исходным продуктом для селективного выделения и получения CeO₂.

Ключевые слова: церий, концентрат редкоземельных элементов, метод растворения-осаждения, азотная кислота, перекись водорода, температура, технологическая схема.

Выделение церия из концентрата редкоземельных металлов (РЗМ) на первом этапе его переработки желательны и даже необходимо, ибо позволяет уменьшить объём материала, подлежащего дальнейшему извлечению из него и разделению других металлов.

Церий выделяют из смеси РЗМ, используя различие в основности ионов церия (IV) и трёхвалентных остальных редкоземельных ионов [1]. Четырёхвалентный ион церия менее основен, чем трёхвалентные ионы РЗМ, а основные соли церия (IV) отличаются значительно меньшей растворимостью.

Церий (IV) осаждают из водных растворов при pH=3-4, тогда как трёхвалентные редкие земли не осаждаются вплоть до pH =6-8 [2]. (По данным литературы [3] pH осаждения Ce(OH)₄ лежит в пределах 0,7-1,0, что нашими экспериментами не подтвердилось).

В литературе [2,4] описан метод выделения церия из смеси гидроокисей РЗМ, состоящий в обработке высушенной на воздухе смеси гидроксидов разбавленной кислотой при pH=3-4. При этом в нерастворимом остатке концентрируется церий.

В работе [5] приводятся данные по технологии окисления церия с помощью перекиси водорода и отделение его от остальных РЗМ осаждением в области низких значений pH (pH =4,5).

По мнению авторов технология позволит исключить экстракционную очистку.

Эти же авторы в работе [6] указывают и на недостатки способа, связанные с необходимостью точного контроля основных параметров процесса, что делает этот способ невозможным для организации непрерывного процесса.

Описан также способ отделения церия от остальных РЗМ путём прокачивания концентрата при 800-900°С с последующей обработкой огарка соляной кислотой (4% HCl) [7]. В раствор переходят трёхвалентные РЗМ, церий при этом остаётся в осадке. Однако сложность, связанная с применением соляной кислоты и относительно низкая полнота отделения церия от других РЗМ, делают этот способ малопримемлемым в промышленности.

Цель работы состояла в проведении исследований по выделению церия из концентрата гидроокисей РЗМ, полученного экстракционной перемывкой черного концентрата [8]. В настоящей работе был выбран метод растворения-осаждения ввиду простоты и доступ-

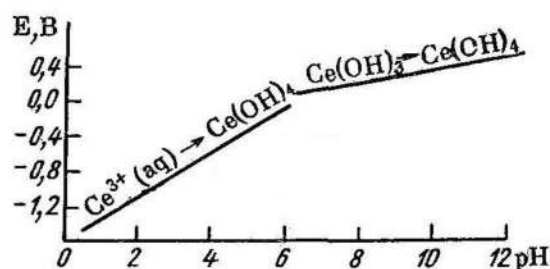


Рис. 1. Влияние pH на значения окислительно-восстановительных потенциалов окисления Ce³⁺ в Ce⁴⁺

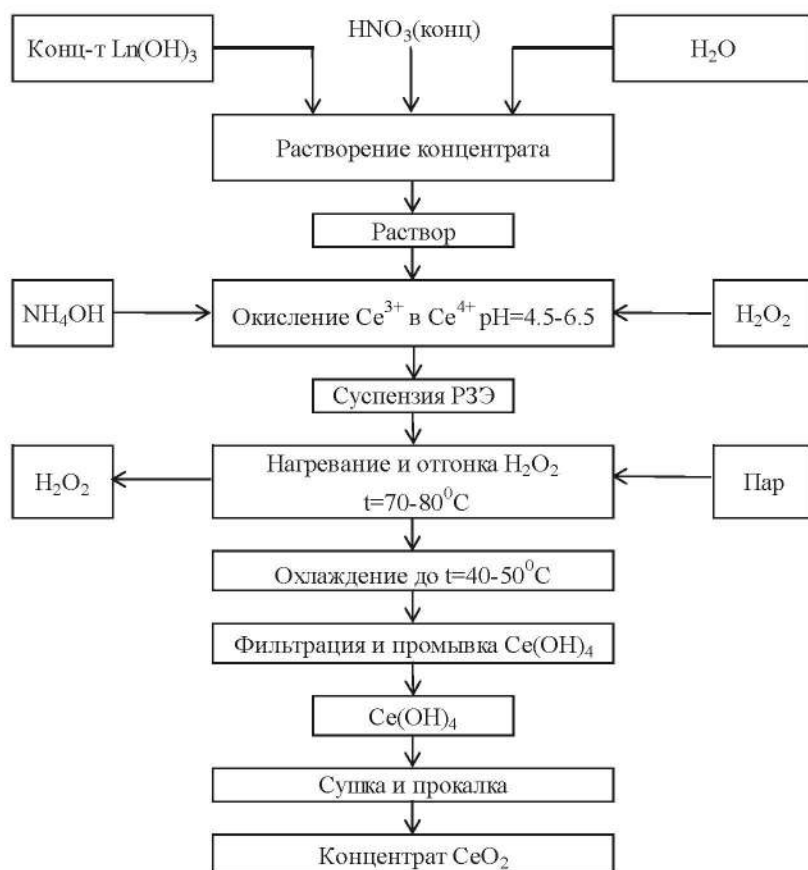


Рис. 2. Схема получения двуокиси церия из концентрата гидроокисей РЗЭ методом растворения - осаждения

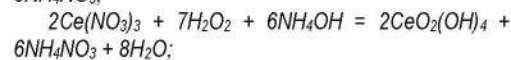
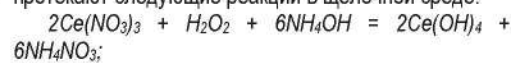
ности основных реагентов. Растворение исходного концентрата, регулирование pH , Eh , температуры и времени перемешивания осуществляли в термостатированном реакторе. Реактор снабжён электромеханической мешалкой с регулируемым числом оборотов, pH – метром и Eh – метром. Фильтрацию суспензии и промывку осадка проводили на воронке Бюхнера под вакуумом. Анализ РЗМ осуществляли методом эмиссионного спектрального анализа в индуктивно-связанном плазменном разряде на приборе «Shimadzu» ICPE – 9820 согласно методике [9].

Из рекомендованных в литературе окислителей церия (+3) [5,6] нами выбран пероксид водорода, ввиду того, что продукты его разложения не загрязняют продукты реакции окисления. В опытах применяли 30%-ный раствор H_2O_2 марки «ч.д.а.».

Окислительно-восстановительный процесс окисления Ce^{3+} в Ce^{4+} (в 1 М $HClO_4$) описывается уравнением:



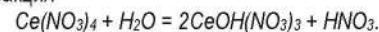
При окислении церия (+3) пероксидом водорода протекают следующие реакции в щелочной среде:



в слабокислой среде:



При гидролизе нитрата церия (+4) протекает реакция



Для поддержания требуемого при гидролизе pH выделяющуюся азотную кислоту нейтрализуют аммиаком.

Влияние pH на значения окислительно-восстановительных потенциалов (ОВП) окисления Ce^{3+} в Ce^{4+} представлено на рис. 1. Как видно из представленной на рисунке зависимости, положительное значение ОВП, при котором происходит практически полное окисление и превращение $Ce(OH)_3$ в $Ce(OH)_4$ достигается при pH более 6 [3].

Для проверки метода осаждения – растворения на реальных продуктах был использован концентрат гидроокиси РЗЭ, состав которого представлен в табл. 1. В лабораторных условиях была реализована технологическая схема, приведённая на рис. 2. Осуществление процесса получения CeO_2 по этой схеме осуществлялось следующим образом. Навеску исходного концентрата $Ln(OH)_3$ помещали в термостатированный реактор с мешалкой, заливали расчётным количеством воды и при перемешивании дозировали концентрированную азотную кислоту до полного растворения осадка. Далее в полученный раствор дозировали аммиачную воду до pH 4,5-6,5 и

затем концентрированный раствор H_2O_2 . Значение pH при этом уменьшалось. Избыток кислоты выделяющейся при окислении нейтрализовали раствором аммиачной воды. После этого суспензию перемешивали в течение 2-х ч, поддерживая $pH = 6-6,5$. Далее суспензию нагревали до $80^\circ C$ и выдерживали при этой температуре 2 ч для удаления избытка перекиси водорода. После отгонки H_2O_2 суспензию охлаждали при комнатной температуре до $50-55^\circ C$ и фильтровали. Осадок промывали водой. Первый и второй фильтрат объединяли для последующего извлечения из них остальных РЗМ. Осадок гидроокиси церия $Ce(OH)_4$ сушили и прокачивали при $900^\circ C$ в течение 2 ч. Полученный продукт анализировали на содержание CeO_2 и примесей других РЗМ. Результаты представлены в табл. 2. Как видно из результатов (табл. 2), полученный продукт содержит 73,2% CeO_2 , остальное составляют окислы других РЗМ. Другими словами, схема растворения-осаждения не позволила селективно

Таблица 1

Состав пробы $Ln(OH)_3$

РЗМ в пробе $Ln(OH)_3$	Ce	Dy	Er	Eu	Gd	Ho	La	Nd	Pr	Sm	Tb	Tm	Y	Σ РЗМ, %	Азфф, Бк/кг
Содержание, %	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	83,6	320

Таблица 2

Состав пробы CeO_2 , полученной методом растворения-осаждения

РЗМ в пробе CeO_2	Ce/ (CeO_2)	Dy/ Dy_2O_3	Er/ Er_2O_3	Eu/ Eu_2O_3	Gd/ Gd_2O_3	Ho/ Ho_2O_3	La/ La_2O_3	Nd/ Nd_2O_3	Pr/ Pr_2O_3	Sm/ Sm_2O_3	Tb/ Tb_2O_3	Tm/ Tm_2O_3	Y/ Y_2O_3	ΣLn_2O_3
Содержание, %	73,2	0,75/ 0,86	0,66/ 0,75	0,43/ 0,50	1,63/ 1,87	0,25/ 0,29	3,45/ 4,05	3,03/ 3,53	6,5/ 7,6	2,05/ 2,38	0,27/ 0,31	0,25/ 0,29	2,65/ 3,37	99,0

выделить церий из концентрата и получить продукт с требуемым (более 90%) содержанием CeO_2 . Вместе с тем, полученный по этой схеме продукт представляет собой полировальный порошок с отношением основного вещества к сумме остальных оксидов $\text{CeO}_2 / \sum \text{Ln}_2\text{O}_3 = 73,2/99,0 = 73,9\%$.

Полученный по этой схеме концентрат церия может быть использован в дальнейшем для селективного извлечения церия методом экстракции.

Выводы.

1. В результате проведенных лабораторных исследований по выделению церия из концентрата гидроокисей РЗЭ методом растворения-осаждения показана возможность получения цериевого концентрата с содержанием церия 60% (73,2% CeO_2).

2. Полученный продукт может быть использован в качестве полировального порошка или как исходный продукт для селективного извлечения церия методом экстракции.

Библиографический список:

1. Серебряков В.В. Химия редкоземельных элементов. – Томск.: - 1959. - Т.1. - С. 153-161.
2. Спеддинг Ф., Даан А. Редкоземельные металлы. – М.: Металлургия. – 1965. - С. 49.
3. 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. - С. 55-114.
4. Степанов С.И., Чемерев А.М. Разделение редкоземельных элементов. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. – 2016. – С.43.
5. 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.
6. Поляков Е.Г., Нечаев А.В., Смирнов А.В. Металлургия редкоземельных металлов. – М.: Metallurgizdat. – 2018. – С. 354-361.
7. Виллани Ф.М. Редкоземельные элементы. Технология и применение. - М.: Металлургия. - 1985. – С.10.
8. 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
9. 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.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, №3 (86) pp. 49-51

ISOLATION OF CERIUM FROM THE CONCENTRATE OF RARE-EARTH METALS BY THE METHOD OF DISSOLUTION-PRECIPIATION

•Petukhov O.F., Deputy Head of the Central Research Laboratory of NMMC for uranium and REE (rare earth elements), Doctor of Technical Sciences

•Ruziev B.T., Head of the Uranium Technological Laboratory of the Central Research Laboratory of the NMMC.

•Kurbanov M.A., Deputy Chief Engineer of Ore Administration-5, PhD

•Sharafutdinov U.Z., Deputy Head of the NMMC Innovation Center, Doctor of Technical Sciences

•Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Uzbekistan.

The purpose of the research was to develop a technology for the extraction of cerium from a concentrate of hydroxides of rare earth elements (REE). The studies were carried out by the dissolution-precipitation method. The studies were carried out using a real concentrate of REE hydroxides. The cerium content in the original concentrate was 34,3%. The original concentrate was dissolved with nitric acid. Oxidation of Ce^{+3} to Ce^{+4} was carried out using H_2O_2 at pH = 6-6.5. The precipitation of $\text{Ce}(\text{OH})_4$ was carried out at pH = 6-6.5 and a temperature of 50-55°C. $\text{Ce}(\text{OH})_4$ precipitate was filtered off, washed, dried, and calcined. The cerium content in the final product was 60% (73,3% CeO_2). This product can be used as a polishing powder and can also be used as a starting material for the selective separation and production of CeO_2 .

Key words: cerium, rare earth elements concentrate, dissolution-precipitation method, nitric acid, hydrogen peroxide, temperature, technological scheme.

References:

1. Serebryakov V.V. Chemistry of rare earth elements. - Tomsk: 1959. – T.1. 153-161 pp.
2. Spedding F., Daan A. Rare earth metals. – M.: Metallurgy. – 1965. – 49 p.
3. Shakhno I.V., Shevtsova Z.N., Fedorov P.I., Korovin S.S. Chemistry and technology of rare and trace elements. – M.: High School. 1976. T. 2. 55-114 pp.
4. Stepanov S.I., Chekmerov A.M. Separation of rare earth elements. – M.: RKhTU im. D.I. Mendeleev. 2016. – 43 p.
5. Nechaev A.V., Sibilev A.S. Smirnov A.V. et al. Rational approach to the processing of cerium-containing raw materials // Chemical technology, 2015. T. 16, No. 9. 535-539 pp.
6. Polyakov E.G., Nechaev A.V., Smirnov A.V. Metallurgy of rare earth metals. – M.: Metallurgizdat, 2018. 354-361 pp.
7. Villani F.M. Rare earth elements. Technology and application. – M.: Metallurgy. 1985. – 10 p.
8. Petukhov OF, Ruziev BT, Sharafutdinov U.Z. Extraction cleaning of REE concentrates from impurities and natural radionuclides // Gorny Vestnik of Uzbekistan. 2020. No. 3. 13-16 pp.
9. 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.

СООТНОШЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА К ВЫЕМКЕ ГОРНОЙ МАССЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ ТИПА EX-1200 ПРОИЗВОДСТВА HITACHI (ЯПОНИЯ) И LIEBHERR R9100 (ГЕРМАНИЯ)



Собиров Т.О.,
заместитель главного механика
НГМК



Хасанов Н.А.,
главный механик рудника
"Ауминзо-Амантой"



Бобокулов А.Н.,
ведущий инженер отдела
главного механика НГМК

Maqolada Hitachi (Yaponiya) EX-1200 va Liebherr R9100 (Germaniya) tomonidan ishlab chiqarilgan bir xil tipdagi gidravlik ekskavatorlarning yoqilg'i sarfi tahlil qilinadi. Sinovlar 2021 yil mart oyida o'tkazilgan va barcha ma'lumotlar to'g'ridan-to'g'ri ekskavator ish joyida olingan. Sinov natijalariga ko'ra, yonilg'ining kam sarflanishi bilan Liebherr R9100 ekskavatorining ishlashi ishchi suyuqlikni energiyasini qayta tiklashi tufayli ancha yuqori degan xulosaga kelishdi.

Tayanch iboralar: Tog' jinsini qazish, yoqilg'i sarfi, gidravlik ekskavator, gidravlik tizim energiyasini tiklash.

В статье проанализирован расход топлива однотипных гидравлических экскаваторов EX-1200 производства Hitachi (Япония) и Liebherr R9100 (Германия). Испытания проведены в марте месяце 2021 г. и все данные получены непосредственно на месте работы экскаваторов. Согласно результатам испытаний, определено, что при меньшем расходе топлива производительность экскаватора Liebherr R9100 намного выше, за счет рекуперации энергии рабочей жидкости.

За всю историю развития горнодобывающей отрасли задача снижения расхода энергоресурсов по степени важности не выделялась среди многих проблем совершенствования машин: их производительности, уменьшения массы, увеличения срока службы. Но, в связи с резким увеличением цен на топливо в настоящее время его экономия на горно-выемочных машинах стала одним из основных путей повышения их эффективности.

Одноковшовые экскаваторы по-прежнему занимают лидирующее место среди машин для механизации земляных работ в горном деле. Их также широко используют в разных отраслях народного хозяйства, в том числе при погрузке и выгрузке различных материалов, при производстве мелиоративных, ирригационных, сельскохозяйственных, коммунальных и др. работ.

Большие теоретические и экспериментальные исследования, показали, что применение гидравлического привода коренным образом изменило конструктивные и эксплуатационные показатели одноковшовых экскаваторов и значительно повысило их технический уровень. Важным преимуществом объемных гидropеречид являются высокая перегрузочная способность, реализация больших передаточных отношений, малая инерционность, восприимчивость к автоматизации и возможность дробления гидравлической энергии путем присоединения нескольких двигателей к одному источнику, а также возможность рекуперации энергии с последующим использованием.

Эффективность одноковшовых гидравлических экскаваторов определяется их способностью быстро и с максимальной производительностью выполнять каждую операцию рабочего цикла. Проведения дальнейших исследований и совершенствование гидравлических экскаваторов с целью улучшения их энергетических показателей - одна из важнейших задач по повышению их технического уровня.

По результатам исследований, было установлено, что при работе прямой лопатой полезное использование энергии составляет порядка 51%. Из них на подъем стрелы расходуется (14,7%), на поворот рукояти (17,3%), на поворот ковша (15,8%) и на поворот платформы (3,2%). Следовательно, потери энергии в рабочем цикле экскаватора составляют порядка 49%. Наибольшие потери возникают в гидрораспределителях, в процессе дроссельного регулирования скоростей рабочего движения (20%) и в первичных предохранительных клапа-

нах (17,2%). Значительно меньше потери в сливных гидролиниях (7,5%), в исполнительных механизмах и вторичных предохранительных клапанах (4,3%). Таким образом, создание гидропривода с энергосберегающими системами - одно из главных направлений решения проблемы рационального использования энергоресурсов и повышения производительности машин.

Характерная особенность энергосберегающей системы - эффективное снижение потерь энергии при регулировании первичного двигателя и гидронасосов и использование кинетической и потенциальной энергии движущихся частей экскаватора и более полное использование номинальной мощности первичного двигателя.

Проведенный анализ гидравлических систем экскаваторов типа EX-1200 производство Hitachi (Япония) и Liebherr R9100 (Германия) рудника «Ауминзо Амантой» показал, что применение гидравлического привода создаёт большие возможности для увеличения КПД, повышения энергетических показателей за счет рекуперации энергии с последующим его использованием. В настоящее время методы и соответственно комплексная модель определения параметров эффективности, в том числе к.п.д. гидросистемы и одноковшовых экскаваторов, проведены недостаточно полно [4].

На руднике «Ауминзо-Амантой» подготовка горной массы к выемке производится бурением взрывных скважин, заряданием и взрыванием серии скважинных зарядов. Для бурения вертикальных взрывных скважин предусматриваются буровые станки типа Atlas Сорсо D55 и DM45 HP, которые являются более современной и модифицированной моделью среди гидравлических буровых станков [5]. Выемочно-погрузочные работы предусматривается производить одноковшовыми гидравлическими экскаваторами с дизельным приводом типа HITACHI EX-3600 с объемом ковша 20,6 м³ и EX-1200 с объемом ковша 5,9 м³, а также R9100. Парк горной техники приведен в табл. 1.

Выбор гидравлических экскаваторов и буровых станков с дизельным приводом обусловлен отсутствием электрических мощностей в Зарафшанском золоторудном районе. В целях обеспечения электроэнергией намеченных новых объектов по добыче и переработке золотосодержащих руд месторождений Ауминзо-Амантайтауского рудного поля, предусматривается строительство



Экскаватор Liebherr R9100



Экскаватор Hitachi EX1200-7

Рис. 1. Гидравлические экскаваторы с прямой лопатой

новой подстанции (ПС) 220/35/6 кВ в районе площадки проектируемого рудника, а также строительство ЛЭП 220 кВ от площадки Бесопантау до рудника ГМЗ-5. Завершение строительства и ввод указанных объектов электроснабжения предусмотрено до конца 2019 г. за счет собственных средств НГМК. Однако потребность в электроэнергии будет покрываться только для работы собственно ГМЗ-5.

Предметом анализа является расход топлива гидравлических экскаваторов с прямой лопатой EX1200-7 Hitachi, объемом ковша 5,9 м³ и Liebherr R9100 объемом ковша 7 м³ (рис. 1).

В целях получения точных показателей испытание проводилось на четырех новых экскаваторах (год ввода 2020-2021 гг.), т.е. две единицы экскаваторов EX1200-7 Hitachi (EX1200-7 гар. № 13 и гар. № 15) и две единицы экскаваторов Liebherr R9100 (R9100 гар. № 16 и гар. №17) [1].

Результаты испытания для гидравлического экскаватора EX1200-7 Hitachi приведены в табл. 2.

Также результаты испытания для гидравлического экскаватора Liebherr R9100 приведены в табл. 3.

Как видно, расход топлива экскаватора Liebherr R9100 ниже на 16,6% при погрузке горной массы, на 33% ниже при передвижении экскаватора, а при холостом ходу одинаковый расход.

Исходя от полученных показателей испытаний в период с 01.03.2021г. по 31.03.2021г., проводим анализ работы экскаватора EX1200-7 и получаем следующие результаты (табл. 4).

Аналогично с 01.03.2021 г. по 31.03.2021 г. проводим анализ работы экскаватора Liebherr R9100 и получаем следующие результаты (табл. 5).

Экономия топлива достигается в результате использования инновационных технологий отвечающих самым современным требованиям:

1. Сохранение энергии в гидроаккумуляторе за счет использования энергии опускания ковша вниз, опускания стрелы или рукояти, где гидравлическое масло в цилиндрах под давлением накапливается в гидроаккумуляторе и накопленная энергия используется для поднятия стрелы или черпания следующего ковша [3].

Таблица 1

Парк горной техники

№	Тип	Технические характеристики	Гар. №	Дата ввода
1.	EX1200-6	объем ковша 5,9 м ³ , прямая лопата	1	09.2017 г.
2.	EX1200-6	объем ковша 5,9 м ³ , прямая лопата	2	10.2017 г.
3.	EX1200-6	объем ковша 5,9 м ³ , прямая лопата	3	10.2017 г.
4.	EX-3600	объем ковша 20,6 м ³ , прямая лопата	4	03.2018 г.
5.	EX1200-6	объем ковша 5,9 м ³ , прямая лопата	5	04.2018 г.
6.	EX1200-6	объем ковша 5,9 м ³ , обратная лопата	6	04.2018 г.
7.	EX1200-6	объем ковша 5,9 м ³ , прямая лопата	7	05.2018 г.
8.	EX1200-6	объем ковша 5,9 м ³ , прямая лопата	8	04.2019 г.
9.	EX1200-6	объем ковша 5,9 м ³ , прямая лопата	9	05.2019 г.
10.	EX-3600	объем ковша 20,6 м ³ , прямая лопата	10	05.2019 г.
11.	EX-3600	объем ковша 20,6 м ³ , прямая лопата	11	06.2019 г.
12.	EX-3600	объем ковша 20,6 м ³ , прямая лопата	12	10.2019 г.
13.	EX1200-7	объем ковша 5,9 м ³ , прямая лопата	13	01.2020 г.
14.	EX-3600	объем ковша 20,6 м ³ , прямая лопата	14	08.2020 г.
15.	EX1200-7	объем ковша 5,9 м ³ , прямая лопата	15	01.2021 г.
16.	Liebherr R9100	объем ковша 7 м ³ , прямая лопата	16	03.2021 г.
17.	Liebherr R9100	объем ковша 7 м ³ , прямая лопата	17	03.2021 г.
Всего экскаваторов: 17 ед.				
1.	DCR20	пневмоударное, Ф89 мм – 152 мм	1	09.2017 г.
2.	DCR20	пневмоударное, Ф89 мм – 152 мм	2	09.2017 г.
3.	DCR20	пневмоударное, Ф89 мм – 152 мм	3	09.2017 г.
4.	DCR20	пневмоударное, Ф89 мм – 152 мм	4	11.2017 г.
5.	Flexi ROC D55	пневмоударное, Ф89 мм – 152 мм	5	07.2019 г.
6.	DM-45	Шарошечное/пневмоудар, Ф 149 – 229 мм	6	08.2019 г.
7.	DM-45	Шарошечное/пневмоудар, Ф 149 – 229 мм	7	08.2019 г.
8.	Flexi ROC D55	пневмоударное, Ф89 мм – 152 мм	8	11.2019 г.
9.	Flexi ROC D55	пневмоударное, Ф89 мм – 152 мм	9	11.2019 г.
10.	Flexi ROC D55	пневмоударное, Ф89 мм – 152 мм	10	04.2020 г.
11.	Flexi ROC D55	пневмоударное, Ф89 мм – 152 мм	11	04.2020 г.
12.	Flexi ROC D55	пневмоударное, Ф89 мм – 152 мм	14	09.2020 г.
13.	Flexi ROC D55	пневмоударное, Ф89 мм – 152 мм	15	09.2020 г.
Всего буровых станков: 13 ед.				

Таблица 2

Результаты испытания для гидравлического экскаватора EX1200-7 Hitachi

№ п/п	Тип оборудования	Марка экскаватора	Марка ДВС	Режим работы	Норма расхода топлива. (л/маш. ч)
1.	Гидравлический экскаватор	EX1200-7 Hitachi	Cummins QSK-23C	Погрузка горной массы	105,0
2.				Передвижение	80,0
3.				Холостой ход	10,0

Таблица 3

Результаты испытания для гидравлического экскаватора Liebherr R9100

№ п/п	Тип оборудования	Марка экскаватора	Марка ДВС	Режим работы	Норма расхода топлива. (л/маш. ч)
1.	Гидравлический экскаватор	Liebherr R9100	Liebherr D9512	Погрузка горной массы	90,0
2.				Передвижение	60,0
3.				Холостой ход	10,0

Таблица 4

Отчет расхода топлива и выемки горной массы экскаватора EX1200-7 (гар. № 15) в период с 01.03.2021г. по 31.03.2021 г.

№	Дата	Отработанные моточасы (м/час)				Нормы расхода диз. топлива, (л)			Расход диз. топлива, (л)		откл.	Выемка горной массы
		работа ДВС под нагрузкой	при перегоне	холостой ход	итого:	ДВС под нагрузкой	при перегоне	холостой ход	итого по норме:	факт		
1.	01.03.2021	15,1	0,8	7,4	23,3	105	80	10	1723,5	1720	3,5	5555,7
2.	02.03.2021	13,9	0,8	8,1	22,8	105	80	10	1604,5	1595	9,5	5745,3
3.	03.03.2021	16,2	0,6	6,4	23,2	105	80	10	1813	1805	8	6383,3
4.	04.03.2021	15,2	0,6	7,4	23,2	105	80	10	1718	1710	8	5323,6
5.	05.03.2021	15,3	1	7	23,3	105	80	10	1756,5	1750	6,5	5443,2
6.	06.03.2021	15	0,9	7,3	23,2	105	80	10	1720	1712	8	5292
7.	07.03.2021	12,4	0,4	7,3	20,1	105	80	10	1407	1403	4	4195,8
8.	08.03.2021	16,1	0,9	6,4	23,4	105	80	10	1826,5	1825	1,5	5670,8
9.	09.03.2021	16,9	0,6	5,5	23	105	80	10	1877,5	1870	7,5	6623,2
10.	10.03.2021	14,8	0,8	7,5	23,1	105	80	10	1693	1682	11	6304
11.	11.03.2021	13,7	0,6	5,5	19,8	105	80	10	1541,5	1530	11,5	3815,1
12.	12.03.2021	18,4	1,1	4,1	23,6	105	80	10	2061	2050	11	6560,8
13.	13.03.2021	14,2	0,6	9,1	23,9	105	80	10	1630	1628	2	6312,4
14.	14.03.2021	15,5	0,9	7	23,5	105	80	10	1780	1772	8	6667,2
15.	15.03.2021	18,1	0,4	5,2	23,7	105	80	10	1984,5	1978	6,5	6474
16.	16.03.2021	17,5	0,6	5,1	23,2	105	80	10	1936,5	1930	6,5	6899,8
17.	17.03.2021	15,2	0,8	7,7	23,7	105	80	10	1737	1733	4	6509,6
18.	18.03.2021	13,5	0,4	6,8	20,7	105	80	10	1517,5	1507	10,5	5050,3
19.	19.03.2021	15,6	0,4	7	23	105	80	10	1740	1735	5	4483,5
20.	20.03.2021	15,7	0,8	5,9	22,4	105	80	10	1771,5	1765	6,5	5908,5
21.	21.03.2021	10,5	0,9	7	18,4	105	80	10	1244,5	1240	4,5	4999,9
22.	22.03.2021	13,4	0,6	8,7	22,7	105	80	10	1542	1536	6	3137,4
23.	23.03.2021	11,5	0,4	7,3	19,2	105	80	10	1312,5	1309	3,5	2869,4
24.	24.03.2021	13,5	0,7	8,4	22,6	105	80	10	1557,5	1545	12,5	5343,6
25.	25.03.2021	12,5	0,6	7,4	20,5	105	80	10	1434,5	1430	4,5	4106,5
26.	26.03.2021	16,7	0,8	5,7	23,2	105	80	10	1874,5	1862	12,5	5586,9
27.	27.03.2021	15,9	0,5	6,3	22,7	105	80	10	1772,5	1763	9,5	5167,5
28.	28.03.2021	15,5	0,9	6,7	23,1	105	80	10	1766,5	1765	1,5	5245,5
29.	29.03.2021	14,5	1	7,5	23	105	80	10	1677,5	1670	7,5	4582,5
30.	30.03.2021	17,5	0,7	4	22,3	105	80	10	1944	1934	10	5195,9
31.	31.03.2021	17,5	0,7	4,9	23,2	105	80	10	1953	1946	7	5789,6
Итого:		467,9	21,8	207,6	697	3255	2480	310	52918	52700	218	167242,8
Среднее за сутки		15,1	0,7	6,7	22,5	105,0	80,0	10,0	1707,0	1700,0	7,0	5394,9

2. Также экскаваторы Liebherr оснащены сенсорными джойстиками, которые автоматически переводят двигатель экскаватора на холостые обороты, в случае отсутствия руки оператора на джойстике [2].

Вышеуказанные инновации автоматически обеспечивают значительную экономию топлива при смене самосвалов при погрузке (во время смены самосвалов на погрузке машина работает на холостых оборотах).

Объединяем результаты соотношения выемки горной массы и расхода топлива (табл. 6).

Таблица 6
Соотношение выемки горной массы и расхода топлива экскаваторов EX1200-7 (гар. № 15) и Liebherr R9100 (гар. № 16)

Вид работ	EX1200-7 (гар. № 15)	Liebherr R9100 (гар. № 16)	Разница
Выемка горной массы за март месяц, м³	167 242,8	169 538,1	2 295,3
Расход топлива за март месяц, л	52 700	45 795	6 905
Среднесуточная выемка горной массы, м³	5 394	5 469	75
Среднесуточный расход топлива, л	1 700	1 477	223

Исходя из вышеуказанных данных, определяем годовой расход топлива и годовую выемку горной массы экскаваторов.

Расчет годового объема выемки горной массы и расхода топлива экскаватора EX1200-7 (гар. № 15) [6]:

$$V_z = V_c \cdot 365 \cdot K = 5\,394 \cdot 365 \cdot 0,75 = 1\,476\,607 \text{ м}^3;$$

где V_z – годовой объем выемки горной массы;

V_c – суточный объем выемки горной массы;

365 – количество дней в году;

K – годовой коэффициент использования оборудования.

Также рассчитываем годовой расход топлива,

$$T_z = T_c \cdot 365 \cdot K = 1\,700 \cdot 365 \cdot 0,75 = 465\,375 \text{ л}$$

где, T_z – годовой расход топлива;

T_c – суточный расход топлива.

Рассчитываем расход топлива на выемку 1 м³ горной массы.

$$S = V_z / T_z = 465\,375 / 1\,476\,607 = 0,315 \text{ л/м}^3$$

где S – удельный расход топлива на выемку горной массы.

Расчет годового объема выемки горной массы и расхода топлива экскаватора Liebherr R9100 (гар. № 16):

$$V_z = V_c \cdot 365 \cdot K = 5\,469 \cdot 365 \cdot 0,75 = 1\,497\,138 \text{ м}^3;$$

Также рассчитываем годовой расход топлива,

$$T_z = T_c \cdot 365 \cdot K = 1\,477 \cdot 365 \cdot 0,75 = 404\,328 \text{ л};$$

Рассчитываем расход топлива на выемку 1 м³ горной массы.

$$S = V_z / T_z = 404\,328 / 1\,497\,138 = 0,270 \text{ л/м}^3;$$

Из расчета видно, что за год экскаватор Liebherr R9100 экономит 61 047 л (465 375 – 404 328) топлива и при этом повышение отгрузки горной массы составляет 20 531 м³.

Таблица 5

Отчет расхода топлива и выемки горной массы экскаватора Liebherr R9100 (гар. № 16) в период с 01.03.2021 г. по 31.03.2021 г.

№	Дата	Отработанные моточасы (м/час)				Нормы расхода диз. топлива, (л)			Расход диз. топлива, (л)		откл.	Выемка горной массы
		работа ДВС под нагруз- кой	при перегоне	холостой ход	итого:	ДВС под нагрузкой	при перегоне	холостой ход	итого по норме:	факт		
1.	01.03.2021	14,2	4,6	4,8	23,6	90	60	10	1602	1602	0	5472
2.	02.03.2021	17,2	3,5	2,5	23,2	90	60	10	1783	1781	2	5810
3.	03.03.2021	15,6	2,9	4,6	23,1	90	60	10	1624	1624	0	5461
4.	04.03.2021	11,2	4,9	7,6	23,7	90	60	10	1378	1370	8	4901,4
5.	05.03.2021	14,1	1,2	8,3	23,6	90	60	10	1424	1419	5	5712,8
6.	06.03.2021	14,1	1,2	7,6	22,9	90	60	10	1417	1412	5	4728,5
7.	07.03.2021	13,3	1,4	8,5	23,2	90	60	10	1366	1359	7	4695,5
8.	08.03.2021	10,7	1,1	8	19,8	90	60	10	1109	1100	9	3964,5
9.	09.03.2021	16,9	0,7	5,8	23,4	90	60	10	1621	1616	5	6555,4
10.	10.03.2021	18,1	1,2	4,3	23,6	90	60	10	1744	1742	2	6943,7
11.	11.03.2021	17,6	1,2	3,2	22	90	60	10	1688	1682	6	5706,6
12.	12.03.2021	14	1	8,5	23,5	90	60	10	1405	1398	7	4380,3
13.	13.03.2021	13,6	1,2	8,8	23,6	90	60	10	1384	1379	5	4743,9
14.	14.03.2021	18	1,3	3,8	23,1	90	60	10	1736	1724	12	5386,5
15.	15.03.2021	13,6	1,3	8,2	23	90	60	10	1378	1369	9	4917,3
16.	16.03.2021	13,6	1,2	5,9	20,7	90	60	10	1355	1350	5	4918,3
17.	17.03.2021	9,7	1	7,6	18,3	90	60	10	1009	1000	9	2839,7
18.	18.03.2021	11,3	0,7	2,6	14,6	90	60	10	1085	1080	5	3969
19.	19.03.2021	14	1,1	8,6	23,7	90	60	10	1412	1406	6	5830,8
20.	20.03.2021	17	1,1	4,9	23	90	60	10	1645	1642	3	6785,1
21.	21.03.2021	14,9	1	4,5	20,4	90	60	10	1446	1440	6	6522,4
22.	22.03.2021	14,3	1,1	5,6	21	90	60	10	1409	1402	7	5348,7
23.	23.03.2021	12,7	1	3,9	17,6	90	60	10	1242	1230	12	4082,4
24.	24.03.2021	9,7	0,6	6	16,3	90	60	10	969	958	11	3799,3
25.	25.03.2021	15,9	1,3	6,2	23,4	90	60	10	1571	1564	7	6242,6
26.	26.03.2021	19,2	0,7	3,3	23,2	90	60	10	1803	1795	8	7192,5
27.	27.03.2021	20,5	0,8	2,4	23,7	90	60	10	1917	1913	4	7854,7
28.	28.03.2021	16	0,8	3,8	20,6	90	60	10	1526	1520	6	5819,2
29.	29.03.2021	16,5	0,9	5,4	22,8	90	60	10	1593	1588	5	5312,1
30.	30.03.2021	17,9	0,6	4,7	23,2	90	60	10	1694	1686	8	5474,3
31.	31.03.2021	16,6	1	5,6	23,2	90	60	10	1610	1606	4	8167,5
Итого:		462	43,5	175,5	681	2790	1860		45985	45795	188	169538,1
Среднее за сутки		14,9	1,4	5,7	22,0	90,0	60,0		1483,4	1477,9	6,1	5469,0

Энергосберегающая гидросистема экскаватора Liebherr R9100 улучшает показатели рациональности привода гидравлического экскаватора, а именно: рекуперация энергии рабочей жидкости при нейтральном положении золотников гидрораспределителей и при опускании рабочего оборудования позволяют повысить критерий технического совершенства гидросистемы, производительность и снизить удельный расход топлива.

Библиографический список:

1. Раннев А.В. Одноковшовые гидравлические экскаваторы. Пути экономии энергетических ресурсов. // Строительные и дорожные машины, 2000, №6. – С. 11-16.
2. Раннев А.В. Одноковшовые экскаваторы Японии. Развитие производства конструкции. // Строительные и дорожные машины, 1999, №10. – С. 15-20.
3. Королёв А.В. Экскаваторы с электронным регулированием трёхнасосной силовой установкой. // Строительные и дорожные машины, 1990, № 1. – С. 5-7.
4. Королёв А.В. Экономия энергии на гидравлических экскаваторах // Строительные и дорожные машины. 1995, №2. – С. 21-23.
5. Кубачёк В.Р. и др. Насосно аккумуляторный гидравлический привод поворота платформы землеройной машины, а.с 1010224. 1983, №13. – С. 272-31.
6. Катюхин Б.П. "Рекуперативный гидропривод одноковшовых экскаваторов. Ленинград: "Ленинградстрой", 1969. – С. 41-56.

О ХАРАКТЕРЕ КОНТАКТА ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРЯМОБОЧНЫХ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ



Жураев М.А.,
доц. кафедры
«Технология машиностроения»,
к.т.н., Ph.D, ТашГТУ



Аликулов Д.Е.,
проф. кафедры
«Технология машиностроения»,
DSc, ТашГТУ



Саматова А.С.,
магистрант II – курса, кафедры
«Технология машиностроения»
ТашГТУ

Maqolada yon tomoni turi burchakli shlitsali birikmalarning zamonaviy mashinasozlikdagi o'ri va ahamiyati, afzalliklari va kamchiliklari ko'rilgan. To'g'ri burchakli shlitsali birikmalarda aloqa yuzining deformatsiyalanishiga, ortiqcha rivojlanishi va shovqinli ishlashiga olib keluvchi omillar ta'limi amalga oshirilib, ularning burchagi shlitsali birikmalarda shaft va teshikdagi shlitsalarning ishchi yuzlarini aloqa qilish harakteridan foydalanishga imkon beradi. Yoy bilan, yani shlitsalar profil yon sirtlarini ma'lum burchak ostida tayyorlash evaziga birlashish yuzining harakterini o'zgartirish va natijada, shlitsalarning ishchi yuzlarini deformatsiyalashtirish va ishlashda shovqin darajasini kamaytirish usullari ko'rib chiqilgan, shlitsalar ishchi yuz bilan aloqa harakterini belgilashni davom ettirish.

Tayanch iboralar: shlitsa, shlitsali birikmalar, profil, profil inshootlar, tekis qirrali shlitsali ulanishlar, shlitsa o'lchamlari, markazlashtirish, deformatsiya, shovqin, burchak, aloqa, aloqa burchagi, aloqa belgisi.

В статье рассмотрены достоинства и недостатки, место и значение прямобоочных шлицевых соединений в современном машиностроении. Проанализированы причины приводящие к шуму, повышенным деформациям и износам контактных поверхностей шлиц на прямобоочных шлицевых соединениях, показана их зависимость от характера контакта рабочих поверхностей шлиц вала и отверстий, рассмотрены методы снижения уровня шума и повышенной деформации и износа рабочих поверхностей шлиц на прямобоочных шлицевых соединениях путём изменения характера контакта рабочих поверхностей шлиц вала и отверстий в результате введения изменения в конструкцию профиля шлиц вала и отверстий, т.е. в результате изготовления боковых поверхностей под определенным углом, приведены методы определения и результаты расчёта угла изготовления боковых поверхностей, обеспечивающие улучшение контакта рабочих поверхностей шлиц.

Ключевые слова: шлицы, шлицевые соединения, профиль, конструкция профиля, прямобоочные шлицевые соединения, размер шлиц, центрирование, деформация, шум, угол, контакт, угол контакта, характер контакта.

При конструировании механизмов, передающих вращение с высокой нагрузкой, чаще всего выбирают шлицевые соединения.

Они имеют в определенных случаях огромные преимущества по сравнению с шпоночными соединениями.

В сравнении со шпонками, к достоинствам шлицевых соединений относятся: надежность при ударных нагрузках и вибрации; возможность уменьшить длину ступицы; малые радиальные зазоры; увеличение срока эксплуатации; отсутствие нагрузки на срез; малая поверхность на изгиб благодаря большей площади контакта; несколько линий приложения сил, возможность передавать большие усилия валами с малым диаметром; осевое перемещение; в соединении только две детали; компактность; точная центровка. Поэтому для передачи больших и длительных нагрузок требующих соединения с большой площадью контакта используют обычно шлицевые соединения. Передаточный момент возможен в несколько раз больше, чем при передаче через шпонку [1].

Конструкция шлицевых соединений имеющих зубья по всей длине вала обеспечивая точность соединения одновременно дает возможность перемещаться втулке вдоль оси вала не прекращая радиальное движение т.е. без остановки механизма. К шлицевым соединениям относятся вал с зубьями, равномерно распределенными по диаметру и сопряженная с ним втулка, с ответными пазами. Втулка со шлицами в точности копирует своим отверстием профиль вала и плотно надевается на него. Размеры шлиц определяются внутренним диаметром вала, их количеством и формой. В шлицевом соединении образуется несколько плоскостей контактов что создает возможность передачи большого крутящего момента [2].

К недостаткам шлицевых соединений относятся: высокая стоимость деталей; сложная технология изготовления; использование специального оборудования и инструмента, а также в шлицевых соединениях, при аварийной ситуации может сломаться зуб или вся машина. Замена деталей сложная и дорогостоящая [3].

Детали шлицевых узлов нормализованы – существует определенный список типоразмеров, с соответствующими парами [4]. Под них изготавливается инструмент и настраивается оборудование. В зависимости от условий работы и нагрузок применяются шлицевые соединения на несколько групп. Они характеризуются: формой зуба; базовыми поверхностями; возможностью смещения вдоль оси. Форма выступа определяется по шлицевому валу. Втулка имеет только соответствующие вырезы – пазы. Характеристики определяются видами шлиц: прямые или прямобоочные; эвольвентные; треугольные.

Наиболее широкое распространение на практике получили прямобоочные шлицевые соединения, зуб которых в поперечном сечении представляет собой прямоугольник одинаковой ширины по всей высоте, так как изготовление прямозубых шлицевых соединений является относительно простым (рис. 1). Прямозубые шлицевые соединения различают: по величине нагрузки - малая, средняя, высокая; по способу движения вдоль оси – неразъемные, подвижные без нагрузки, подвижные под нагрузкой; по способу центровки – по внутреннему диаметру – d , по наружному диаметру – D , по боковым сторонам, ширине зуба – b [5].

При центровке по внутреннему диаметру минимальные допуски на изготовление даются на размер вала по впадине и внутреннему

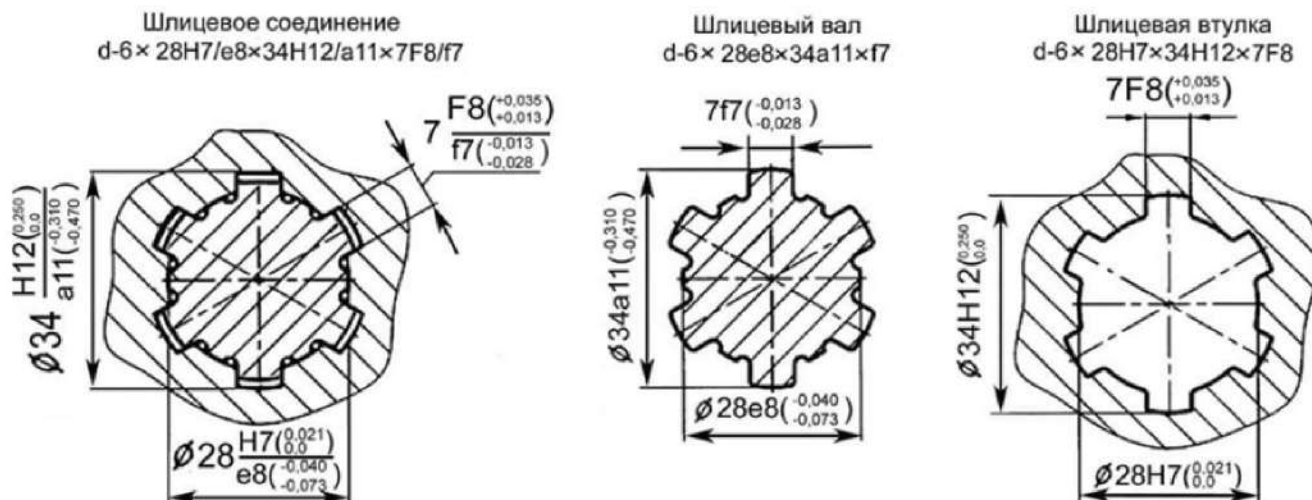


Рис. 1. Схема прямоугольных шлицевых соединений

диаметру втулки. Просвет образуется между вершиной зуба на валу и дну шлицы. Точность соединения достигается шлифовкой отверстия втулки на внутришлифовальном станке [5]. Обработка меньшего диаметра на валу производится абразивным кругом вдоль оси.

При центровке по наружному диаметру плотное прилегание происходит по вершине выступа на валу и диаметром по впадине на втулке. В этом случае производится наружная шлифовка вала и чистовая обработка – долбежка, втулки.

Центровка, точнее посадка по боковым поверхностям возможна только для неразъемных соединений, когда необходимо исключить холостой ход в начале движения. Шлицы изготавливаются с высокой точностью по ширине зуба и его расположения относительно оси. Втулка запрессовывается на вал. По обоим диаметрам имеются зазоры [6].

Необходимость в применении зубчатых соединений возникает, как было упомянуто выше, когда надо передать большой крутящий момент и предъявляются высокие требования к соосности ведущей и ведомой детали и точности движения [6]. Шлицы позволяют втулке перемещаться вдоль оси, изменяя передаточное число зацепления без остановки механизма. Благодаря этому они применяются во всех областях машиностроения, станкостроения, машинах и других средствах передвижения в коробках передач автомобилей, станков, грузозачных агрегатов.

Кроме достоинств у зубчатых соединений есть и свои недостатки. Считается что, чем больше крутящий момент нужно передать, тем выше сами шлицы и больше их количество. За счет этого увеличивается площадь контакта. Но, с другой стороны между поверхностями сопряженных деталей имеется зазор соединения [7]. При повороте ведущей детали он смещается в противоположную сторону от направления действия силы. В идеале все поверхности соприкасаются и нагружены одинаково. По факту зубчатые соединения изготавли-

ваются с погрешностью в 0,01–0,03 мм, в зависимости от размера и способа обработки. То есть между боковыми поверхностями зубьев шлицы и паза имеются зазоры.

Зазор в соединении определяет размер холостого хода. Начиная двигаться, ведущая деталь сначала выбирает просвет между рабочими плоскостями, затем начинается силовое воздействие и вращение ведомой детали и всего узла (рис. 2). На чертеже показано поперечное сечение соединения с одним зубом и диаметрами пунктирной линией, втулка заштрихована. Внизу приведены расчеты величины зазоров для трех вариантов посадок шлицевых соединений при разных вариантах центрирования [8].

1 – Вариант. Произведем расчет для шлицевого соединения:

$$D - 6 \times 26 \times 32H7/f7 \times 6F9/h8$$

Находим величины минимального, максимального и среднего зазора между боковыми поверхностями для посадки

$$b = 6 F9/h8 = 6 \frac{\begin{matrix} +0,049 \\ +0,012 \\ 0 \\ -0,022 \end{matrix}}$$

$$S_{\min} = 0,013; \quad S_{\text{cp}} = 0,042; \quad S_{\max} = 0,071$$

Определяем значения угла α при полученных величинах зазора:

$$\sin \alpha_{\min} = \frac{S_{\min}}{X} = \frac{0,013}{3} = 0,00433,$$

$$\alpha_{\min} = 0,24809 = 0^{\circ}14'53'';$$

$$\sin \alpha_{\text{cp}} = \frac{S_{\text{cp}}}{X} = \frac{0,042}{3} = 0,014,$$

$$\alpha_{\text{cp}} = 0,802 = 0^{\circ}48'7'';$$

$$\sin \alpha_{\max} = \frac{S_{\max}}{X} = \frac{0,071}{3} = 0,023667,$$

$$\alpha_{\max} = 1^{\circ}21'20'';$$

Определяем значения большего диаметра и высоты шлиц вала при заданной посадке:

$$D = 32 H7/f7 = 32 \frac{\begin{matrix} +0,025 \\ +0 \\ -0,025 \\ -0,08 \end{matrix}}$$

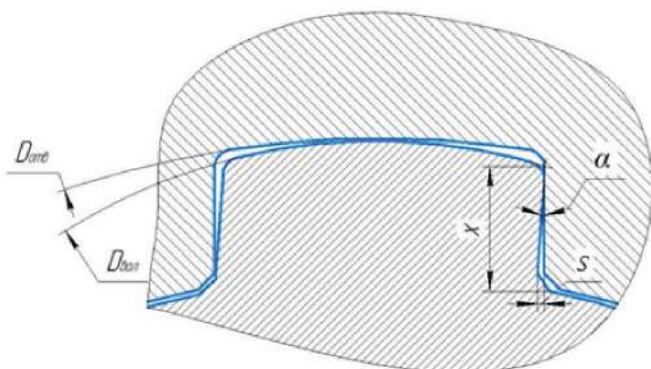


Рис. 2. Схема зазора в шлицевых соединениях

$$D_{\text{вал min}} = 31,975, \quad X_{\text{min}} = (D_{\text{вал min}} - d)/2 = 2,9875;$$

$$D_{\text{вал ср}} = 31,9625, \quad X_{\text{ср}} = (D_{\text{вал ср}} - d)/2 = 2,98125;$$

$$D_{\text{вал max}} = 31,95, \quad X_{\text{max}} = (D_{\text{вал max}} - d)/2 = 2,975;$$

Добавляя значения полученного зазора между большими диаметрами вала и втулки, заново повторяем расчёт величины зазора между боковыми поверхностями шлицы и определяем угол α :

$$\sin \alpha_{\text{min}} = \frac{S_{\text{min}}}{X_{\text{min}}} = \frac{0,014}{2,9875} = 0,00134,$$

$$\alpha_{\text{min}} = 0^{\circ}4'36'';$$

$$\sin \alpha_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{ср}}}{X_{\text{ср}}} = \frac{0,023}{2,98125} = 0,00771,$$

$$\alpha_{\text{ср}} = 0^{\circ}26'30'';$$

$$\sin \alpha_{\text{max}} = \frac{S_{\text{max}}}{X_{\text{max}}} = \frac{0,034}{2,975} = 0,01143,$$

$$\alpha_{\text{max}} = 0^{\circ}39'18'';$$

2-Вариант. Произведем такой же расчет для шлицевого соединения
D - 8 x 52 x 60H7/f7 x 10F9/h8

для которого:

$$b = 10 F9/h8 = 6 \frac{\begin{pmatrix} +0,059 \\ +0,016 \\ 0 \\ -0,027 \end{pmatrix}}$$

Находим значения бокового зазора в разных диапазонах:

$$S_{\text{min}} = 0,016 - 0 = 0,016; \quad S_{\text{ср}} = 0,051; \quad S_{\text{max}} = 0,059 - (-0,027) = 0,086.$$

Определяем угол α :

$$\sin \alpha_{\text{min}} = \frac{S_{\text{min}}}{X} = \frac{0,016}{4} = 0,004,$$

$$\alpha_{\text{min}} = 0,2292 = 0^{\circ}13'45'';$$

$$\sin \alpha_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{ср}}}{X} = \frac{0,051}{4} = 0,01275,$$

$$\alpha_{\text{ср}} = 0,73056 = 0^{\circ}43'50'';$$

$$\sin \alpha_{\text{max}} = \frac{S_{\text{max}}}{X} = \frac{0,086}{4} = 0,0215,$$

$$\alpha_{\text{max}} = 1,2321 = 1^{\circ}13'56'';$$

Определяем значения большого диаметра и высоты шлицы вала при заданной посадке:

$$D = 60 H7/f7 = 60 \frac{\begin{pmatrix} +0,02 \\ 0 \\ -0,02 \\ -0,06 \end{pmatrix}}$$

$$D_{\text{вал min}} = 59,97, \quad X_{\text{min}} = (D_{\text{вал min}} - d)/2 = 3,985;$$

$$D_{\text{вал ср}} = 59,955, \quad X_{\text{ср}} = (D_{\text{вал ср}} - d)/2 = 3,9775;$$

$$D_{\text{вал max}} = 59,94, \quad X_{\text{max}} = (D_{\text{вал max}} - d)/2 = 3,97;$$

Добавляя значения полученного зазора между большими диаметрами вала и втулки, заново повторяем расчёт величины зазора между боковыми поверхностями шлицы и определяем угол α :

$$\sin \alpha_{\text{min}} = \frac{S_{\text{min}}}{X_{\text{min}}} = \frac{0,007}{3,985} = 0,001756,$$

$$\alpha_{\text{min}} = 0^{\circ}6'2'';$$

$$\sin \alpha_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{ср}}}{X_{\text{ср}}} = \frac{0,027}{3,9775} = 0,006788,$$

$$\alpha_{\text{ср}} = 0^{\circ}23'20'';$$

$$\sin \alpha_{\text{max}} = \frac{S_{\text{max}}}{X_{\text{max}}} = \frac{0,052}{2,97} = 0,013098,$$

$$\alpha_{\text{max}} = 0^{\circ}45'2'';$$

3-Вариант. Произведем расчет для шлицевого соединения:
D - 10 x 72 x 82H7/f7 x 12F8/j_s7

для которого

$$b = 8 F8/j_s 7 = 6 \frac{\begin{pmatrix} +0,059 \\ +0,016 \\ 0 \\ -0,027 \end{pmatrix}}$$

Находим значения бокового зазора в различных диапазонах:

$$S_{\text{min}} = 0,016 - 0 = 0,016; \quad S_{\text{ср}} = 0,051;$$

$$S_{\text{max}} = 0,059 - (-0,027) = 0,086.$$

Определяем угол α :

$$\sin \alpha_{\text{min}} = \frac{S_{\text{min}}}{X} = \frac{0,016}{5} = 0,0032,$$

$$\alpha_{\text{min}} = 0,1834 = 0^{\circ}11'';$$

$$\sin \alpha_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{ср}}}{X} = \frac{0,051}{5} = 0,0102,$$

$$\alpha_{\text{ср}} = 0,5845 = 0^{\circ}35'4'';$$

$$\sin \alpha_{\text{max}} = \frac{S_{\text{max}}}{X} = \frac{0,086}{5} = 0,0172,$$

$$\alpha_{\text{max}} = 0,9856 = 0^{\circ}59'8'';$$

Определяем значения большого диаметра и высоты шлицы вала при заданной посадке

$$D = 82H7/f7 = 86 \frac{\begin{pmatrix} +0,025 \\ 0 \\ -0,026 \\ -0,06 \end{pmatrix}}$$

и заново повторяем расчёт:

$$D_{\text{вал min}} = 81,964, \quad X_{\text{min}} = (D_{\text{вал min}} - d)/2 = 4,982;$$

$$D_{\text{вал ср}} = 81,9465, \quad X_{\text{ср}} = (D_{\text{вал ср}} - d)/2 = 4,97325;$$

$$D_{\text{вал max}} = 81,929, \quad X_{\text{max}} = (D_{\text{вал max}} - d)/2 = 4,9645.$$

Добавляя значения полученного зазора между большими диаметрами вала и втулки, заново повторяем расчёт величины зазора между боковыми поверхностями шлицы и определяем угол α :

$$\sin \alpha_{\text{min}} = \frac{S_{\text{min}}}{X_{\text{min}}} = \frac{0,007}{4,982} = 0,00141,$$

$$\alpha_{\text{min}} = 0^{\circ}4'50'';$$

$$\sin \alpha_{cp} = \frac{S_{cp}}{X_{cp}} = \frac{0,0137}{4,9325} = 0,00275,$$

$$\alpha_{cp} = 0^{\circ}9'27'';$$

$$\sin \alpha_{max} = \frac{S_{max}}{X_{max}} = \frac{0,052}{4,9645} = 0,01047,$$

$$\alpha_{max} = 0^{\circ}35'60'';$$

Полученные результаты расчета величины угла между боковыми поверхностями прямобочных шлицевых соединений разного размера приведены в табл. 1.

Между поверхностями сопряженных деталей прямобочных шлицевых соединений, как можно увидеть из таблицы, имеется зазор соединения. При повороте ведущей детали он смещается в противоположную сторону от направления действия силы.

В идеале все поверхности соприкасаются и нагружены одинаково. По факту зубчатые соединения изготавливаются с погрешностью в 0,01–0,03 мм, в зависимости от размера и способа обработки (табл. 1). То есть между поверхностями зубьев шлицы вала и паза втулки имеются зазоры и эти зазоры в соединении определяют раз-

Таблица 1
Результаты расчета величины угла между боковыми поверхностями прямобочных шлицевых соединений

№	Размеры шлиц	b			b+D		
		$\alpha_{мин}$	α_{cp}	$\alpha_{макс}$	$\alpha_{мин}$	α_{cp}	$\alpha_{макс}$
1.	6x26x32	0°14'53''	0°48'7''	1°21'20''	0°4'36''	0°26'30''	0°39'18''
2.	8x52x60	0°13'45''	0°43'50''	1°13'56''	0°6'2''	0°23'20''	0°45'2''
3.	10x72x82	0°11''	0°35'4''	0°59'8''	0°4'50''	0°9'27''	0°35'60''

мер холостого хода. Начиная двигаться, ведущая деталь сначала выбирает просвет между рабочими плоскостями, затем начинается силовое воздействие и вращение ведомой детали и всего узла.

В результате зазора шлица вала относительно выступов втулки располагается под углом и контакт между поверхностями вала и втулки происходит не по площади, а по линии. Во время передачи крутящего момента между линией контакта шлицы вала и выступа втулки происходит скольжение, что приводит к возникновению шума, вибрациям в узле и увеличению износа контактных поверхностей. Чтобы изменить характер контакта между поверхностями шлицы вала и выступа втулки нами предложено изменение профиля шлицы, и изготовление его под таким углом, который обеспечивал бы контакт плоскостей не по линии, а по поверхности.

Библиографический список:

1. Кокарев И.А. Проверка выбора шпоночных и шлицевых соединений с натягом. *Современные материалы, техника и технологии*. № 4 (7) 2016 г. – С. 101-107.
2. Вердин В.А. Штых Н. П. Табаков А.Ф. О резервах повышения нагрузочной способности прямобочных зубчатых (шлицевых) соединений. В. *Сб. Детали и узлы машин*. К.: Техника, 2015. – С. 11-13.
3. M. A. Jurayev, D.E. Alikulov, Sh.O. Ozodova. Minimum depths of the cut-off layer as the factor increase in accuracy of turning // *International Journal of research*. ISSN: 2348-6848 Vol-6, Special Issue-5. 3rd EduINDEX International Multidisciplinary Conference held on 6-7th April 2019 at Edupedia Publications Pvt Ltd, New Delhi, pp. 273-275.
4. ГОСТ 1139-58. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЕДИНЕНИЯ ЗУБЧАТЫЕ (ШЛИЦЕВЫЕ) ПРЯМОБОЧНЫЕ. Размеры, допуски и посадки. Издание с изменением №1, утвержденным в январе 1982 г. (ИУС 3-82).
5. Скундин Г. И. Никитин В. И. Влияние геометрических параметров шлицевого соединения на нагруженности зубьев шестерен. *Вестник машиностроения*, 2011, №1. – С. 37-39
6. Жураев М.А. Влияние зазоров в передачах на качество работы станка с ЧПУ // *Материалы Республиканской научно-технической конференции «Интеграция в отраслях машиностроения, образования, науки и производства»* –Ташкент, 12-13 декабря 2007 г. – С. 68-70.
7. Аликулов Д.Е. Двухосные соединения. – Ташкент: Молия, 2007. – 132 с.
8. Аликулов Д.Е., Жураев М.А. Исследование факторов, вызывающих неточность настройки резца на размер // *Материалы Республиканской научной и научно-технической конференции «Проблемы и перспективы инновационной техники и технологии»*, – Ташкент, 14-16 апреля 2019 г. – С. 59-60.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АНИОННЫХ ПАВ НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗГЛИНИСТЫХ И МАЛОГЛИНИСТЫХ РАСТВОРОВ ПРИ БУРЕНИИ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН



Пазиллов М.М.,
зам. начальника технологического отдела
ГУП «УзГЕОРАНГМЕТЛИТИ»



Кадыров А.А.,
проф. Национального
Университета РУз, д.т.н.



Наримов Р.А.,
ст. научный сотрудник
ГУ «ИГИРНИГМ»

Maqolada anion sirt faol moddalar (SFM) va akril polielektrolitlar (PE) bilan stabilizatsiya past zichlikdagi burg'ulash suyuqliklarini ishlab chiqarish bo'yicha tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Anion sirt faol moddalar yog'-moy va kimyo sanoati ishlab chiqarish korxonalarining ikkilamchi mahalliy xom ashyolari asosida olinadi. Anion sirt faol moddasi va akril PE kombinatsiyasi aralashmaning har bir tarkibiy qismga qaraganda yaxshiroq stabilizatsiya xususiyatlariga ega bo'lishi kerakligi asosida amalga oshirildi. Sirt faol moddalar va PE ning ma'lum bir optimal nisbatdagi aralashmalari kerakli sirt va stabilizatsiya xususiyatlarini birlashtiradi, va gilmoyi suspenziyalarning struktura hosil qilishda sinergetik effekt ko'rsatadi.

Tayanch iboralar: burg'ulash suyuqliklari, polielektrolit, sirt faol moddasi, anion, geotexnologik quduq, sinerjizm, gilmoyi suspenziyalarning struktura hosil qilish, stabilizatsiya.

В статье приведены результаты исследования по получению буровых промысловых жидкостей с низкой плотностью стабилизированных анионными поверхностно-активными веществами (ПАВ) и акриловыми полиэлектролитами (ПЭ). Анионные ПАВ получены на основе вторичного местного недефицитного сырья масложирового и химического производства. Комбинирование анионного ПАВ и акрилового ПЭ осуществляли исходя из того, что смесь должна обладать улучшенными стабилизирующими свойствами, чем каждый компонент в отдельности. Смеси ПАВ и ПЭ при определенном оптимальном соотношении сочетают комплекс необходимых поверхностных и стабилизирующих свойств, а также проявляют синергетический эффект при структурообразовании глинистых суспензий.

Ключевые слова: буровой раствор, полиэлектролит, поверхностно-активное вещество, анион, геотехнологическая скважина, синергизм, структурообразования глинистых суспензий, стабилизация.

Стабилизирующее действие низкомолекулярных ПАВ недостаточно для получения агрегативно-устойчивых глинистых дисперсий. При введении добавки суспензии его молекулы адсорбируются на поверхности частиц с образованием адсорбционно-солевых слоев, которые обеспечивают стабилизирующий эффект дисперсной системы за счет понижения межфазной поверхностной энергии при адсорбции и структурной составляющей расклинивающего действия, возникающего при перекрытии диффузных частей этих адсорбционно-солевых слоев. Однако наибольшая стабилизация в дисперсной системе наблюдается при введении в нее высокомолекулярных ПАВ или ПЭ, способных к образованию гелеобразных адсорбционно-солевых слоев, обладающих механической прочностью, высокой вязкостью и плотностью. Эти факторы обеспечивают структурно механическую и агрегативную устойчивость. В связи с этим мы предположили, что увеличение – стабилизирующее действие, может быть достигнуто добавлением высокоэффективных водорастворимых акриловых полиэлектролитов. Особенно эффект их совместного действия приобретает актуальность при прохождении бурением зон, сложенных легко набухающими и легко осыпавшимися горными породами [1-3].

При комбинировании анионного ПАВ и акрилового ПЭ мы исходили из того, что полученная смесь должна обладать улучшенными стабилизирующими свойствами, чем каждый компонент в отдельности. Смеси ПАВ и ПЭ при определенном оптимальном соотношении сочетают комплекс необходимых поверхностных и стабилизирующих свойств, а также проявляют синергетический эффект при структурообразовании в дисперсных системах. Явление синергетического эффекта состоит в том, что смесь двух или более веществ при известных условиях может обладать лучшими свойствами, чем входящие в нее компоненты.

Совместные действия водорастворимого акрилового полиэлектролита К-9 и анионного ПАВ ОГС, взятого в виде эмульсионного безглинистого раствора показывают (рис. 1), что введение добавок К-9 в количестве 2-3% (в виде 10% нового раствора) в эмульсию ОГС (10% ной концентрации) приводит к увеличению условной вязкости и тиксотропности раствора [4-6].

Параметр водоотдачи и величина стабильности полученного эмульсионного полимерного раствора эффективнее, чем при применении полиэлектролитов К-9 и ПАВ ОГС в отдельности.

При увеличении количества добавки полиэлектролита К-9 выше 3% (10% водного раствора), изменения фильтрационных характеристик – незначительно. При этом наблюдаются следующие закономерности: чем больше вводится полиэлектролитов К-9, тем при меньшей концентрации водного раствора ПАВ ОГС достигается эффект стабилизации эмульсии.

При изучении совместного действия ПАВ ОГС и ПЭ К-9 было выявлено, что наилучшие технологические параметры наблюдаются у эмульсионно-полимерного раствора, содержащего 2-3% К-9 в 15%-ном водном растворе анионного ПАВ ОГС. Эта эмульсионно-полимерная система обладает низкой водоотдачей: 5 см^3 за 30 мин по прибору ВМ-6, условной вязкостью по СПВ=29-32 сек, плотность $1,02 \text{ г/см}^3$, толщина глинистой корки - 0,1мм, суточный отстой равен нулю [7-9].

Суспензии Навбахорской монтмориллонитовой (бентонит) глины обработанные смесью ПЭ К-9 и ОГС отличаются от суспензий, обработанных ПЭ К-9 и ОГС в отдельности – высокой прочностью коагуляционных структур.

Благодаря тиксотропности в суспензиях интенсивно восстанавливается коагуляционная структура. Об этом свидетельствуют увеличения значений предельного статического напряжения сдвига и условной вязкости. Значения предельного статического напряжения

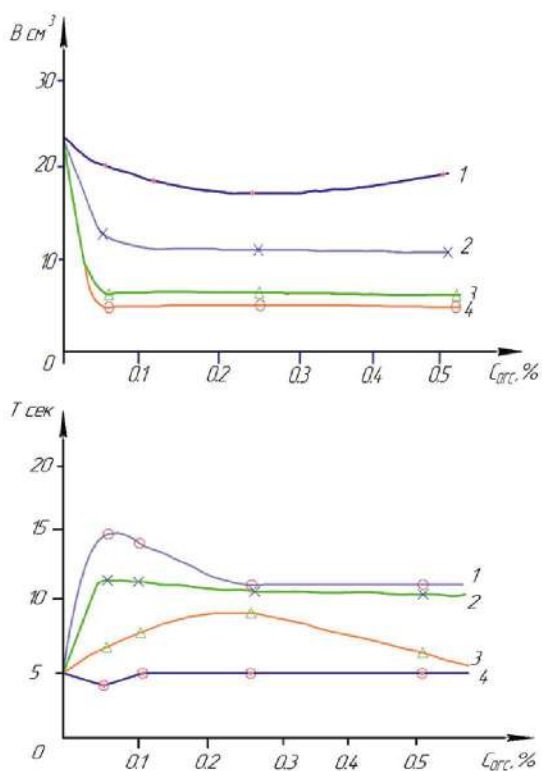


Рис. 1. Изменение водоотдачи (а) и условной вязкости (б) необработанной (1) и обработанной ПЭ К-9 10%-ных суспензий Навбахорской глины в зависимости от концентрации в ней ПАВ ОГС: 1 – исходный раствор без ПАВ; 2 – 0,1%, 3 – 0,25%, 4 – 0,5%

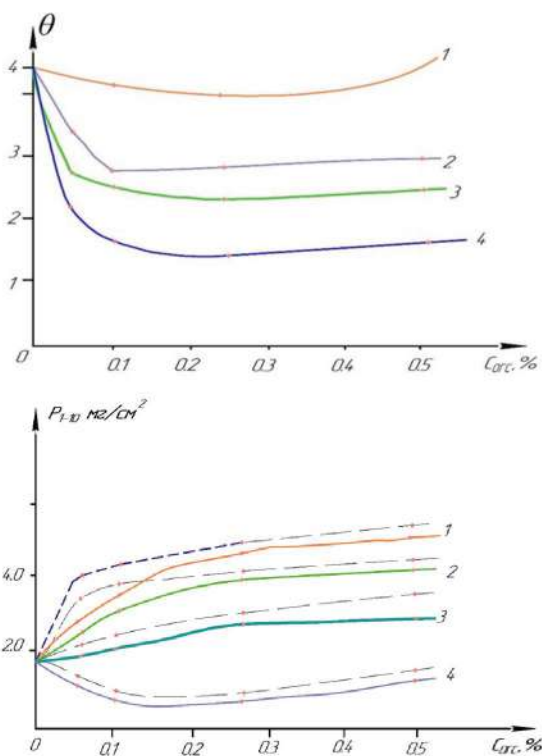


Рис. 2. Изменение стабильности (а) и предельного статического напряжения сдвига (б) через 1 мин (сплошные линии) и 10 мин (пунктирные линии) необработанной (1) и обработанной ПЭ К-9 10%-ных суспензий Навбахорской глины в зависимости от концентрации в ней ПАВ ОГС: 1 – исходный раствор без ПАВ; 2 – 0,1%, 3 – 0,25%, 4 – 0,5%

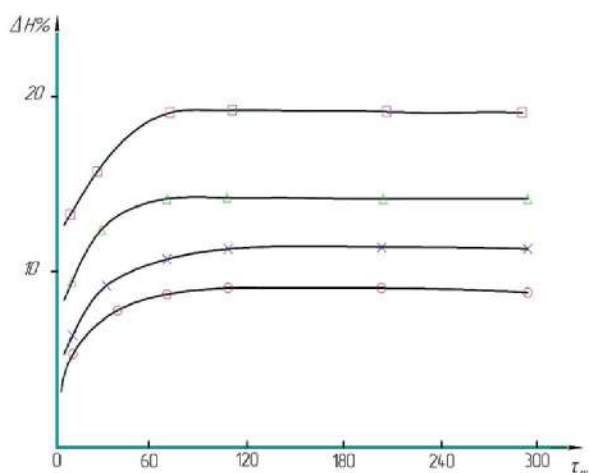


Рис. 3. Изучение кинетики набухания монтмориллоновой глины Азкамарского месторождения в различных растворах, содержащих: 1) 5% ОГС+0,25% К-9; 2) 5% ОГС; 3) 0,25% К-9; 4) Исходная - дистиллированная вода

сдвига этих суспензии значительно выше, чем у суспензий, обработанных отдельно К-9 и ОГС. Аналогичные закономерности наблюдаются и при изучении условной вязкости.

Как следует из рис. 2, где приводятся кривые зависимости предельного статического напряжения сдвига от времени для 10%-ных суспензий Навбахорской глины, обработанных К-9 и ОГС в соотношениях 0,25% и 5% (10% эмульсии), видно, что тиксотропное структурообразование заканчивается через 30 мин. Изменение напряжения сдвига во времени достигают некоторого предельного значения после чего оно остается постоянными. Такой тип кривых соответствует пластическому течению структурированных систем.

Суспензия монтмориллоновой глины, стабилизированная смесью К-9 и ОГСЛ при оптимальных соотношениях, характеризуется небольшими величинами эластичности, пластичности и условного модуля деформации, большими величинами периода истинной релаксации, наибольшей пластической вязкости и коэффициентом устойчивости (табл. 1).

Суспензии относятся к нулевому структурно-механическому типу и характеризуются значительным развитием быстрых и медленных эластических деформаций. Структурно-механические характеристики соответствуют критериям устойчивости коагуляционных структур.

Как было показано выше, качество глинистых суспензий зависит не только от прочностных свойств глины, а в большей степени от способности ее к набуханию.

Как известно, водорастворимые полиэлектролиты (карбоксил-метилцеллюлоза, крахмал, гипан, К-4, К-9 и др.) самостоятельно не обладают крепящим действием на глинистые породы, они в основном снижают величину и скорость их набухания.

В связи с этим нами было изучено совместное действие смеси ПЭ К-9 и ПАВ ОГС на набухаемость глин с целью определения повышения крепящего действия фильтрата на промывочные глинистые суспензии [10-11].

Как видно из рис. 3, наибольшее снижение величины набухания монтмориллонита достигается при модифицировании смесью К-9 и ОГС. Совместная добавка 5% ОГС и 0,25% К-9 намного снижает величину набухания по сравнению с К-9 и ОГС примененных в отдельности. Дальнейшее увеличение количества ОГС и К-9 незначительно изменяет ингибирование набухания глин.

Полученные данные по набуханию образцов монтмориллоновой глины: добавка неполиэлектролитов, К-9 и совместные добавки К-9 и ПАВ ОГС показывают, что добавки к глине смеси анионных ПАВ и полиэлектролита замедляют набухание глины в воде, вследствие их абсорбции на поверхности глины, препятствующей проникновению влаги между частицами, но не мешающей поглощению воды внутри частиц. Следовательно, наибольший стабилизирующий эффект дает

Влияние комбинированной суспензии ВРП К-9 и ПАВ ОГСЛ на упруго-пластичновязкие свойства 10%-ных суспензий монтмориллонитовых глин Навбахорского месторождения

Полиэлектролит К-9	Виды ПАВ, %		Структурно-механические константы		Структурно-механические характеристики				Деформация, %			Структурно-механические типы	Ku
	ОГСЛ	ОП-10	Rкx10 ³ Па	h ^x 10, пуаз	l	Rкx10 ¹⁰ h сек ⁻¹	0, сек	Eex10, н/м	e ¹	e ²	e ^{1t}		
Природная средняя проба													
0,25	0,05	-	6,66	42,10	0,243	1,57	8789	0,040	68	22	10	0	5,57
0,10	-	0,5	4,44	22,20	0,155	2,00	5634	0,033	72	13	15	Ш	5,69
Диализованные формы													
0,25	0,05	-	26,64	23,68	0,115	11,25	6182	0,043	69	13	18	Ш	6,19
0,10	0,05	-	7,01	30,40	0,166	2,30	3739	0,060	66	13	21	Ш	6,33

совместное действие К-9 и ОГС (в соотношении 0,25:5) при добавке их в глинистую суспензию. В данном случае имеет место синергетический эффект, оказывающий крепящее действие на глинистые породы. При этом, макромолекулы полиэлектролита имеющие коллоидные размеры, по-видимому связывают своими функциональными группами (карбоксильными, амидными и др.)

отдельные частицы глины, в виде цепей различных размеров за счет Н-связей. Чем больше возможность таких связей, тем прочнее будет образовавшаяся структура. При совместном применении полиэлектролита К-9 и ПАВ ОГС последнее способствует созданию дополнительной связи с глинистыми частицами, недоступных большим молекулам ПЭ.

Библиографический список:

1. Давлатова Н.Ф. Получение мицеллярных растворов из вторичных продуктов масложирового производства // Сб. тезисов НПК «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – Москва, 2016. – 87 с.
2. Исмаилов Р.И., Шералиева О.А., Кадыров Н.А., Кадыров А.А. Регулирование реологических свойств буровых растворов стабилизированных полиакрилатами и полисахаридами // Chemical Safety Science, Федеральний исследовательский центр Химической физики РАН, Т4, №1, (02.00.11 №1). – Москва, 2020. – С. 227-236.
3. Кадыров А.А., Шералиева О.А., Кадыров Н.А., Омонова У.М., Корав С.Э. Разработка технологии получения гранулированного анионного ПАВ // Universum. Технические науки, Вып. №11(80), (02.00.00, №1). – Москва, 2020, С. 60-64.
4. Кадыров А.А. Шералиева О.А., Кадыров Н.А., Эшмухамедов М.А., Артыкова Ж.К. Бинарные буровые растворы на основе ПАВ и акриловых полимеров. / Universum. Технические науки, Вып. №11(80), (02.00.00, №1). – Москва, 2020. – С. 64-68.
5. Исмаилов Р.И., Шералиева О.А., Артыкова Ж.К. Изучение влияния смазочных добавок из местного сырья на трение буровых долот // Инновационные разработки в сфере химии и технологии топлив и смазывающих материалов // Международная научно-техническая конференция. Ташкент, 2019. – С. 317-318.
6. Кадыров А.А., Кадыров Н.А. Поверхностно-активные вещества (получение, свойства, применение). Монография. – Ташкент: ТГТУ, 2016.
7. Negmatova K., Negmatov J., Negmatov S. (2015). Technology of obtaining the powder composite chemical reagents. Proceedings of International Porous and Powder Materials Symposium and Exhibition, PPM-2015, Turkey, 23 p.
8. N.A. Kadirov, M.A. Eshmuhamedov, M.S. Mirzarahimov, O.A. Sheralieva, and J.K. Artikova, (2019), "Obtain and Application of Surface-active Substance on the Base of Products Refinement of Cotton Seed Oil" in International scientific and practical conference" AgroSMART- Smart solutions for agriculture", KnE Life Sciences, pages 937–945. DOI 10.18502/kls.v4i14.5692. 937 p.
9. Петров Н.А., Майкоби А.А. Исследование реагента Унифлок для буровых растворов Западной Сибири. Электронный научный журнал нефтегазовое дело, 6, 6 - 19. http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/6_2017/ogbus_6_2017_p6-19_PetrovNA_ru.pdf (дата обращения 10.04.2020).
10. Лышко О.Г. Выбор крахмалов для регулирования фильтрационных и реологических свойств буровых биополимерных растворов. Булатовские чтения, №3 – С. 154 - 159.
11. Петров Н.А., Майкоби А.А. Исследование метил карбокси крахмального реагента для буровых растворов. Электронный научный журнал нефтегазовое дело, 2, 5 - 27. http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/2_2017/ogbus_2_2017_p5-27_PetrovNA_ru.pdf (дата обращения 10.04.2020).

УСТАНОВЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРЫ СТАЛЕЙ НА ИХ АБРАЗИВНУЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ



Бердиев Д.М.,
заведующий кафедрой
"Обработка металлов давлением",
ТашГТУ, д.т.н.



Умарова М.А.,
докторат кафедры
"Обработка металлов давлением",
ТашГТУ



Ибодуллаев Т.Н.,
ассистент кафедры
"Обработка металлов давлением",
ТашГТУ

Termik ishlov berilgan po'latlarni struktura ko'rsatkichlari va abraziv yeyilishga bardoshlilik orasida bog'liqlik o'rnatilgan. Talab qilinayotgan yeyilishga bardoshlilikni ta'minlovchi po'lat markasi va unga termik ishlov berish usulini tanlash uchun kompyuter dasturi ishlab chiqilgan.

Tayanch iboralar: termik ishlov berish, dislokatsiya zichligi, ekstremal harorat, kamlegirlangan po'lat, kompyuter dasturi.

Установлены связи между параметрами структуры термически обработанных сталей и их абразивной износостойкостью. Разработана компьютерная программа для выбора марки сталей и способов термического упрочнения с целью обеспечения требуемой износостойкости.

Ключевые слова: термическая обработка, плотность дислокаций, экстремальная температура, низколегированная сталь, компьютерная программа.

Абразивное изнашивание является основной причиной выхода из строя металлических деталей. Изготовление деталей из быстро изнашиваемого материала часто не обосновано и, как правило, обусловлено инертностью производства [1, 2]. В ремонтном производстве данная тенденция часто связана с отсутствием или недостатком необходимых износостойких марок сталей, что может привести к преждевременному выходу из строя при эксплуатации отремонтированных узлов. Выбор сталей для изготовления ответственных деталей должен основываться на показателях их износостойкости [3].

Задачи настоящего исследования: выполнение подготовительной термической обработки на экстремальных режимах с завершающей термической обработкой; установление связей между параметрами структуры сталей и их абразивной износостойкостью; создание программы выбора материалов и способов упрочнения для достижения требуемой износостойкости изготавливаемых деталей.

Были исследованы углеродистые стали (от технического железа до У8) и малолегированная сталь 65Г. Марки данных сталей регламентирует ГОСТ 8559–75.

Для создания в исследуемых сталях разных структур образцы подвергали термической обработке. Режимы обработки подбирали таким образом, чтобы обеспечить изучение влияния на износостойкость одного структурного параметра стали при относительной стабильности других параметров.

Испытания материалов на абразивное изнашивание осуществляли на приборе ПВ-7, на котором реализуется разрушение поверхности образца в результате трения [4, 5].

Металлографический анализ выполняли с помощью микроскопа МИМ-8М с увеличением $\times 100$ и $\times 1000$ [6]. Межцементное расстояние в закаленных и отпущенных сталях определяли по микрофотографиям, полученным с угольных реплик на электронном микроскопе УМВ-100Л, а также со шлифов на световых микроскопах. Съемки выполняли при ускоряющем напряжении до 75 кВ и увеличении в 17000–27000 раз [7].

Рентгеноструктурный анализ проводили на дифрактометре ДРОН-2.0 [8]. Определяли состояние тонкой структуры стали (плотность дислокаций), количество остаточного аустенита, период кристаллической решетки, количество углерода в фазах закаленной стали.

Для определения закономерностей структурообразования предварительную нормализацию сталей выполняли при разных температурах (выше A_{c3} (или A_{c1}) + 30+50 °С до 1200 °С). Была установлена экстремальная температура нормализации (1100 °С), при которой после (γ - α -)превращения формируется ферритная фаза с максимальной плотностью дислокаций.

Испытания на изнашивание показали, что, несмотря на некоторое повышение твердости и неравновесности структуры, с повышением температуры нагрева для нормализации наименьшее изнашивание наблюдается при температуре 1100 °С. Повышение износостойкости по сравнению с износостойкостью образцов, нормализованных традиционно (выше A_{c3} (или A_{c1}) + 30+50 °С), тем больше, чем выше содержание углерода в стали [9].

При закалке с последующим отпуском при температуре 350 °С и выше структуры углеродистых и малолегированных сталей представляют собой ферритоцементитную смесь, однако в зависимости от легирования феррит в своем составе имеет повышенное количество углерода. В этом случае на изнашивание влияет твердорастворное упрочнение феррита углеродом.

Степень этого влияния можно установить по разнице ΔQ износ, т. е. между износом закаленного и отпущенного при температуре 200°С технического железа (содержание углерода $C_c = 0,15\%$) и износами железа в нормализованном состоянии при равной плотности дислокаций. Разница износов в результате твердорастворного упрочнения феррита углеродом составила $\Delta Q_{\text{тв.р}} = \xi C_c$ [9] ($C_c, \%$ – содержание углерода в твердом растворе α -фазы; $\xi, \text{мг}\%$ – коэффициент упрочнения и снижения износа при вводе в твердый раствор феррита атомов углерода ($\xi = 6,2 \text{ мг}\%$)).

Изнашивание сталей в отожженном состоянии (при минимальной плотности дислокаций) зависит только от количества перлитной составляющей структуры, тогда разница износов:

$$\Delta Q_{\text{П}} = Q_{\text{О}} - \text{П},$$

где $Q_{\text{О}} = 7,5 \text{ мг}$ – износ технического железа после отжига;
 $\text{П} = 0,047\%$ – процентное содержание перлитной составляющей структуре, отожженной стали.

Повторную фазовую перекристаллизацию осуществляли нагреванием до температуры, принятой для каждой марки стали при закалке.

Углеродистые стали (сталь 30) закаливали в воде или в 10 %-ом водном растворе NaCl, легированную сталь 65Г закаливали в масле. После закалки образцы подвергали отпуску при температуре 200 °С, часть образцов из стали 30 оставили без отпуска.

Исследования показали [9], что после повторной фазовой перекристаллизации аустенитные зерна сталей были примерно одинаковыми не зависимо от температуры предварительной нормализации, количество остаточного аустенита было минимальным. Однако состояние тонкой структуры в зависимости от температуры предварительной нормализации менялось по экстремальному закону. Плотность дислокаций была максимальной, если предварительную нормализацию осуществляли при температуре 1100 °С, что свидетельствует о наследовании элементов исходной субмикроструктуры при повторной фазовой перекристаллизации. При повторной закалке значительная часть атомов углерода уходит на дислокации, поэтому при экстремальной температуре предварительной нормализации тетрагональность решетки мартенсита минимальная. Аналогичные результаты имели место при непосредственной закалке при температуре 1100 °С. В частности, сталь 30 (содержание углерода $C_c = 0,28\%$) после резкого закалочного охлаждения имела структуру мартенсита, но содержание углерода в тетрагональной решетке не превышало 0,15%, а при закалке при температурах 1100 и 1150 °С в тетрагональной решетке углерода не обнаруживалось.

Повышенная плотность дислокаций в закаленной стали, которая наблюдается при предварительной нормализации с экстремальной температурой, существенно влияет на износостойкость стали при трении скольжении о незакрепленные абразивные частицы [9].

На рис. 1 представлены зависимости разницы износов ΔQ образцов из низкоотпущенных сталей 30, 45, 55, У8 и 65Г от относительной плотности $\sqrt{\rho}$ дислокаций. Полученные зависимости линейные. Для всех исследованных сталей справедлива зависимость $\Delta Q_{Д} = \alpha \Delta \sqrt{\rho}$ где $\alpha = 0,4$. Однако у каждой стали есть отличительная особенность, обусловленная дополнительным структурным параметром. Для однофазной мартенситной структуры это может быть только твердорастворное упрочнение.

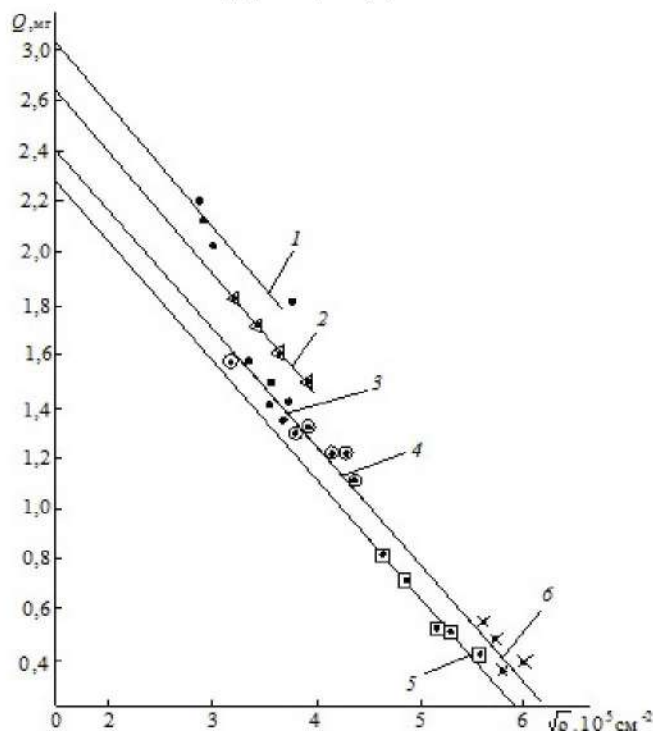


Рис. 1. Зависимости изменения износов Q образцов из низкоотпущенных сталей 30 (1), 45 (2), 30 без отпуска (3), 55 (4), У8 (5) и 65Г (6) от плотности $\sqrt{\rho}$ дислокаций

Если рассматривать твердорастворное упрочнение мартенсита углеродом, то его можно найти при одной приведенной плотности дислокаций $\sqrt{\rho}$ (см. рис. 1). Экстраполируя зависимости $Q = f(\sqrt{\rho})$ на ось ординат, определим степень снижения износа в результате твердорастворного упрочнения мартенсита углеродом.

На рис. 2, а показаны значения относительных ΔQ износов сталей 30, 45, 55, 65Г и У8 от содержания C_c углерода в мартенсите и аппроксимирующая их кривая, которая имеет нелинейный характер и описывается уравнением $y = \alpha x^b$, т. е. $\Delta Q = \alpha (\Delta C_c)^b$. Задавая содержание углерода в стали и имея экспериментальные значения ΔQ можно найти коэффициенты a и b , тогда получим:

$$\Delta Q_{mv.p} = 1,06 C_c^{0,78}$$

Для углеродистых и низколегированных доэвтектоидных и эвтектоидных сталей, закаленных на мартенсит и низкоотпущенных, можно записать обобщенную зависимость износа от параметров структуры:

$$Q = Q_{Ocm30} - 0,4 \Delta \sqrt{\rho} - 1,06 \Delta C_c^{0,78}, \quad (1)$$

где $Q_{Ocm30} = 2,2$ мг – износ эталонного образца из стали 30 с $C_c = 0,28\%$ после закалки с температуры 890+900 °С и отпуска при температуре 200 °С; $\sqrt{\rho}$ – разница между плотностями дислокаций в исследуемой и эталонной сталях; ΔC_c – разница содержаний углерода в исследуемой и эталонной сталях.

Формула (1) отражает аддитивное влияние параметров структуры на износостойкость. Она получена для сталей с максимальным упрочнением, при этом коэффициенты структурных параметров остаются постоянными. Эксперименты показали, что введение в сталь в малых количествах марганца как легирующего элемента не повлияло на износостойкость сталей с мартенситной структурой.

В выражении (1) значимым фактором является плотность дислокаций. Максимальное снижение износа для закаленной на мартенсит стали в результате повышения плотности дислокаций составило 1,5 мг, а при твердорастворном упрочнении мартенсита углеродом – 0,62 мг.

Снижение износа в результате дислокационного упрочнения определяли после вычитания износа эталонной стали (сталь 30, предварительная нормализация при температуре 900 °С, повторное нагревание до 900 °С, закалка и отпуск при температуре 200 °С), анализ показал снижение износа в результате твердорастворного упрочнения.

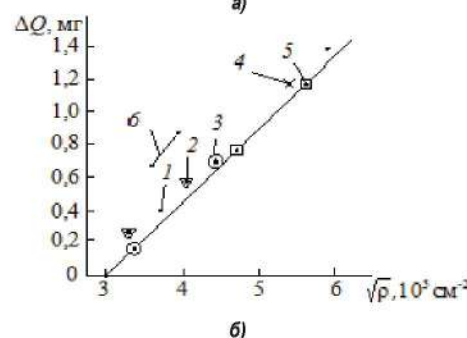
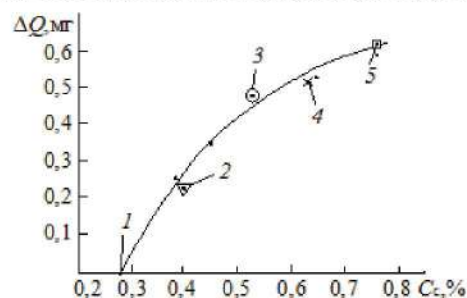


Рис. 2. Значения разницы ΔQ износов для сталей 30 (1), 45 (2), 55 (3), 65Г (4), У8 (5) и стали 30 без отпуска (6) в зависимости от содержания C_c углерода в мартенсите (а) и от плотности дислокаций $\sqrt{\rho}$ (б), а также их аппроксимирующие кривые

Данные, представленные на рис. 2, б указывают на то, что снижение износа в результате дислокационного упрочнения в целом соответствует выражению (1), однако выпадают данные по стали 30 после закалки без отпуска:

$$Q = Q_{Ocm30} - 0,4\Delta\sqrt{\rho} - \Delta Q_{\partial,y} - 1,06\Delta C_c^{0,78} = 2,2 - 0,4\Delta\sqrt{\rho} - 1,06\Delta C_c^{0,78},$$

где $\Delta Q_{\partial,y}$ – разница износов в результате деформационного упрочнения, обусловленный процессом трения, неотпущенной стали.

Значительное снижение износа стали 30 в состоянии закалки без отпуска нельзя объяснить только ростом плотности дислокаций (см. рис. 2, б), так как плотность дислокаций по сравнению с отпускенной сталью при температуре 200 °С мало изменяется.

При деформации $\epsilon > 2\%$ неотпущенной стали в мартенсите сохраняется больше новых дислокаций. Происходит перестройка исходной дислокационной структуры. Рентгеновский анализ показал снижение ширины рентгеновской линии. Перераспределение углерода обуславливает уменьшение ширины рентгеновских линий. Образование атмосфер Коттрелла [10] также способствует уменьшению искажений кристаллической решетки. Однако это означает интенсивное протекание деформационного старения в процессе абразивного изнашивания.

Использовать закалку без отпуска для средне- и высокоуглеродистых сталей, из которых изготавливают быстроизнашиваемые детали, нельзя, так как повышается вероятность хрупкого разрушения. Однако хрупкое разрушение закаленной низкоуглеродистой стали 30 маловероятно даже в состоянии без отпуска. Поэтому в исследованиях закалки без отпуска ограничили сталью 30.

Максимальная плотность дислокаций и минимальный износ (при температурах отпуска 350, 450 и 600 °С) наблюдаются при температуре предварительной нормализации 1100 °С. При всех температурах окончательного отпуска наблюдается линейная связь между снижением износа и повышением плотности дислокаций.

Дислокационное упрочнение ферритной матрицы сталей, которое приводит к снижению изнашиваемости, определяет зависимость $\Delta Q_{\partial} = \alpha\sqrt{\rho}$, где α – угловой коэффициент [11-12].

Разницу износов по абсолютной величине для разных сталей следует связать с влиянием дисперсионного упрочнения частицами цементита, так как при приведенных температурах отпуска весь углерод углеродистых сталей выделяется из твердого раствора.

Дисперсионное упрочнение зависит от размеров и количества цементитных частиц в матрице сплава (феррите), т. е. от среднего расстояния между частицами цементита.

Средний диаметр частичек цементита, а также среднее расстояние между частицами цементита определяют по фотографиям и формуле диффузии углерода в феррите [13]. Структуры сталей после закалки и отпуска при температурах 350, 450 и 600 °С представляли собой дисперсные частицы цементита в ферритной матрице, т. е. троостит и сорбит отпуска.

Средний диаметр частиц цементита можно найти в работе [13], если известен коэффициент диффузии углерода в феррите, и далее можно определить расстояние λ между частицами.

Расчетные данные соответствуют экспериментальным.

Влияние цементитных частиц на износ при отпуске стали при температуре 600 °С показано в табл. 1.

По экспериментальным данным построили зависимости относительного износа от содержания в ферритной матрице частиц второй фазы (цементита) – обратная величина межцементитного расстояния:

$$\Delta Q_{\phi} = K\left(\frac{1}{\lambda}\right),$$

которые для каждой температуры отпуска представляют собой прямые линии [13]. Коэффициенты $K = \Delta Q_{\phi}\lambda$ и α зависят от температуры отпуска, и они будут разными: при температуре отпуска 600 °С имеем $K = 3,8$ и $\alpha = 1,0$; для 350 °С имеем $K = 0,35$ и $\alpha = 0,70$.

Таким образом, с повышением прочности стали (снижение температуры отпуска закаленной стали) влияние упрочняющих структурных параметров на ее износостойкость снижается.

Если предположить аддитивное влияние параметров структуры на износостойкость, то износ в данном случае (после отпуска при температурах 350 °С и выше) можно определить по выражению

$$Q = Q_{OFe} - \alpha\sqrt{\rho} - K\lambda^{-1} - \xi C_c, \quad (2)$$

где $Q_{OFe} = 7,5$ мг – износ отожженного технического железа;

ρ – плотность дислокаций ферритной матрицы;

α – коэффициент упрочнения стали и снижения износа при повышении плотности дислокаций;

λ – расстояние между частицами цементита закаленной и отпускенной стали;

K – коэффициент упрочнения и снижения износа в результате дисперсности в структуре второй фазы;

C_c – содержание углерода в твердом растворе α -фазы, т. е. в феррите, когда после отпуска часть углерода еще не выделилась из твердого раствора;

ξ – коэффициент упрочнения и снижения износа при вводе в твердый раствор феррита атомов углерода.

Содержание углерода в составе феррита отпускенной стали не бывает большим, поэтому найденное по результатам экспериментов с техническим железом выражение будет общим для всех сталей со структурой на ферритной основе.

Так как было установлено, что $\xi = 6,2$, то для легированных сталей $\Delta Q_{ms,p} = 6,2C_c$ [9].

В общем виде запишем:

$$Q = Q_{OFe} - \Delta Q_{\partial} - \Delta Q_{\phi} - \Delta Q_{ms,p}, \quad (3)$$

где $Q_{OFe} = 7,5$ мг – износ отожженного технического железа при принятых условиях;

ΔQ_{∂} – разница износов в результате повышения плотности дислокаций;

ΔQ_{ϕ} – разница износов в результате присутствия дисперсных частиц цементита в ферритной матрице;

$\Delta Q_{ms,p}$ – разница износов в результате присутствия атомов углерода в феррите отпускенной легированной стали.

При закалке с низким отпуском малолегированных сталей не выявили влияние легирующих химических элементов в составе мартенсита (на пример *Mn*) на износостойкость, что нельзя отнести к закалке с отпуском при температурах 350 °С и выше. В этом случае количество легирующего химического элемента и углерода в феррите зависит от температуры отпуска, поэтому влияние твердорастворного упрочнения на износостойкость может оказаться значительным, тогда будет справедливо выражение

$$Q = Q_{OFe} - \Delta Q_{\partial} - \Delta Q_{\phi} - \Delta Q_{ms,p} = 0,75 - \alpha\sqrt{\rho} - K\frac{1}{\lambda} - \eta M - 6,2C_c, \quad (4)$$

где M – количество легирующего химического элемента в твердом растворе α – фазы;

η – коэффициент упрочнения феррита легирующим элементом.

Таким образом, для низкоотпущенных сталей с мартенситной структурой износ можно определить по формуле (1), а для сталей после закалки и отпуска при температурах 350 °С и выше – по формуле (4).

Таблица 1
Влияние цементитных частиц на износ при отпуске сталей при температуре 600 °С

Материал	Q, мг	ΔQ, мг	λ, мкм	1/λ, мкм ⁻¹
Техническое Fe	7,5	0	–	0
Сталь 45	3,1	4,4	0,90	1,04
Сталь 55	2,9	4,6	0,83	1,20
Сталь У8	3,3	5,2	0,68	1,47



Рис. 3. Блок-схема выбора материала и способов его упрочнения

В формуле (1) переменными являются только плотность дислокаций и содержание углерода. В сталях с мартенситной структурой содержание углерода может меняться с 0,28% (сталь 30) до 0,82% (сталь У8). В этом случае легко вычислить плотность дислокаций (или) $\sqrt{\rho}$ при заданном износе при данном содержании углерода.

В выражении (4) переменными величинами, зависящими от температуры отпуска, являются коэффициенты α , ϵ , η , а также содержание углерода C_s и количество M легирующего химического элемента в феррите. Эти данные можно вводить в компьютерную программу в виде дискретных величин, используя указанных выше результаты, а также данные работ [9, 12].

Программа по выбору материалов и технологии упрочнения разработана для определения только одного показателя – относительной износостойкости: $E = Q_{OFe} / Q$ где Q_{OFe} – износ эталонной стали (отожженного технического железа); Q – расчетный износ.

Сначала рассчитываем межцементитное расстояние в сталях после закалки и отпуска при температурах выше 350 °C по формуле (4) при заданном износе.

Межцементитные расстояния зависят от температуры отпуска и содержания углерода, поэтому для расчета среднего диаметра цементитных частиц необходимо определить количество цементитной составляющей.

По уравнению диффузии углерода в феррите можно найти температуру отпуска при известном среднем диаметре d цементитных частиц и содержании углерода [13].

Далее вычисляем плотность дислокаций низкоотпущенной стали при разном содержании углерода для заданного износа по формуле (1). Последовательность (без ограничений области существования и сочетаний структурных параметров) выбора материала и способов его упрочнения для обеспечения требуемой износостойкости показана на рис. 3.

С помощью разработанной программы можно определить состав стали и режим термического упрочнения в зависимости от требуемой износостойкости.

Для проверки полученных результатов проведены испытания частей штампа для холодной штамповки, изготовленных из стали 30, рабочие части которых были закалены до 1100 °C без отпуска.

В качестве сравнительных образцов использовались части штампа для холодной штамповки, изготовленных из стали 40X производства ОАО «Узметкомбинат».

Выводы. Результат использования компьютерной программы следующий: износостойкость частей штампа для холодной штамповки изготовленных из стали 30, нагретых до 1100 °C без отпуска обеспечивает те же результаты износостойкости частей штампа для холодной штамповки, изготовленных из стали 40X.

Библиографический список:

1. Брыков М.Н., Ефременко В.Г., Ефременко А.В. Износостойкость сталей и чугунов при абразивном изнашивании. – Херсон: Гринь Д.С., 2014. – 364 с.
2. Беренштейн Д. Б. Абразивное изнашивание лемешного лезвия и работоспособность плуга // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2002, № 6. – С. 39–42.
3. Dyuchenko S. S. Heredity in phase transformation: mechanism of the phenomenon and effect on the properties // Metall Science and heat treatment. 2000. Vol. 42, № 3, 4. – P. 122–126.
4. Гаркунов Д. Н. Триботехника. – М.: МСХА, 2005. – 356 с.
5. Tenenbaum M.M. Regularities of abrasive wear of parts of working bodies of agricultural machines // Friction and wear. – Minsk, 1980, Vol. 1, № 2. – P. 357–364.
6. Металлография сплавов железа: Справочник / Пер. с нем. под ред. М. Л. Бернштейна. М.: Металлургия, 1985. – 248 с.
7. Bataev V.A., Bataev A.A., Alkhimov A.P. Methods of structural analysis of materials and quality control of parts. Moscow: Nauka, 2007. – 224 p.
8. Горелик С. С., Скаков Ю. А., Растворцев Л. Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М.: МИСЦ, 1994. – 328 с.
9. Berdiev D.M., Umarova M.A., Toshmatov R.K. Phase and structural transformations of structural steels in nontraditional heat treatment // Russian Engineering Research. 2021. Vol. 41, no. 1, pp. 46–48.
10. Савицкий И. А., Скаков Ю. А. Влияние деформации на ширину рентгеновских линий и перераспределение углерода // Изв. вузов. Черная металлургия, 1972, № 9. – С. 123–126.
11. Berdiev D. M., Yusupov A. A. Improving wear resistance of steel products to unconventional heat treatment methods // International journal of scientific & technology research. 2020. Vol. 9, Is. 2. – P. 2504–2509.
12. Бердиев Д.М., Юсупов А.А., Ибодуллаев Т.Н. Повышение износостойкости стальных изделий нетрадиционными режимами термической обработки // Горный Вестник Узбекистана. Научно-технический и производственный журнал, №84, январь-март 2021 г. – С. 78–81.
13. Бокштейн С. З. Структура и механические свойства легированной стали. М.: Металлургия, 1994. – 287 с.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2021, №3 (86) pp. 63-67

DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF STEEL STRUCTURE PARAMETERS ON THEIR ABRASIVE WEAR RESISTANCE

†Berdiev D.M., Head of Department, Metal Forming Department, Doctor of Technical Sciences.

†Umarova M.A., PhD student, Metal Forming Department

†Ibodullaev T. N., Assistant, Metal Forming Department

†Tashkent State Technical University named I.A. Karimov, Uzbekistan.

The relationships between the parameters of the structure of heat-treated steels and their abrasive wear resistance are established. A computer program has been developed to select the grade of steels and methods of thermal hardening in order to obtain the required wear resistance.

Keywords: heat treatment, dislocation density, extreme temperature, low-alloy steel, computer program.

References:

1. Brykov M.N., Efremenko V.G., Efremenko A.V. Wear resistance of steels and cast iron under abrasive wear. - Kherson: Grin D.S., 2014. – 364 p.
2. Berenshtein D.B. Abrasive wear of the ploughshare blade and the working capacity of the plow // Tractors and agricultural machinery. 2002. No. 6. pp. 39 – 42.
3. Dyuchenko S.S. Heredity in phase transformation: mechanism of the phenomenon and effect on the properties // Metall Science and heat treatment. 2000. Vol. 42. No. 3, 4. pp. 122 – 126.
4. Garkunov D. N. Tribotechnika. M.: MSHA, 2005. – 356 p.
5. Tenenbaum M.M. Regularities of abrasive wear of parts of working bodies of agricultural machines // Friction and wear. - Minsk, 1980. Vol. 1. No. 2. pp. 357 – 364.
6. Metallography of iron alloys: Handbook / Trans. from it. edited by M.L. Bernstein. M.: Metallurgy, 1985. – 248 p.
7. Bataev V.A., Bataev A.A., Alkhimov A.P. Methods of structural analysis of materials and quality control of parts. Moscow: Nauka, 2007. – 224 p.
8. Gorelik S.S., Skakov Yu.A., Rastorguev L.N. Radiographic and electron-optical analysis. Moscow: MISiS, 1994. – 328 p.
9. Berdiev D.M., Umarova M.A., Toshmatov R.K. Phase and structural transformations of structural steels in nontraditional heat treatment // Russian Engineering Research. 2021. Vol. 41, no. 1, pp. 46 – 48.
10. Sawicki I.A., Skakov Yu.A. The effect of deformation on the width of x-ray lines and the redistribution of carbon, Izv. universities. Ferrous metallurgy. 1972. No. 9. pp. 123–126.
11. Berdiev D.M., Yusupov A.A. Improving wear resistance of steel products to unconventional heat treatment methods // International journal of scientific & technology research. 2020. Vol. 9. Is. 2, pp. 2504 – 2509.
12. Berdiev D.M., Yusupov A.A., Ibodullaev T.N. Improving the wear resistance of steel products by non-traditional modes of heat treatment // Gorniy Vestnik of Uzbekistan. Scientific and Technical and Production journal. No. 84. January-March 2021, pp. 78 – 81.
13. Bokshstein S.Z. Structure and mechanical properties of alloy steel. Moscow: Metallurgy, 1994. – 287 p.

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: infony@ngmk.uz



ANGREN QO'NG'IR KO'MIRINING TERMİK ISHLOV BERISH NATIJASIDAGI ASOSIY XUSUSIYATLARINING O'ZGARISHI



Xujakulov N.B.,
NDKI "Metallurgiya" kafedrası dotsenti



Boyxonova M.Yu.,
O'zR FA Navoiy bo'limi tayanch doktoranti

Ushbu maqolada Angren jigarrang ko'mirini termokimyoviy qayta ishlash natijasida fizik va strukturaviy derivatografik va funktsional guruhlarning infraqizil spektroskopik o'zgarishi va hususiyatlarini o'rganish natijalari, shuningdek, ularni past kulli birlamchi boyitilgan gomeopatiya sifatida ishlash istiqbollari keltirilgan. Texnologik rejimlarda qayta ishlatilishi mumkin bo'lgan sorbentlar ishlab chiqarish sanoat ishlab chiqarish. Ko'chiriladigan sorbentlar uchun eng muhim jihat sifatida, Angren jigarrang ko'mir tarkibidagi organik moddalarning yonishi natijasida g'ovaklik paydo bo'lishi ijobiy qiymatga ega ekanligi qayd etilgan.

Tayanch iboralar: ko'mir, derivatogramma, IQ spektri, sorbent, metamorfizm, qora fusin, klarin, vitrin, hümik kislotalar, dekarbonizatsiya, muffeli pech, uglerod, karbonat.

В данной статье представлены результаты исследования ИК-спектроскопических изменений и свойств физико-структурных дериватографических и функциональных групп в результате термохимической переработки Ангренского бурого угля, а также перспективы их использования в качестве низкозольных первично обогащенных гомеопатий для производства сорбентов, которые могут быть повторно использованы в технологических режимах промышленного производства. В качестве наиболее важного аспекта для съемных сорбентов отмечается, что появление пористости в результате сжигания органических веществ, содержащихся в Ангренском буром угле, имеет положительное значение.

Ключевые слова: уголь, дериватограмма, ИК-спектр, сорбент, метаморфизм, черный фюзен, кларен, витрен, гуминовые кислоты, декарбонизация, муфельная печь, углерод, карбонат.

O'zbekiston 1900 mln t qo'mir zaxiralari ega, shundan: qo'ng'ir ko'mir – 1853 mln t, toshko'mir – 47 mln t. Prognoz qilingan ko'mir zaxiralari miqdori 5,7 mlrd t dan ortiq. Toshko'mirning katta zaxirasi janubiy hududlar – Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlarida jamlangan. Hozirgi vaqtda ko'mir qazib olish uchta Angren qo'ng'ir ko'mir koni, Sharq'un va Boysun toshko'mir konlarida amalga oshiriladi [1].

Qo'ng'ir ko'mirdan antratsitgacha konvertatsiya qilish bosqichida organik moddalarning kimyoviy tarkibini, fizik va texnologik xususiyatlarini bosqichma-bosqich o'zgartirish jarayoni ko'mirning metamorfizmi deb ataladi. Metamorfizmdagi organik moddalarning strukturaviy va molekulyar qayta tuzilishi ko'mir tarkibidagi uglerodning izchil o'sishi, kislorod tarkibining pasayishi, uchuvchan moddalarning chiqishi bilan birga keladi; vodorod tarkibi, yonish issiqligi, qattiqligi, zichligi, mo'rtligi, optikligi, elektrikliги va boshqa fizik xususiyatlari o'zgaradi.

Metamorfizm jarayoni uglerod konsentratsiyasining ortishi va uchta asosiy ko'mir hosil qiluvchi elementlarning – kislorod, azot va vodorodning kamayishi bilan birga keladi. Ko'mirlanishdagi asosiy faktorlar: temperatura, bosim va vaqt [2].

Qo'ng'ir ko'mir quyidagi xususiyatga ega bo'lgan - zich, tuproqli, yog'ochli yoki tolali ko'mir massasi bo'lib, uchuvchi bitumli moddalarning muhim tarkibiga ega. Unda odatda o'simlikning yog'och tuzilishi yaxshi saqlangan bo'ladi; siniq qobiqli, tuproqli yoki yog'ochli; rangi qo'ng'ir yoki qora-qatron rangli; tutunli olov bilan osongina yonadi, yoqimsiz o'ziga xos yonish hidini chiqaradi; o'yuvchi kaliy bilan ishlov berilganda quyuk jigarrang suyuqlik beradi. Quruq haydash orqali erkin yoki sirka kislotasi bilan bog'liq ammiak hosil qiladi. Solishtirma og'irligi 0,5-1,5. O'rtacha kimyoviy tarkibi, bundan tashqari kul: 50-77% (o'rtacha 63%) uglerod, 26-37% (o'rtacha 32%) kislorod, 3-5% vodorod va 0-2% azot.

Mineral aralashmalarning tarkibi – kvarts, loy minerallari, dala shpatlari, pirit, markazit, karbonatlar va boshqa birikmalar, yonish vaqtida mineral aralashmalarning katta qismini o'z ichiga olgan birikmalar kulga aylanadi. Angren ko'miri qo'ng'ir ko'mir elimli moddalar toifasiga kiradi – zich, to'q jigarrang, hatto qora ranggacha bo'ladi, sindirilganda elimli modda singari chaqnash bilan tugaydi [3-4].

Bundan oldingi maqolalarda [5-8] ko'rsatilganidek, tadqiqotning maqsadi sifatida Angren qo'ng'ir ko'mirini termik usul yordamida boyitish va faollashtirishda uning sorbtsion xususiyatlarining namoyon bo'lishi, shuningdek, g'ovaklikning morfologik tuzilmalarini aniqlash uchun batafsil o'rganish vazifalari ko'rib chiqilgan.

Tadqiqot ob'ekti va usuli.

Tadqiqot ob'ekti sifatida Navoiy davlat konchilik instituti "Metallurgiya" kafedrasining laboratoriyasida termik boyitish jarayonlarini o'rganish uchun Angren qo'ng'ir ko'miri namunalari olingan.

Angren qo'ng'ir ko'mirining xususiyatlari:

O'simlik qoldiqlarining uzoq parchalanish mahsuloti hisoblanadi. Angren ko'mir konidan olingan kichik ko'mir namunasining 0,25 mm o'lchamgacha maydalangandan keyingi kimyoviy tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

Metodika bo'yicha shlixlarning mineralogik tahlili [4] ko'mirning mineral tarkibi kvarts (SiO_2), kaltsit ($CaCO_3$), piroksen ($(Na,Ca,Mg)(Mg,Fe,Al)Si_2O_6$), opal ($SiO_2 \cdot nH_2O$), dala shpati ($K[AlSi_3O_8] - Na[AlSi_3O_8] - Sa[Al_2Si_2O_8]$), magnetit ($FeO \cdot Fe_2O_3$), muskovit ($KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$) va x.k. mineralardan tarkib topgan.

Ko'mirning yaltiroq mayda bo'laklari mikroskop ostida o'rganilganda, uning strukturasi to'liq fuzenizatsiya (fuzenizatsiya: lignin qoldiqlarini oksidlovchi konvertatsiya qilish jarayoni, o'simliklarning tsellyuloza to'qimalari, ularning oldini olish va qorayishida ifodalangan, boshlang'ich anatomik tuzilish qismlarining bir vaqtning o'zida saqlanishi) paytida hosil bo'lishini ko'rsatdi. Bu tuzilma qo'ng'ir ko'mirning yuqori g'ovakligi va namlik sig'imi bilan bog'liq. Qora fyuzen qo'ng'ir ko'mirning 85% dan kam bo'lmagan hajmini egallaydi.

Qo'ng'ir ko'mir tarkibidagi keyingi asosiy mineral - klaren (klaren - qazilma ko'mirlarning tarkibiy qismi, ko'mirning makroskopik jihatdan ko'rinadigan yarim portlovchi komponenti), vitren (vitren – kuchli yorqinlikka ega bo'lgan ko'mirning asosiy tarkibiy qismlaridan biri lignin-o'simliklarning tsellyuloza to'qimalari o'zgariganda hosil bo'ladi, chunki kislorod etishmasligi bilan ajralib chiqadigan yaltiroq komponentlari ko'mirning 5-7% gacha hajmini egallashi mumkin.

2-jadvalda ko'mir kukunining mass-spektroskopik (ICP – MS) tahlil natijalari berilgan bo'lib, ko'mir tarkibida bir qator kimyoviy elementlar mavjudligi aniqlangan: Fe, Mg, Ba, B, Mn, Ti, Cu, Zn va Mo.

Qo'ng'ir ko'mirning tarkibidagi keyingi asosiy komponent sifatida gumin kislotalar bo'lib, ularning umumiy formulasi aniqlanmagan, lekin organik birikmalar tarkibida juda murakkab va aromatik xalqalar bog'lari-dan tashkil topgan deb hisoblanadi. Aromatik molekullarning miqdoriy va sifat tarkibini, ular orasidagi bog'lanish turlari va sonini tasvirlashning an'anaviy usullarini ularga tatbiq etib bo'lmaydi. Bu jarayon uglerod kontsentratsiyasining oshishi va uchta asosiy uglerod hosil qiluvchi elementlar-kislorod, azot va vodorod tarkibining pasayishi bilan birga keladi (1-rasm).

Ko'mirlanishga o'tish jarayonining asosiy omillari sifatida uzoq muddat davomida xizmat qiladigan ko'rsatkichlar - harorat, bosim va vaqtdan iboratdir[2]. Qo'ng'ir ko'mir o'z navbatida xususiyatlari buyicha quyidagi guruhlariga taqsimlanadi (3-jadval).

Angren qo'ng'ir ko'mirini infraqizil spektrlar SHIMADZU qurilmasi (NDKI, kimyoviy texnologiya kafedras laboratoriyasi) IK-Fourier spektrometr IRT racer-100 yordamida tahlil qilinib, termik ishlovdan oldin va keyin paydo bo'lgan funktsional kimyoviy guruhlarning sifat xususiyatlarini ochib bergan. Turli xil valentli og'ishlarni va funktsional guruhlarning ko'rinishini aniqlash uchun K.Nakamoto'ning monografiyasidan foydalanildi [10].

Ko'mir, qurum va bentonitning derivatografik tahlillari Labsys™ Evo derivatografida amalga oshirilgan. Qurilma sifat nazorati va tadqiqot olib boruvchi laboratoriyalarda foydalanish uchun moslashtirilgan. Turli modullarni boshqaradigan ko'p vazifalarni bajaradigan dasturiy ta'minotga ega.

Namunalarning termik ishlov berish jarayoni maksimal kuydirish ko'rsatkichi 1200°C bo'lgan DAIHAN Scientific User Manual (Version:2.2.1) markali mufl pechida amalga oshirilgan. Pech sensor taymerlari bilan ta'minlangan, kuydirish vaqtini qayd qiluvchi va haroratni belgilash ko'rsatkichlari bilan jihozlangan.

Namunalarning mikrofotografiyalari yorug'lik tasvirlarini x100 martagacha kattalashtiruvchi Primo Star (Zeiss, Germaniya) optik mikroskopida olingan.

Olingan natijalar.

Ko'mirni an'anaviy boyitish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat: termik ishlov berish (dekarbonizatsiya). Dekarbonizatsiya jarayoni yuqori harorat ta'sirida, havosiz muhitda mufl pechlarida amalga oshiriladi. Organik moddalarga boy bo'lgan ko'ng'ir ko'mirga ishlov bershisi esa o'z

1-jadval

Angren qo'ng'ir ko'mirining kimyoviy tarkibi

Modda	Elementlar tarkibi (%), organik modda bo'yicha				Funktsional guruhlar		
	C	H	O+S	N	COOH+OH mg-ekv/g	COOH mg-ekv/g	OH mg-ekv/g
Qo'ng'ir ko'mir	70,12	5,01	23,67	1,2	2,198	0,56	1,638

2-jadval

Qo'ng'ir ko'mir kukunining mass-spektroskopik tahlil natijalaridagi kimyoviy elementlarning miqdoriy taksimlanishi

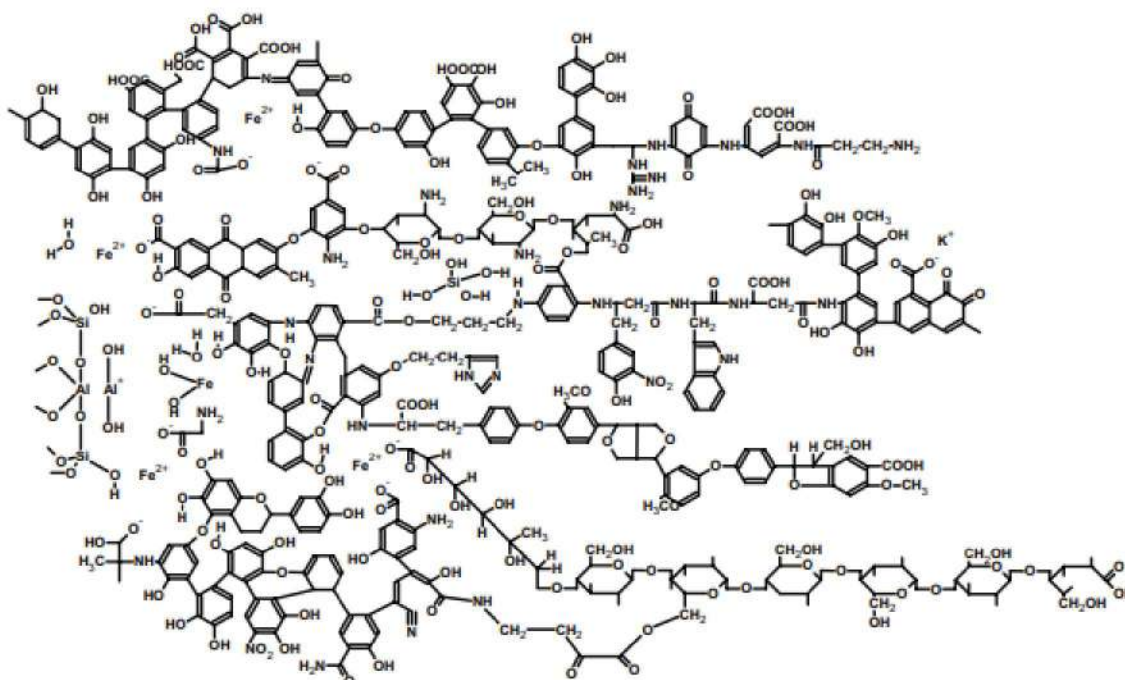
Elementlarning nomi va tarkibi, g/t									
Li	Be	B	Na	Mg	Al	P	K	Ca	Cr
1,27	2,61	2,67	9,950	2,6011	6,3889	3,25	3,547	16,4077	22,8
Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Mo	Ag	Ba	Au
54,74	46,174	7,17	8,65	63,0	4,438	1,46	1,05	1,27	0,175

navbatida bir necha bosqichga bo'lingan.

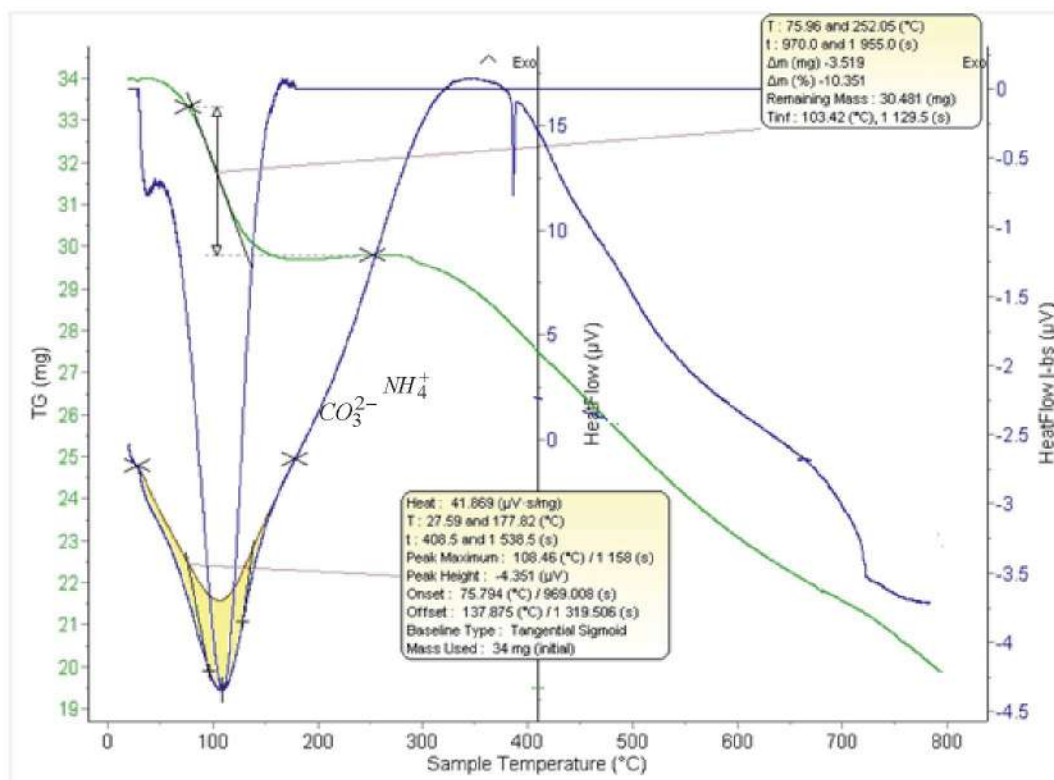
Karbonizatsiya jarayoni yuqori harorat yordamida havosiz inert sharoitda xomashyoni kuydirishdan iborat. Keyingi bosqich - karbonizatsiyadan keyin - karbonizat olinadi va uning ichki maydoni va kichik o'lchamlardan paydo bo'lgan yangi tuzilishi tufayli juda kam adsorbtsion sifatlarga ega bo'ladi.

Angren ko'ng'ir ko'mirining termogravimetrik TG chizig'i (2-rasm) 75°C dan 252°C gacha davom etadigan endotermik jarayonlarning boshlanish cho'qqisini ko'rsatadi. Shu bilan bir qatorda differentsial termogravimetrik chiziq-DTG (2-rasm) - bu harorat parametrlari chiziklari bo'lib, ular keskin chuqurlashgan, bu esa asosan strukturali suv va engil uchuvchan organik fraksiyalarning bug'lanishi qayd etilgan endotermik reaksiyalarning maksimal qiymatini ko'rsatgan. Ko'mir massasining kamayishi 10,3% ni tashkil etgan, 252°C temperaturadan boshlab va 300°C gacha bo'lgan haroratda, bug'lanish chizig'i o'zgarmagan, ya'ni jarayonlarning ma'lum stabilshuvi kuzatilgan. 300°C dan 800°C gacha temperaturalar oralig'ida termogravimetrik chiziq - TG asta-sekin kamayib borgan va pastga tushgan.

Jarayon davomida birlamchi uglerod yonib uchib ketishi natijasida asosan dekarbonizatsiya jarayonlari (jadval materialida kul tarkibida deb belgilangan) sodir bo'ladigan ko'mirlarni aktivlashtirish vaqtida namoyon



1-rasm. Gumin kislotalarning gipotetik strukturaviy formulasi bo'lagi

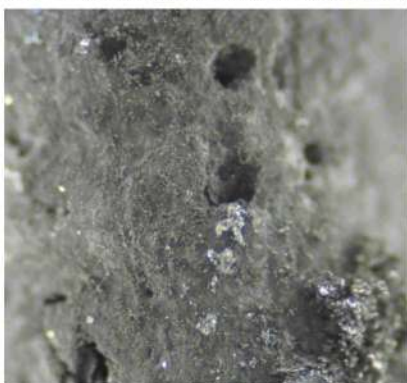


2-rasm. Angren qo'ng'ir ko'miri derivatogrammasi

bo'ladi. Birlamchi uglerod avval yondiriladigan karbonatlar tarkibida uglerod bo'lib hisoblanadi, keyin uchuvchan aromatik birikmalarning qisman yonishi kuzatiladi. Dekarbonizatsiyaning maksimal darajasi 45% gacha etishi mumkin. Umuman olganda, derivatogramma ma'lumotlariga ko'ra, barcha uglerod nazariy jihatdan yuqori haroratda yonishi kerak. Biroq, bu piroliz paytida sodir bo'lmaydi.

Angren qo'ng'ir ko'mirning IK-spektrografik chiziqlari tahlili benzol uglerodning tarkibida sorbtsiyalangan metallar bilan birikmalari jamlangan 500 dan 1000 sm^{-1} gacha bo'lgan mintaqadagi funktsional guruhlarining asosiy cho'qqilarini ko'rsatdi.

IK-spektrda 3400-3500 sm^{-1} da xarakterli chiziqlar o'tgan, shartli fenol guruhlari – ON guruhi, 2400 sm^{-1} da – SN_2 guruhi. Yutilish chiziqlarining eng yuqori ko'rsatkichi 1550 sm^{-1} dagi yutilish chiziqlarida kuzatiladi, bu erda ketonlar, aromatik birikmalarning galogen guruhlari hamda – ammoniy guruhi joylashgan. To'yinmagan uglevodorodlarning – va fenol guruhlari 1050 sm^{-1} oraliqda qayd etilgan. 400 dan 800 sm^{-1} gacha bo'lgan qolgan piklar asosan organik birikmalarning metallar bilan yutilish spektrlarini ko'rsatadi. Aromatik va alifatik kislotalar, efirlar va laktonlarning karbonil guruhi mavjudligi ham qayd etildi ($-C=O$ 1626 sm^{-1}). Karbonil guruhlarining chiziqli o'tkazuvchanlik intensivligi ahamiyatsiz. 3430,7 sm^{-1} dagi chiziqli o'tkazuvchanlik - ON guruhining valent tebranishlariga mos keladi.



3-rasm. Ko'mir zarrasining 100 marta kattalashtirilgan mikrofotografiyasi

Organik birikmalarni tavsiflovchi funktsional guruhlar 1000 dan 4000 sm^{-1} gacha oraliqda to'plangan. Benzol halqasidagi uglerodning bitta ajoyib qobiliyati bor - metallarni sorbtsiyalash. Shuning uchun ko'mir tarkibidagi uglerod sorbtsiyalash xususiyatlarini ko'rsatadi va metallarni to'play oladi.

950°C da issiqlik bilan ishlov berilganda gaz holatdagi vodorod suv ko'rinishida, uglerod piridin bog'lanishli SO_2 ko'rinishida, azot esa ammiak va elementar azot ko'rinishlarida ajraladi, buning natijasida sorbentdagi teshiklar hosil bo'ladi. Natriy ditionat (Na_2SO_4) issiqlik bilan ishlov berish vaqtida natriy oksidiga aylanadi, sulfid guruhi ham yonishi va SO_2 sifatida ajralishi mumkin. Nitributadien rezina (NBR) kabi birikma yoki kauchuk ham yuqori haroratga bardosh bermaydi va turli xil karbonatlar, strukturali suv va olingugurt angidridini chiqarish bilan kuyadi.

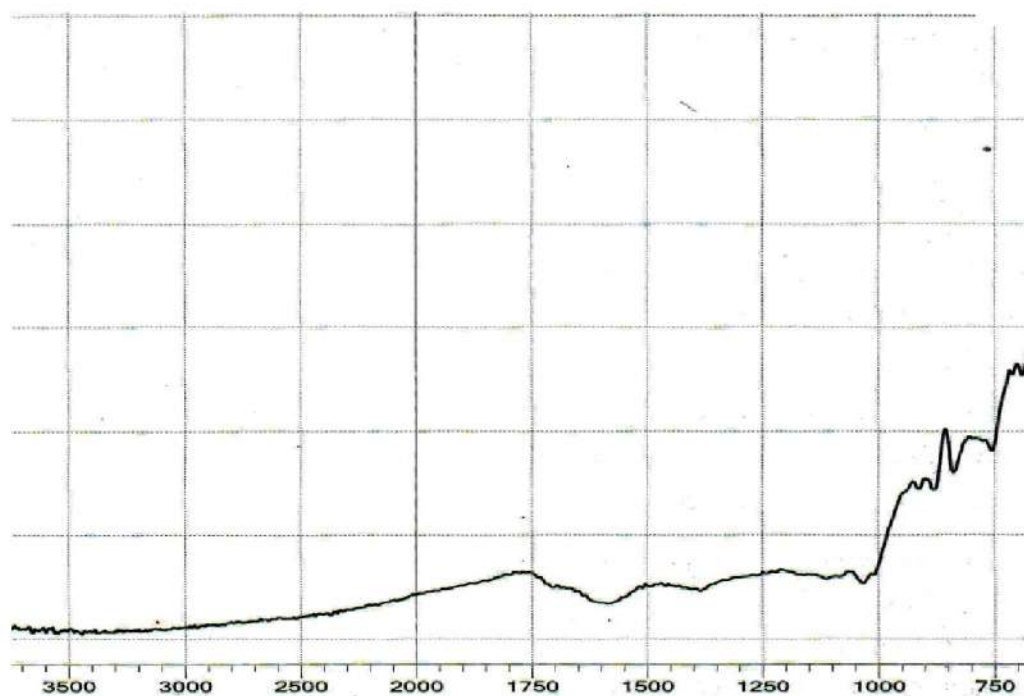
Ko'mirga piroliz usuli bilan temik ishlov berishda olib borilgan tajribalar 950°C da mufel pechda olib borildi va birlamchi uglerod va karbonatlarning 23,6% gacha yonishini ko'rsatdi. Natijada, ko'mirning IK-spektrining tavsifi 3-rasmda ko'rsatilgan. Rasmda 500 dan 1250 sm^{-1} gacha oraliqdagi funktsional guruhlarining piklari kondensatsiya qilingan, ko'mir tarkibida qolgan metallar bilan aromatik benzol halqalarining birikmalari namoyon bo'lgan.

Shunday qilib, 100°C dan 200°C gacha haroratda strukturali suv bug'lanadi, 400°C dan 500°C gacha haroratda uchuvchan azotli birikmalar, karbonat angidrid va is gazi, keyin esa 800°C dan 1000°C gacha bo'lgan harorat parametrlarida aromatik birikmalarning kuyishi boshlanadi. Uchuvchan bo'lmagan organik birikmalar ko'mir 500-700°C da qizdirilganda 1-2 daqiqada parchalanadi. Bu jarayon neytral va kuchsiz regenerativ muhitda yanada samarali va tezroq kechadi, materiallarning isitish sur'ati bilan cheklanadi. Sorbentning haroratini 700-1000°C gacha oshirish ikkilamchi uglerod strukturasi qayta qurishga yordam beradi va uning xususiyatlarini barqarorlashtiradi. 650-700°C da boshlangan ikkilamchi uglerodni gazlashtirish 3-5 daqiqada 1020-1070°C dan yuqori bo'lmagan haroratda tugatilishi va ko'mirni ortiqcha grafitlashtirishga yo'l qo'ymaslik kerak. Ko'mirni qayta ishlash bosqichi, uning asosiy xususiyatlarini belgilaydi, ikkilamchi uglerodni tanlab oksidlash orqali yangi faol yuzaning shakllanishiga olib keladi.

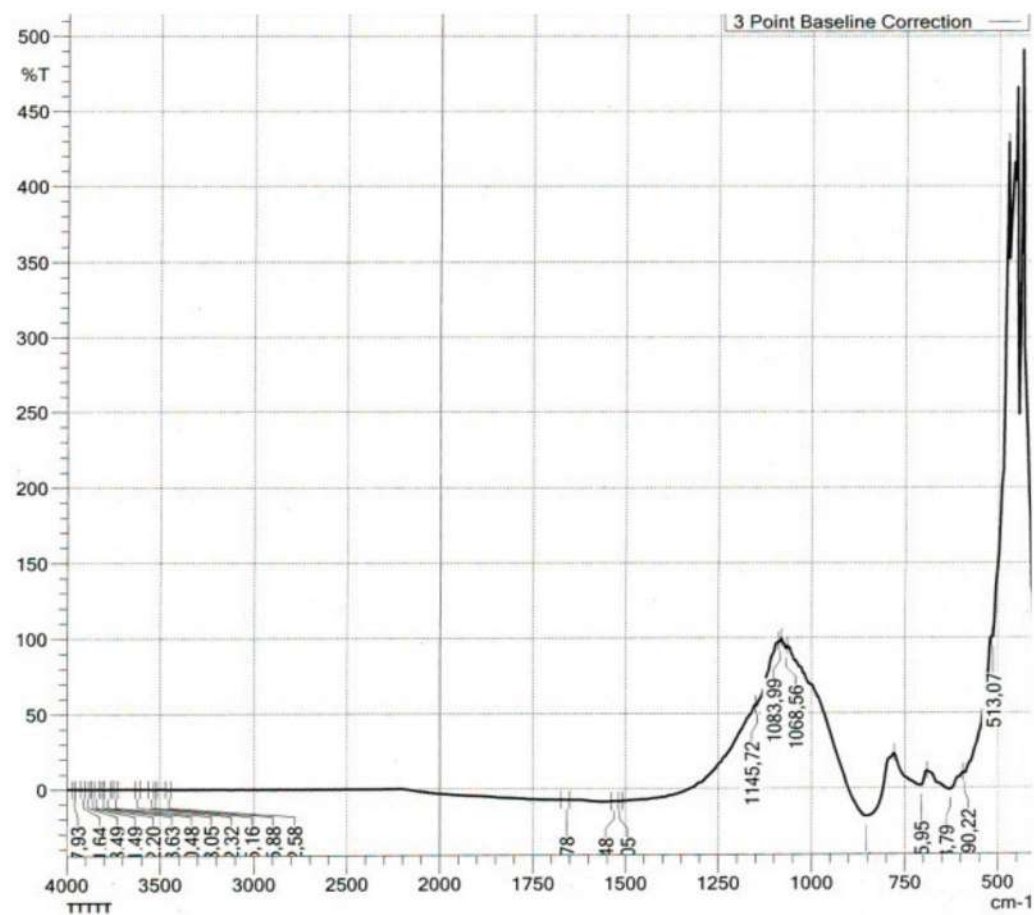
Olingan mikrofotolarni raqamli mikroskopda tahlil qilish erkin uglerod va ba'zi uchuvchi aromatik birikmalarning yonishi natijasida hosil bo'lgan uglerod zarrasining yuzasida teshiklarning hosil bo'lishini ko'rsatdi [11-12].

Ko'mirdan organik komponentlarni yonish bosqichi kul miqdori deb

a)



b)



4-rasm. Pirolizli qayta ishlashdan oldingi dastlabki ko'mirning IK-spektri (a), pirolizli qayta ishlashdan keyingi dastlabki ko'mirning IK-spektri (b)

ataladi. Piroliz jarayonida trubka bilan yopilgan mufl pechining yuqori qismidan turli jigarrang gazlar chiqib, kondensatlanganda ko'mir qatroniga aylangan.

Ko'mir qatroni asosan toshko'mirdan metallurgik koks ishlab chiqarishda olinadi. Qo'ng'ir ko'mirning organik birikmalarga boyligini

hisobga olib, distilyatsiyadan so'ng piroliz vaqtida olingan ko'mir smolasi tarkibidan benzol, kreozot, toluol, naftalin, uglevodorod moylari va boshqalar shaklida turli kimyoviy birikmalar olish mumkin. Uchuvchan moddalarning chiqishi guminli organik moddalar bo'yicha o'rtacha 33,7% gacha bo'lishi mumkin.

Gumin kislotalari uchun aniq molekulyar formulalar yo'q. Ularda atom va atom guruhlarining joylashishi gipotetik jihatdan aniqlanadi. Gumin kislotalarda formulalarning yo'qligi ularning o'zgaruvchan tarkibi va polidispersligi bilan ham bir jinsli organik birikmalarda tushuntiriladi. Shu sababli, gumin kislotalari uchun bioorganik molekullarning formulalarini aniqlashning odatdagi usullari samarasiz bo'ldi. Shuning uchun gumin kislotalarining kislota va ishqorlarda eruvchanligiga asoslangan tasnif

taklif etildi. Kelib chiqishiga qarab asosiy elementlarning (C, O, N, M) atom nisbatlarida tafavutlar kuzatiladi.

Shunday qilib, Angren qo'ng'ir ko'mirining derivatografik va IR-spektroskopik tahlili bo'yicha olingan natijalar ushbu tadqiqot sohasining istiqbollarini va qo'ng'ir ko'mirdan nafaqat uning kul tarkibini boyitish va kamaytirish uchun, balki sorbentlar olish uchun manba materiali sifatida ham amaliy foydalanish imkoniyatini ko'rsatdi.

Bibliografik ro'yxat:

1. Usanbaev N.X. O'zbekiston qo'ng'ir ko'mirlaridan organik mineral o'g'itlar va meliorantlar olish texnologiyasini ishlab chiqish. Avtoref. diss. na soisk. uch. step. d.t.n. 2018 y. 70 b.
2. Kopchenova E.V. Mineralogicheskiy analiz shlikov. – M.: Gosgeoltekhizdat, 1999, 208 b.
3. Tagaev I.A., Ochilova S.K., Boyxonova M. Yu., Norchaeva Z. O., Shonazarov M. I., Tagaeva M. I. Teoreticheskie i prakticheskie aspekt izucheniya Angrenskogo burogo uglya kak vozmojnogo materiala dlya polucheniya sorbentov. ISSN 2072-0297. MOLODOY UChYoNY Mejdunarodny nauchny jurnal Vxodit ejenedelno. № 23 (209) / 2018, s. 13-17. Rossiya. file:///C:/Users/corei3/Downloads/moluch_209_ch1_DqSjnJg.pdf.
4. Tagaev I.A., Andriyko L. S., Voxidov B. R., Boyxonova M. Yu., Xujakulov N., B., Narzullaev J. N. Podbor isxodnogo mestnogo srya i izuchenie derivatograficheskix pokazateley dlya polucheniya sorbentov. U55 Universum: Texnicheskie nauki: Nauchny jurnal. № 9(78). Chast 2. M., Izd. (MTsNO), 2020. 108 s. Elektron versiya pech. publ. <http://universum.som/ru/tesh archive/category/978>. ISSN :2311-5122. DOI: 10.2274Z. UniTech.2020.78.9-2. 63-69 b.
5. Tagaev I.A., Ochilova S.K., Djamalov A.K. Xarakteristika novx bentonito-ugolnx sorbentov. Luchshaya studencheskaya statya 2017. Sbornik statey XI mejdunarodnogo nauchno-prakticheskogo konkursa. Diplom II stepeni. Noyabr 2017 g. g. Penza, s. 33-36. <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2017>
6. I.A. Tagaev, S.U. Tursunova, L.S. Andriyko. Investigation and selection of initial materials as possible sources for obtaining sorbents. UDC 661.183.2. Chemistry, Physics and Technology of Surface. ISSN 2079-1704. CPTS 2018. V. 9. N 42018. V. 9. N 4. P. 432-441. DOI: 10.15407/htfp.09.04.432.
7. Perminova V.I. Guminove veshstva – vzov ximikam XXI veka. «Ximiya i jizn» №1, 2008.
8. Nakamoto K. IR spektr i spektr KR neorganicheskix i koordinatsionnx soedineniy. – M.: MIR, 2001. 536 b.
9. Tagaev I.A., Saidaxmedov A.A., Shodiev A.N. Yangi turdagi duragay - bentonit-ko'mirli sorbent mahsulotlarini mahalliy xomashyo asosida yaratish. Kompozitsion materiallar. Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali. Izdatelstvo GUP "Fan va taraqqiyot". – Tashkent, 2018, № 3. 86-88 b.
10. Tagaev I.A., Muratova M.N., Andriyko L.S. Characteristics of new perspective bentonite coal sorbents modified by different compounds. Naukovo-texnichni Konferentsii. Natsionalniy Universitet Korablebuduvannya, Materiali XIII Mijnarodnoi naukovo-texnichnoi konferentsii. 20-22 veresniya 2019 roku. Mikolaiv 2019. 4-5 b.
11. Internet sayt: Ugolnaya promshlennost Uzbekistana.
12. Internet sayt: Ximicheskij sostav burogo uglya.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2021, №3 (86) pp. 68-72

CHANGES IN THE BASIC PROPERTIES OF ANGREN BROWN COAL AS A RESULT OF THERMAL TREATMENT

¹*Khujakulov N.B.*, Associate Professor of the Department of Metallurgy

²*Boyxanova M.Yu.*, PhD student

¹*Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan.*

²*Navoi Branch of the Uzbekistan Academy of Sciences, Navoi, Uzbekistan.*

This article presents the results of a study of IR-spectroscopic changes and properties of physico-structural derivatographic and functional groups as a result of thermochemical processing of Angren brown coal, as well as the prospects for its use as a low-ash primary enriched homeopathies for the production of sorbents that can be reused in technological modes of industrial production. As the most important positive aspect for removable sorbents noted the formation of porosity as a result of the combustion of organic substances present in the Angren brown coal.

Keywords: coal, derivatogram, IR- spectrum, sorbent, metamorphism, black fusene, clarene, vitrene, humic acids, decarbonization, muffle furnace, carbon, carbonate.

References:

1. Usanbayev N. H. O'zbekiston qo'ng'ir ko'mirlaridan organik mineral o'g'itlar va meliorantlar olish texnologiyasini ishlab chiqish. Avtoref. diss. for the candidate of academic degree, doctor of technical Sciences, 2018, – 70 p.
2. Kopchenova E. V. Mineralogical analysis of shlikov. – M.: Gosgeoltekhizdat, 1999. – 208 p.
3. Tagaev I. A., Ochilova S. K., Boikhonova M. Yu., Norchaeva Z. O., Shonazarov M. I., Tagaeva M. I. Theoretical and practical aspects of studying Angren brown coal as a possible material for obtaining sorbents. ISSN 2072-0297. YOUNG SCIENTIST is an international scientific journal published weekly. No. 23 (209) / 2018, pp. 13-17. Russia. file:///C:/Users/corei3/Downloads/moluch_209_ch1_DqSjnJg.pdf.
4. Tagaev I. A., Andriyko L. S., Vohidov B. R., Boikhonova M. Yu., Khuzhakulov N., B., Narzullaev Zh. N. Selection of initial local raw materials and study of derivatographic indicators for obtaining sorbents. U55 Universum: Technical Sciences: A scientific journal. № 9(78). Part 2. Moscow, Ed. (ICNO), 2020. 108 p. Electron version of the furnace. publ. <http://universum.com/ru/tesh archive/category/978>. ISSN :2311-5122. DOI: 10.2274Z. UniTech. 2020. 78. 9-2, – pp. 63-69.
5. Tagaev I. A., Ochilova S. K., Jamalov A. K. Characteristics of new bentonite-coal sorbents. The best student article of 2017. Collection of articles of the XI International scientific and practical competition. Diploma of the II degree. November 2017, Penza, pp. 33-36. <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2017/06/D0%9A-50-%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C-2.pdf>.
6. I. A. Tagaev, S. U. Tursunova, L. S. Andriyko. Investigation and selection of initial materials as possible sources for obtaining sorbents. UDC 661.183.2. Chemistry, Physics and Technology of Surface. ISSN 2079-1704. CPTS 2018. V. 9. N 42018. V. 9. N 4. P. 432-441. DOI: 10.15407/htfp.09.04.432.
7. Perminova V.I. Humic substances - a challenge to chemists of the XXI century. "Chemistry and Life" No. 1, 2008.
8. Nakamoto K. IR spectra and Raman spectra of inorganic and coordination compounds. M., WORLD. 2001. – 536 p.
9. Tagaev I.A., Saidakhmedov A.A., Shodiev A.N. Yangi turdagi duragai - bentonite-kymirli sorbent mahsulotlarini mahalliy khomashyo asosida yaratish. Kompozitsion materiallar. Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali. Publishing House of State Unitary Enterprise "Fan va taraqqiyot", Tashkent, 2018, No. 3, – pp. 86-88.
10. Tagaev I. A., Muratova M. N., Andriyko L. S. Characteristics of new perspective bentonite coal sorbents modified by different compounds. Science and Technology Conferences. National University of Shipbuilding, Proceedings of the XIII International Science and Technology Conference. 20-22 spring 2019 rock. Mykolaiv 2019, pp. 4-5.
11. Internet site: Coal industry of Uzbekistan.
12. Internet site: Chemical composition of brown coal.

СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПЛАТИНЫ ИЗ РАСТВОРОВ АФФИНАЖА ЗОЛОТА



Хасанов А.С.,
заместитель главного инженера по науке, д.т.н., исполнительный аппарат АО «Алмалыкский ГМК»



Усманкулов О.Н.,
начальник лаборатории металлургии меди, Технологический центр разработки и внедрения инновационных технологий АО «Алмалыкский ГМК»



Икрамова М.Э.,
старший научный сотрудник, государственное унитарное предприятие «Фан ва тараккиёт» при ТашГУ, к.х.н.



Хасанов У.А.,
старший мастер медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК», докторант

Ushbu maqolada O'zbekistonning platina guruhi metallari zaxirasi, shuningdek oltin elektrolizidan keyingi eritmalardan platina va palladiy metallarini ajratib olish bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Eritmalardan platina ionlarini xar-xil sharoitda va xar-xil reagentlar yordamida to'liq cho'ktirish choralarini ko'rsatib o'tilgan. Olingan platina kukunini qo'shimchalardan tozalash usullari ko'rsatib o'tildi, kukunni o'shimchalardan tozalashda platinaning boshqa metallarda uchramaydigan kimyoviy xossalariidan foydalanildi. Platina kukunini palladiy va boshqa rangli metallardan tozalash uchun 30% li nitrat kislota eritmasidan foydalanildi. Sanoat miqyosida o'tkazilgan tajribalar asosida platina ajratib olishning yangi texnologiyasi ishlab chiqildi.

Tayanch iboralar: elektroliz, kimyoviy tarkibi, elektrolit, platina, tozalangan palladiy, tanlab cho'ktirish, filtrlash, yuvish.

В данной статье приведены сырьевые базы металлов платиновой группы Узбекистана, а также результаты исследований процесса переработки сбросных растворов и разработки технологии получения платины и палладия из растворов после электролиза золота медеплавильного завода (МПЗ) АО «Алмалыкский ГМК». Разработана новая, экономически выгодная технология по извлечению платинового порошка из электролитных растворов подлежащих сбросу. Кроме того были проведены исследования по селективному осаждению ионов платины с целью выбора оптимальных параметров по прокаливанию комплексного сульфатомочевинного соединения платины. Приведены методы очистки металлической порошкообразной платины от примесей. На основе проведенных исследований разработана новая технологическая схема получения платинового порошка.

Ключевые слова: электролиз, химический состав, электролит, платина, аффинированный палладий, селективное осаждение, фильтрация, промывка.

В Узбекистане создана мощная минерально-сырьевая база, являющаяся основой развития экономики страны, которую составляют сегодня более 1800 месторождений и около 1000 перспективных проявлений полезных ископаемых, 118 видов минерального сырья, из которых 65 осваиваются. В настоящее время разрабатывается более 40% разведанных месторождений [1].

Алмалыкский горно-металлургический комбинат перерабатывает руды медно-молибденовых месторождений (Кальмакыр, Сары-Чеку), а также золоторудных объектов (Каулды, Актурпак, Кочбулак, Кайрагач, Кызылалма, Арабулак и др.). Из руд добывают медь, молибден, рений, благородные металлы, селен, теллур и др. Помимо этих компонентов, поступающих в переработку по линии медного производства, присутствует ряд других попутных компонентов с собственными источниками МПГ [2]. Руды месторождения Кальмакыр содержат МПГ в пределах от 0,03 до 0,5 г/т, доминируют легкие платиноиды, из тяжелых присутствует платина. Среди легких платиноидов преобладает Pd. Сульфидные минералы медно-молибденового месторождения служат носителями Pd. Самые высокие содержания Pd (3,5 г/т), Pt (0,7 г/т) и Os¹⁸⁷ (3,2 г/т) установлены в молибденидах [3].

Авторы работ [4, 5] провели исследования по обогащению платиносодержащего концентрата и по извлечению металлов платиновой группы при переработке бедного дунитового сырья.

Анализ зарубежного сырьевого потенциала МПГ свидетельствует об обратном – существуют большие возможности наращивания производства платиноидов в ЮАР и увеличения добычи палладия в

США и Канаде (на 20–40 т ежегодно до 2020 г.). Это в определенной мере означает, что Россию могут потеснить на мировом рынке МПГ, где РФ является ведущим партнером [6].

За последние годы область применения платины расширяется, одна из них это применение в медицине соединений содержащих платину, такие как цисплатин, оксалиплатин и карбоплатин в химиотерапии против определенных типов рака [7] и это является основной причиной увеличения спроса, а также цены на этот металл. В 2014 г. в мире было добыто 161 т платины. Лидерами добычи были: ЮАР – 110,0 т, Россия – 25,0 т, Зимбабве – 11,0 т, Канада – 7,2 т, США – 3,7 т [8].

На сегодняшний день потребность к металлам платиновой группы увеличивается, поэтому целью данной работы является разработка экономически эффективной технологии избирательного извлечения платины и палладия из технологических растворов при производстве золота в условиях АО «Алмалыкский ГМК».

Объект и методика исследований. Для проведения экспериментальных исследований в качестве объектов исследований были выбраны сбросные растворы цеха аффинажа золота и серебра Медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК». Получены результаты экспериментальных анализов на основе методов фотоколориметрии, потенциометрии и ИК-Фурье спектроскопия, приведены результаты атомно-абсорбционного анализа, гранулометрического и рентгенофазового анализа, проведены технологические тестирования по результатам укрупненных лабораторных экспериментов и технологических исследований, полупромышленных и опытно-промышленных испытаний. Лабораторные анализы во время исследования содержа-

Результаты химического анализа

Анализируемый продукт	Среднее содержание металлов, мг/л							
	HNO ₃ г/л	Pt	Au	Pd	Ag	Cu	Fe	Ni
Раствор после осаждения золота	39,3	259	36	189	21	33	13	7

Таблица 1

Результаты фазового анализа

Вещественный состав	PtCl ₂	AuCl ₃	PdCl ₂	CuCl ₂	FeCl ₂	NiCl ₂
Содержание, мг/л	354	55,4	316	70,0	29,5	15,6

Таблица 2

Осаждение металлов в растворах с помощью разных реагентов

№	Наименование осадителя	Содержание металлов до осаждения, мг/л		Степень извлечения металлов в осадок, %	
		Pt	Pd	Pt	Pd
1.	Тиосульфат натрия	68	101	80,9	62,6
2.	Хлорид аммония	45	212	87,35	11,5
3.	Тиомочевина	74	18	79,2	91,3
4.	Тиомочевина и серная кислота	1	251	99,7	7,0

Таблица 3

Химический состав и свойства полученного порошка после прокаливания

№	Масса комплексн. соединения, г	Температура прокаливания, °С	Масса полученного порошка, г	Химический состав полученного порошка, %							
				Pt	Pd	S	N	H	O	C	Прочие
1.	100	750	86,4	93,5	1,2	2,3	-	-	1,0	0,2	1,8
2.	100	850	83,6	96,9	1,3	1,4	-	-	1,1	0,2	0,9
3.	100	950	82,6	98,2	1,33	-	-	-	-	-	0,47
4.	100	1000	82,6	98,1	1,33	-	-	-	-	-	0,57

Таблица 4

ния платины в основном проведены в жидкой фазе. Когда платиновые элементы находятся в растворе или могут быть переведены в раствор, применяется атомно-абсорбционный метод. Этот метод анализа требует более простой спектральной и регистрирующей аппаратуры, чем эмиссионный анализ. Оптимальная область измеряемых концентраций платиновых металлов (в мг/мл): платина 10-100, палладий 15-100, родий 10-200, иридий 100-2000, осмий 20-200. Ошибка атомно-абсорбционного метода определения в оптимальной области измеряемых концентраций составляет 1-0,2%, т.е. ниже, чем в случае эмиссионного анализа [9].

В условиях АО «Алмалыкский ГМК» драгоценные металлы получают из медных шламов. Во время электрорафинирования меди благородные металлы, такие как серебро, золото и металлы платиновой группы, а также селен, и теллур оседают на дно электролизера в виде «анодного шлама», который является отправной точкой для

и малоизученным направлением [12].

Из раствора сначала извлекается платина, так как в растворе содержание платины больше чем содержание палладия. Во время исследования также изучена принципиальная возможность получения электрохимических осадков платины в сверхкритическом (СК) электролите на основе диоксида углерода [13]. Однако этим способом не удалось извлечение платины из раствора с низким содержанием.

В целях селективного осаждения платины были проведены несколько лабораторных опытов. Для проведения исследований в качестве осадителя были выбраны вещества образующие нерастворимые комплексные соединения (тиосульфат натрия Na₂S₂O₃ [14], хлорид аммония NH₄Cl [15], тиомочевина CH₄N₂S [16] и серная кислота H₂SO₄ [14]) с платиной. Сначала провели исследования в исходном растворе с концентрацией мг/л: Pt- 356 Pd- 270 с разными осадителями. Для всех опытов исходные растворы были взяты в одинаковом объеме и добавлены реагенты в эквивалентном количестве. Результаты опытов приведены в табл. 3.

На основе полученных результатов исследований выявлено, что при воздействии тиосульфата натрия на платину и палладий, содержащихся в составе раствора осаждаются оба металла, однако не до конца. Такие же результаты получены при проведении опыта с нагревом.

При воздействии хлорида аммония на платину и палладий содержащихся в составе раствора, осаждаются 11,5% палладия вместе с большей частью платины. В результате проведенного опыта с нагревом, определено уменьшение степени осаждения. Воздействие тиомочевина на платину

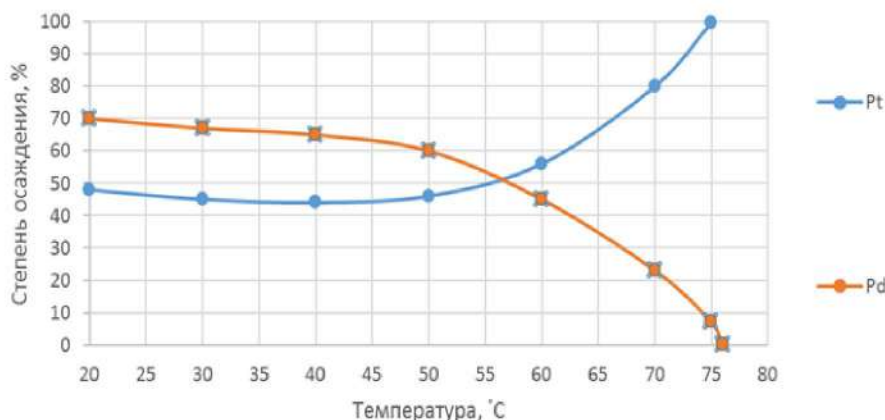
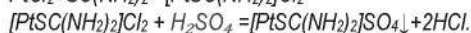
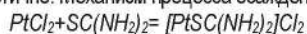


Рис. 1. Зависимость степени осаждения платины и палладия от температуры

и палладий содержащихся в составе раствора: палладий осаждается почти полностью, а также большая часть платины.

Воздействие тиомочевины вместе с серной кислотой на платину и палладий содержащиеся в составе раствора: при добавлении тиомочевины в раствор частично осаждается оба металла, а при добавлении тиомочевины в нагретый раствор образовались растворимые тиомочевинные комплексные соединения этих металлов, но они не осаждались. Получен нужный результат при добавлении немного серной кислоты после добавления тиомочевины в нагретый раствор (рис. 1).

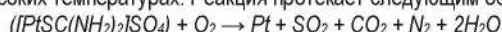
Платину осаждали полностью, а палладий частично. Механизм процесса осаждения идёт по следующим реакциям:



На основе проведенных исследований для селективного осаждения платины были выбраны тиомочевина и серная кислота. Осаждение тиомочевинной и серной кислотой в промышленном масштабе осуществляется следующим образом:

Исходный раствор нагревают до 75°C, добавляют раствор тиомочевины для образования растворимых комплексных соединений платины и палладия. Продолжают нагрев до температуры 80°C и перемешивают в течение 2 ч. Для осаждения платины добавляют раствор 30%-ной серной кислоты. Осаждение производится при постоянном подогреве и перемешивании в течение 1-2 ч. После добавления серной кислоты получают нерастворимый осадок, состоящий из комплексного соединения платины $[PtSC(NH_2)_2]SO_4$, осадок фильтруют на нутч-фильтре. Продолжительность фильтрации 15 мин. Далее осадок промывают дистиллированной водой до pH=5. Полученный фильтрат также направляют на извлечение палладия путем осаждения его соляной кислотой [17].

Также был решен вопрос по извлечению платины из комплексного соединения полученного после фильтрации которое являлось для нас проблемой. Это комплексное соединение содержит кроме платины и следующие компоненты: сера, азот, водород, кислород, углерод. Эти элементы являются неметаллами и предлагается теория их выделения в газообразном состоянии при высоких температурах из соединения. Затем проводились лабораторные опыты по прокаливанию комплексного соединения при высоких температурах. Реакция протекает следующим образом:



Прокаливания проводились в разных температурах и с разными продолжительностями в муфельной печи. Воздействие температуры на степень разложения комплексов платины показано в следующей диаграмме (рис. 2).

В результате проведенных опытов по обжигу были получены платиновые порошки разного цвета и разной массы. Результаты анализов по этим порошкам сведены в табл. 4.

Образовавшееся нерастворимое комплексное соединение платины, перерабатывают: сначала при температуре 150-200 °C сушат (1-1,5 ч), затем в течение 2-3 ч прокалывают при температуре 950°C.

При прокалке осадок платины ($[Pt_4SC(NH_2)_2]SO_4$) разлагается с образованием металлической платины, сернистого и углеродного ангидридов, молекул азота и воды.

Результаты анализов показали, что в составе полученного платинового порошка присутствует и палладий. В целях очистки порошка от палладия полученный платиновый порошок обрабатывают 20 % ным раствором азотной кислоты при температуре 60°C. Осадок промывают бидистиллированной водой и сушат, при этом получают порошок платины со степенью чистоты 99,0%.

По проведенным исследованиям предложена технологическая схема получения аффинированного платинового порошка из отработанных электролитов аффинажа золота, которая приведена на рис. 3.

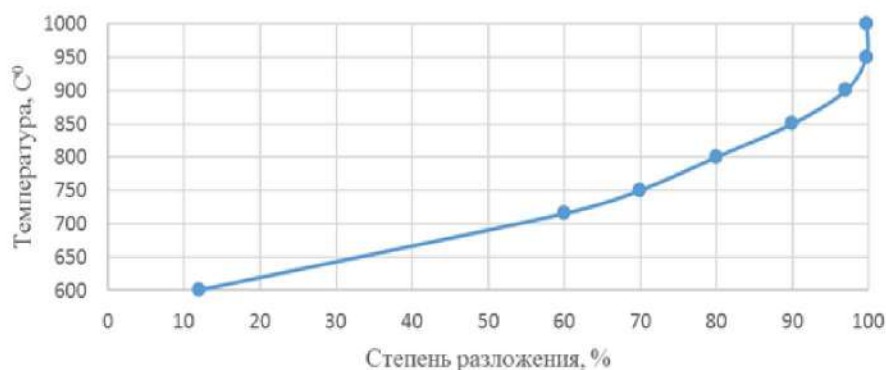


Рис. 2. Зависимость степени разложения комплексов платины от температуры

По предлагаемой технологической схеме проведены исследования, объем исходного раствора в количестве 40 л, содержанием, мг/л: Pt 367; Pd 145,0; Au 23. Данный раствор в титановой посуде нагрели с помощью электроплитки до 80°C. В нагретый раствор при непрерывном перемешивании и поддержании температуры 80°C в течение 10 мин добавили 600 мл раствора тиомочевины (концентрация тиомочевины 150 г/л). Затем в раствор добавили 300 мл раствора 30%-ной серной кислоты для осаждения платины. Раствор охладили и оставили на отстаивание на 10 ч. Полученную жидкую пульпу отфильтровали, осадок на нутч-фильтре промыли водой. Время фильтрации составило 15 мин. После фильтрации и отмытки получили 39,6 л маточного раствора с содержанием в нем металлов, мг/л: Pt 8; Pd 126,0; Au 21 и 18,8 г влажного осадка платины (влажность 2%).

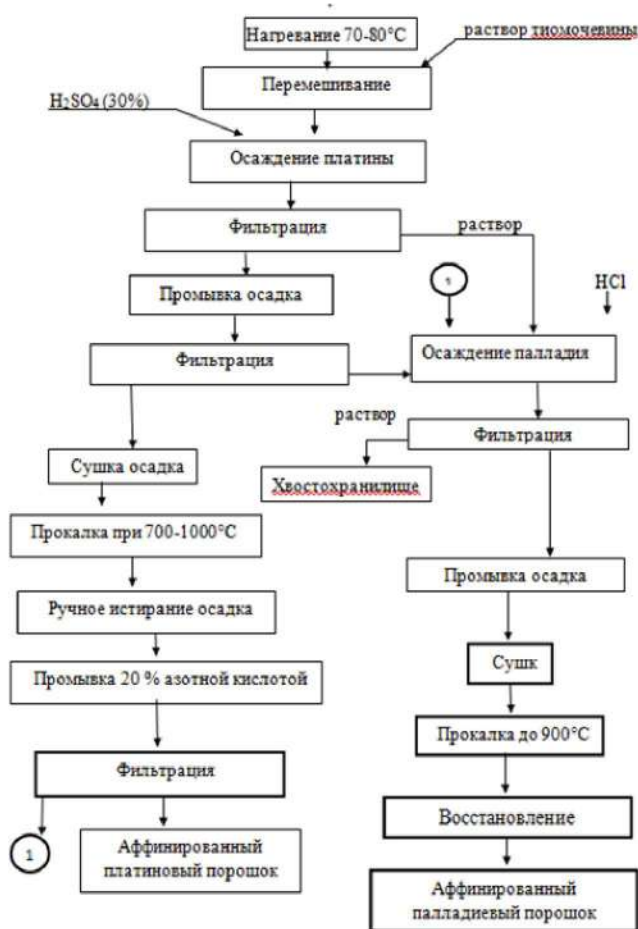


Рис. 3. Технологическая схема получения аффинированного платинового порошка из отработанных электролитов аффинажа золота

После прокаливания комплексной соли платины получили 13,8 г платинового порошка. Порошок обработали 20%-ной азотной кислотой в стеклянной колбе при температуре 60°C в течение 1,5 ч.

Затем промыли бидистиллированной водой и просушили. В итоге получили 12,6 г платинового порошка с содержанием 99,0% Pt. Извлечение платины из раствора в порошок составило 85,8%.

Предлагаемая технология позволяет решить следующие задачи:

Упрощение технологии извлечения платинового порошка. Данная технология состоит из 11 операций с продолжительностью циклов 18-20 ч.

Применение данной технологии позволяет повысить сквозное извлечение платины более чем 85% из отработанных растворов с низким содержанием платины.

Получение платины в виде порошка с массовой долей платины не менее 99,0%.

Закключение. Таким образом, по полученным результатам проведенных исследований показано, что рекомендуемая технология позволяет получить платиновый порошок высокой чистоты и со значительно меньшими энергетическими затратами. Данная технология имеет ряд преимуществ, как высокая производительность, экономия реагентов. Благодаря тому, что образующиеся при этом кислые фильтраты нейтрализуются раствором щелочи, способ является оптимальным с экономической и с экологической точки зрения.

Библиографический список

1. Турсебеков А.Х., Конеев Р.И., Санакулов К.С., Дабига С.И., Ионатиков Е.Н. Распределение элементов платиновой группы в рудах и продуктах их переработки золотосодержащих месторождений Кураминской металлогенической зоны (Узбекистан) // *Мат-лы науч. конф. «Магматические, метасоматические формации и связанное с ними оруженение»*. – Т.: НУУз, 2005. – С. 349-351.
2. Игамбердиев Э.Э. Платиноносность магматогенных и эпимагматогенных месторождений Восточного Узбекистана. ГП «НИИМР», Ташкент 2015. – 22 с.
3. Турсебеков А.Х. Медно-рудные формации Узбекистана // *Металлогения золота и меди Узбекистана*. – Т.: ИГиГ АН РУз, 2012. – С. 101-195.
4. Мельничук М.С. Попутное извлечение металлов платиновой группы и хрома при переработке бедного дунитового сырья / М.С. Мельничук, С.Б. Фокина, А.Я. Бодузн, Г.В. Петров // *Обогащение руд*. 2018. № 1 (373). – С. 50-55.
5. Петров Г.В. Химическое обогащение платиносодержащего концентрата / Г.В. Петров, М.С. Мельничук // *Интенсификация гидрометаллургических процессов переработки природного и техногенного сырья. Технологии и оборудование: Материалы Международной научно-практической конференции*. – СПб.: - 2018. – С.111-113.
6. Петров Г.В., Шнейерсон Я.М., Андреев Ю.В. Извлечение платиновых металлов при переработке хромитовых руд. // *Металлургия и обогащение*. DOI: 10.25515/PM1.2018.3.281.
7. Wheate N.J., Walker S., Craig G.E., Oun R. (2010). "The status of platinum anticancer drugs in the clinic and in clinical trials". (35): 8113–27. doi:10.1039/C0DT00292E. hdl:2123/14271. PMID 20593091.
8. *Mineral commodity summaries 2015: U.S. Geological Survey (англ.)*. - U.S. Geological Survey, 2015. - P. 196. doi:10.3133/70140094.
9. Шарипов Х.Т., Борбат В.Ф., Даминава Ш.Ш., Кадирова З.Ч. Химия и технология платиновых металлов. Ташкент "Университет" 2018. – 311 с.
10. Kelly, Thomas D. and Matos, Grecia R. (2013) *Historical Statistics for Mineral and Material Commodities in the United States Archived* 4 June, 2013, at the Wayback Machine, U.S. Geological Survey.
11. Матулис В.Э., Рагойжа Е.Г., Серебрянская Т.В., Григорьев Ю.В., Ивашкевич О.А. Исследование строения и свойств комплексов хлорида платины (II) с (2-алкилтетразол-5-ил) уксусной кислотой методами квантовой химии и ЯМР-спектроскопии. DOI: <https://doi.org/10.33581/2520-257X-2019-2-3-11>.
12. Bartlett P.N., Cook D.A., George M.W., et al. Electrodeposition from Supercritical Fluids // *Phys. Chem. Chem. Phys.* 2014. V. 16. P. 9202–9219. DOI: 10.1039/c3cp54955k.
13. Урсов Э.Д., Кондратенко М.С., Галлямов М.О. Электроосаждение платины в сверхкритическом электролите на основе диоксида углерода. // *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН. Выпуск: Том 489, № 6 (2019)*. – С. 606-610. Раздел: *Физическая химия* DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524896606-610>
14. Золотов Ю.А., Варшал Г.М., Иванов В.М. "Аналитическая химия металлов платиновой группы: Сборник обзорных статей" М.: Книга, 2005. – 592 с. ISBN 5-484-00161-7.
15. Kauffman, George B., Thurner, Joseph J., Zalko, David A. (1967). Ammonium Hexachloroplatinate (IV). // *Inorganic Syntheses*. 9. pp. 182–185. doi:10.1002/9780470132401.
16. Баркан В.Ш. Извлечение платиновых металлов из кислых сульфатных растворов с помощью тиомочевины в автоклаве. // *Цветные металлы*, 1977, №1. – С. 21-22.
17. Палладий // *Химическая энциклопедия*, в 5 т. / Гл. ред. И.Л. Кнунянц. — М.: Большая Российская энциклопедия, 1992. — Т. 3. Меди—Полимерные. – С. 440-441, 639.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2021, №3 (86) pp. 73-77

METHOD FOR REMOVING PLATINUM FROM SOLUTIONS AFFINAGE GOLD

¹Khasanov A.S., Deputy Chief Engineer of JSC "Almalyk MMC", Doctor of Technical Sciences, Professor.

¹Usmankulov O., Head of the Copper Metallurgy Laboratory, Technological Center for Development and Implementation of Innovative Technologies, JSC "Almalyk MMC".

²Ikramova M.E., Senior Researcher, State Unitary Enterprise "Fan va Tarakkiyot" at the Tashkent State Technical University named after I. Kariyeva, Ph.D.

¹Khasanov U.A., senior foreman of the copper-smelting plant of JSC "Almalyk MMC", doctoral student.

¹JSC "Almalyk MMC", Almalyk, Uzbekistan.

²State Unitary Enterprise "Fan va Tarakkiyot", Tashkent, Uzbekistan.

This article presents the raw material base of metals of the platinum group of Uzbekistan, as well as the results of studies of the process of processing waste solutions and the development of technology for obtaining platinum and palladium from solutions after electrolysis of gold at the copper smelter (CS) of Almalyk MMC. A new, cost-effective technology for the extraction of platinum powder from electrolyte solutions to be discharged has been developed. In addition, studies were carried out on the selective deposition of platinum ions in order to select the optimal parameters for the calcination of the complex sulfathiourea platinum compound. Methods of purification of metallic powdered platinum from impurities are presented. On the basis of the studies carried out, a new technological scheme for the production of platinum powder has been developed.

Key words: electrolysis, chemical composition, electrolyte, platinum, refined palladium, selective precipitation, filtration, washing.

References:

1. Turesebekov A.Kh., Koneev R.I., Sanakulov K.S., Dabizha S.I., Ignatkov E.N. Distribution of platinum group elements in ores and products of their processing of gold-bearing deposits of the Kuramin metallogenic zone (Uzbekistan) // *Materials of scientific conference. "Igneous, metasomatic formations and associated mineralization"*. – T.: NUUZ, 2005, 349-351 pp.
2. Igamberdiev E.E. Platinum content of magmatogenic and epimagmatogenic deposits of Eastern Uzbekistan. SE "NIIMR", Tashkent 2015, - 22 p.
3. Turesebekov A.Kh. Copper-ore formations of Uzbekistan // *Metallogeny of gold and copper of Uzbekistan*. - T.: IGI AN RUZ, 2012. -- S. 101-195.
4. Melnichuk M.S. Associated extraction of platinum group metals and chromium during processing of poor dunite raw materials / M.S. Melnichuk, S.B. Fokina, A. Ya. Baudouin, G.V. Petrov // *Processing of ores*. – 2018. – No. 1 (373). 50-55 pp.
5. Petrov G.V. Chemical enrichment of platinum-containing concentrate / G.V. Petrov, M.S. Melnichuk // *Intensification of hydrometallurgical processes of natural and technogenic raw materials processing. Technologies and equipment: Materials of the International Scientific and Practical Conference*. - SPb.: 2018, 111-113 pp.
6. Petrov G.V., Shneerson Ya.M., Andreev Yu.V. Extraction of platinum metals in the processing of chromite ores. // *Metallurgy and beneficiation*. DOI: 10.25515/PM1.2018.3.281.
7. Wheate N. J., Walker S., Craig G. E., Oun R. (2010). "The status of platinum anticancer drugs in the clinic and in clinical trials". (35): 8113-27. doi: 10.1039/C0DT00292E. hdl: 2123/14271. PMID 20593091.
8. *Mineral commodity summaries 2015: U.S. Geological Survey (eng.)*. - U.S. Geological Survey, 2015. - P. 196. doi: 10.3133/70140094.
9. Sharipov Kh.T., Borbat V.F., Daminova Sh.Sh., Kadirova Z.Ch. Chemistry and technology of platinum metals. Tashkent "University" 2018. – 311 p.
10. Kelly, Thomas D. and Matos, Grecia R. (2013) *Historical Statistics for Mineral and Material Commodities in the United States Archived*. 4 June, 2013, at the Wayback Machine, U.S. Geological Survey.
11. Matulis V.E., Ragozha E.G., Serebryanskaya T.V., Grigoriev Yu.V., Ivashkevich O.A. Investigation of the structure and properties of complexes of platinum (II) chloride with (2-alkyltetrazol-5-yl) acetic acid by the methods of quantum chemistry and NMR spectroscopy. DOI: <https://doi.org/10.33581/2520-257X-2019-2-3-11>.
12. Bartlett P. N., Cook D. A., George M. W., et al. Electrodeposition from Supercritical Fluids // *Phys. Chem. Chem. Phys.* 2014. V. 16. P. 9202–9219. Doi: 10.1039/c3cp54955k.
13. Ursov E.D., Kondratenko M.S., Gallyamov M.O. Electrodeposition of platinum in a supercritical electrolyte based on carbon dioxide. // *Moscow State University. M.V. Lomonosov. Institute of Organoelement Compounds A.N. Nesmeyanov RAS*. Issue: Vol 489, No 6 (2019) Pages: 606-610 Section: Physical Chemistry DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524896606-610>.
14. Zolotov Yu.A., Varshal G.M., Ivanov V.M. "Analytical chemistry of platinum group metals: Collection of review articles" M.: Kniga, 2005. - 592 p. ISBN 5-484-00161-7.
15. Kauffman, George B., Thurner, Joseph J., Zatko, David A. (1967). Ammonium Hexachloroplatinate (IV). // *Inorganic Syntheses*. 9. pp. 182-185. doi: 10.1002/9780470132401.
16. Barkan V.Sh. Extraction of platinum metals from acidic sulfate solutions using thiourea in an autoclave. // *Non-ferrous metals*, 1977, No. 1, 21-22 pp.
17. *Palladium // Chemical encyclopedia: in 5 volumes / Ch. ed. I.L. Knunyants*. - M.: Great Russian Encyclopedia, 1992. - T. 3: Copper-Polymer. 440-441 pp., – 639 p.

MIS TARKIBLI ERITMALARDAN MIS KUKUNINI AJRATIB OLISH



Boltayev O.N.,
TDTU Olmaliq filiali
«Metallurgiya» kafedrasida katta
o'qituvchisi



Shamatov S.A.,
TKTI "Silikat materiallar,
nodir va kamyob metallar
texnologiyasi" kafedrasida assistenti



Raxmonov I.O.,
TDTU Olmaliq filiali
«Metallurgiya» kafedrasida
assistenti



Yaxyayev U.A.,
TKTI, "Silikat materiallar, nodir va
kamyob metallar texnologiyasi"
kafedrasida assistenti

Ushbu maqolada mis kukuni ishlab chiqarishning turli xil (elektrokimyoviy, kimyoviy tiklash, termik qaytarish) usullari tahlil qilindi. Mis kukunini temir bo'lgi yordamida kimyoviy tiklash (sementatsiya) bo'yicha tadqiqotlar olib borildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra eritmadagi misni kukun holatida tiklashning optimal harorati 90°C, misning cho'kish darajasi 99,15% va kukun tarkibidagi misning miqdori 98,3% ni tashkil qildi.

Tayanch iboralar: nanozarracha, elektrokimyoviy, kimyoviy tiklash, termik qaytarish, mis kuporos, temir kuporos, atseton, texnologik eritma, akrilamid, metilen bis-akrilamid.

В данной статье анализируются различные методы (электрохимический, химическое восстановление, термическое восстановление) производства медных порошков. Были проведены исследования по химическому восстановлению медного порошка с помощью железного лома (цементация). Согласно результатам исследования, оптимальная температура восстановления медного порошка в растворе составила 90°C, степень осаждения меди составила 99,15% и количество меди в порошке 98,3%.

Ключевые слова: наночастицы, электрохимия, химическое восстановление, термическое восстановление, медный купорос, железный купорос, ацетон, технологический раствор, акрилamid, метилен-бис-акрилamid.

Bugungi kunda texnika-texnologiya rivojlanayotgan davrda elektron qurilmalar va metallardan har xil qotishmalar olishda mis kukuniga bo'lgan talab ortmoqda. Elektronkada nanozarrali mis kukunlari elektr o'tkazuvchanligi yaxshi bo'lgan oltin, kumush kabi qimmatbaho metallar o'rnini bosishini tajribalar isbotladi. Bu esa kelajakda ushbu mahsulotning hajmiga bo'lgan talabni yanada oshishini ko'rsatadi [1, 2].

"Olmaliq KMK" AJ da mis ishlab chiqarish hajmi so'nggi yillarda 1,5-2 barobarga oshdi [4]. Ishlab chiqarilgan misni faqat katod ko'rinishida sotish emas, balki 10-20 barobar qimmat bo'lgan nanozarracha ko'rinishida olish iqtisodiy samaradorlikni yanada oshiradi [3, 6]. Mis nanozarrachalarini turli xildagi yuqori sifatli qotishmalar ishlab chiqarishda qo'llash mumkin. Hozirda texnikada metall qotishmalariga qo'yiladigan talablar quyidagicha: qattqlik, mustahkamlik, yengillik va qotishma tarkibida komponentlar (metallar)ning bir jinsliliigi kabilardir. Mis zarrachalarining o'lchami va tozaligi qotishmalarining sifatini belgilaydi [5].

Ishlab chiqarilgan mis kukunining 50% i avtomobil detallari tayyorlashda, 30% i podshipniklar ishlab chiqarishda ishlatiladi [6]. Mis kukunlari yuqori sifatli mikrostrukturali kompozitsion materiallar asosini tashkil etadi, masalan, uglerodli nanotrubkalar [7]. Misli nanomateriallarni o'z ichiga olgan kompozitsion materiallar: lity karnidli, volfram, titan, xrom, va grafit karnidlarining mexanik xususiyatlarini yaxshilaydi [9-11]. Elektr kontaktlari, radiatorlar va harbiy texnika materiallarida W-Cu kompozitsion materiallarining afzalliklari cheksizdir. Mis kukunlari organik qo'shimchalarga ega bo'lgan kompozitsion materiallarda ham ishlatiladi [10]. Mis va uning qotishmalari (jez, bronza) eng keng tarqalgan metall qotishmalardan hisoblanadi va zamonaviy avtokimyoning asosiy preparatlaridan sanaladi [12].

Nanoo'lchamli mis kukunlarini gelsimon usulda olishda mis nitrat, akrilamid, N,N- metilen bis-akrilamid (C₇H₁₀N₂O₂) boshlang'ich modda sifatida ishlatiladi [7,8,9], moylash materiallarida kukunning yaxshi taqsimlashni materialning yemirilishga chidamliligini oshirishini ko'rsatdi. Mis kukunlarini qo'llashning yana bir sohasi katodli korroziyadan himoya qilish stansiyalari uchun elektrodlar ishlab chiqarishdir. [6]

Mis kukunining ПМС-1 va ПМС-а markali zarralari eng yuqori disperslikka ega, nominal diametri 10 mkm dan ko'p bo'lmagan mis

kukunidagi zarrachalar foizi esa 25% dan 60% gacha bo'lishi kerak. ПМС -kukun uchun zarrachalarning o'ziga xos sirt maydoni 1000 sm²/g -1700 sm²/g ni tashkil qiladi [11, 12]. ПМС markadagi mis kukunni metallurgiyada, aviatsiya, avtomobilsozlik, elektr, ko'mir sanoatida va boshqalarda ishlatiladi.

Metall kukuni olish usulini tanlashda oxirgi mahsulotga qo'yiladigan talablarni, mahsulot tannarxiga ta'sir qiluvchi jarayonlarning (ishchi kuchi sarfining miqdori, energiya sarfi, xomashyoning narxi va boshqalar) iqtisodiy bahosini tahlil qilish asos qilib olinadi.

Kukunlar zarrachalarining o'lchamlariga qarab 1-jadvalda keltirilgan shartli guruhlarga bo'linadi [8].

Mis kukunlarini ishlab chiqarishning elektrokimyoviy usuli. Bu usulda mis kukunlari katta masshtabda olinadi. Mis kukunini elektroliz usulida olishda bunkersimon vannalardan foydalaniladi. Vannaga anodlar va katodlar joylashtiriladi. Anod M-0 markali mis metalidan quyilgan, katod esa titani sterjen bo'ladi. Elektrolit harorati 95°C da ushlab turiladi. Anod qoldig'i yuvilib qayta quyishga jo'natiladi. Keyingi bosqich **passivlashtirish** (kukunning oksidlanishini oldini olish) organik moddalar yordamida amalga oshiriladi [11]. Mazkur usulda mis nanozarralarini ishlab chiqarish murakkab texnologiya talab qiladi. Elektr energiya sarfi yuqori hamda elektrolitdan misni to'liq ajratib olish imkoni mavjud emas.

Tajriba dastlab texnologik eritmada olib borildi. Fe bo'lgi bilan 60 daqiq davomida aralashtrigich yordamida aralashtrildi. So'ngra eritmalar xona haroratiga qadar soviltildi. Eritmalar tindirilib, dekantatsiya qilindi. Texnologik eritma tarkibidagi qo'shimcha metallar miqdori yuqori bo'lganligi sababli misdan boshqa metallarning ham cho'kishi kuzatildi. Bu esa cho'kmaga qo'shimcha ishlov berishni talab etdi. Cho'kmaga qo'shimcha ishlov berishda xlorid kislotasining 5% li eritmasidan foydalanildi. Kislota mis zarralarining aktivlanishiga sabab bo'ldi va mis kukunlarining havo kislorodi ta'sirida oksidlanishi kuzatildi. Tajriba natijasida olingan mis kukunining kimyoviy tahlili 1-rasmda ko'rsatilgan.

Navbatdagi tajribada mis kuporosidan (CuSO₄*5H₂O) foydalanib, xona haroratida (20-25°C) misning konsentratsiyasi 75 g/l bo'lgan eritmalar tayyorlandi. Eritmalardan misni kukun holatida cho'ktrish 30-100°C harorat oralig'ida olib borildi. Fe bo'lgi bilan 30, 60, 90 daqiq

1-jadval

Mis kukuni zarrachalarining o'lchamlari

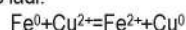
№	Nomlanishi	nm	mkm	mm
1.	Nano	< 10	< 0,01	< 0,00001
2.	Ultra	10 – 100	0,01–0,1	0,00001 – 0,0001
3.	Yuqori dispersli	100 – 10000	0,1–10	0,0001 – 0,01
4.	Mayda	10000 – 40000	10–40	0,01 – 0,04
5.	O'rtacha	40000 – 250000	40–250	0,04 – 0,25
6.	Yirik	250000 – 1000000	250–1000	0,25 – 1

2-jadval

Mis kukuni zarrachalarining o'lchamlari

Tahlil qilingan mahsulot	kimyoviy tarkib, mg/l							
	N ₂ SO ₄	Cu	Zn	Fe	Ni	Co	Sb	As
Texologik eritma	8250	66380	687	512	23394	2,24	860	286

davomida aralashtirgich yordamida aralashtirildi. Jarayonda quyidagicha o'rin olish reaksiyasi sodir bo'ladi:



So'ngra eritmalar xona haroratiga qadar sovitildi. Eritmalar tindirilib, dekantatsiya qilindi. Olingan cho'kmalar havosiz sharoitda filtrlandi. Hosil bo'lgan misli cho'kma atseton (CH₃OCH₃) bilan aralashtirilib, yuvildi. So'ngra filtrlanib, disstillangan suv bilan 3 marotabadan yuvildi. Olingan qoldiq quritilib, chinni hovonchada yaxshilab maydalandi. Olingan natijalar tahlil qilinganida mis metalini ajralish darajasi harorat va vaqtga bog'liq holatda 55,56 %-99,64 % ni tashkil etdi. Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, optimal harorat 90°C va vaqt 90 daqiqani tashkil etdi hamda misning ajralish darajasi 99,15 % (100°C da 99, 64 %)ni tashkil qildi. Ya'ni 90°C

dan yuqori haroratda suvning bug' fazaga o'tish holati ko'payadi, bu esa o'z navbatida temir sulfat kristallarini mis kukuni tarkibiga qo'shib, mahsulot sifati pasayishiga olib keladi. Jarayonda hosil bo'lgan chiqindilar temir sulfat (FeSO₄) eritmasi (temir kuporos olishga) va atseton eritmasi (CH₃OCH₃) jarayonga qaytariladi. Mis kuporosidan (CuSO₄*5H₂O) foydalanib tayyorlangan eritmani qayta ishlashning tajriba natijalari 2-rasm va 3-jadvalda keltirilgan.

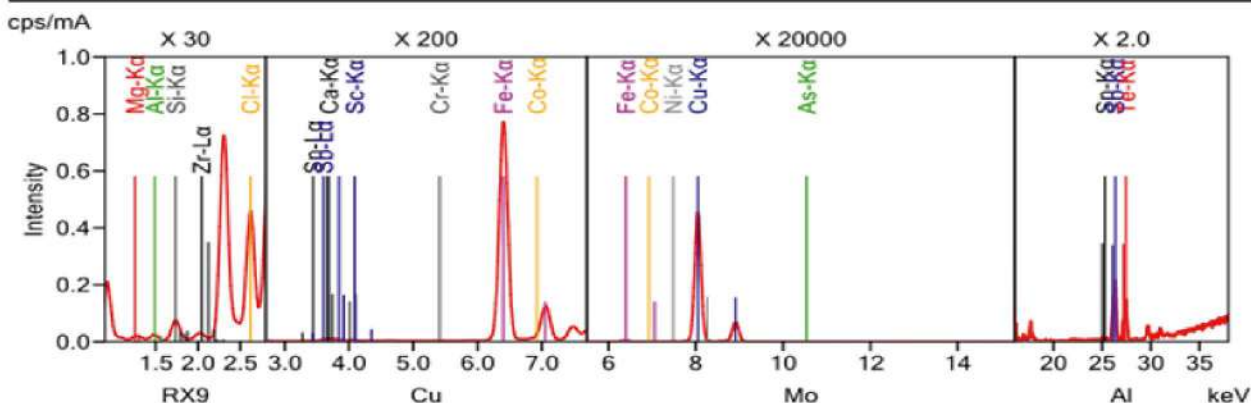
Olingan tahlillar quyidagi xulosalarni beradi:

- kimyoviy qaytarish usulida reanegtlar narxining qimmatligi kukun holidagi mahsulot tannarxining oshib ketishiga sabab bo'ladi. Bu usulda mis kukunlarini ishlab chiqarish quvvati kam, lekin juda mayda nanozarralar olish imkonini beradi;

Analyzed result(FP method, Scatter)

No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ
1	Cl	0.0532	mass%	0.0003	0.0001	0.0004
2	Mg	0.207	mass%	0.0078	0.0097	0.0291
3	Al	0.0787	mass%	0.0023	0.0019	0.0056
4	Si	0.0830	mass%	0.0014	0.0015	0.0045
5	Ca	0.0853	mass%	0.0021	0.0035	0.0106
6	Sc	0.0182	mass%	0.0009	0.0019	0.0057
7	Cr	0.0027	mass%	0.0002	0.0003	0.0010
8	Fe	0.513	mass%	0.0044	0.0058	0.0175
9	Co	(0.0066)	mass%	0.0012	0.0034	0.0101
10	Ni	0.105	mass%	0.0024	0.0046	0.0137
11	Cu	76.3	mass%	0.151		
12	As	0.118	mass%	0.0023	0.0005	0.0015
13	Zr	0.214	mass%	0.0034	0.0017	0.0052
14	Sn	0.0047	mass%	0.0005	0.0010	0.0031
15	Sb	0.101	mass%	0.0018	0.0004	0.0013
16	Te	0.0616	mass%	0.0014	0.0008	0.0025

Spectrum

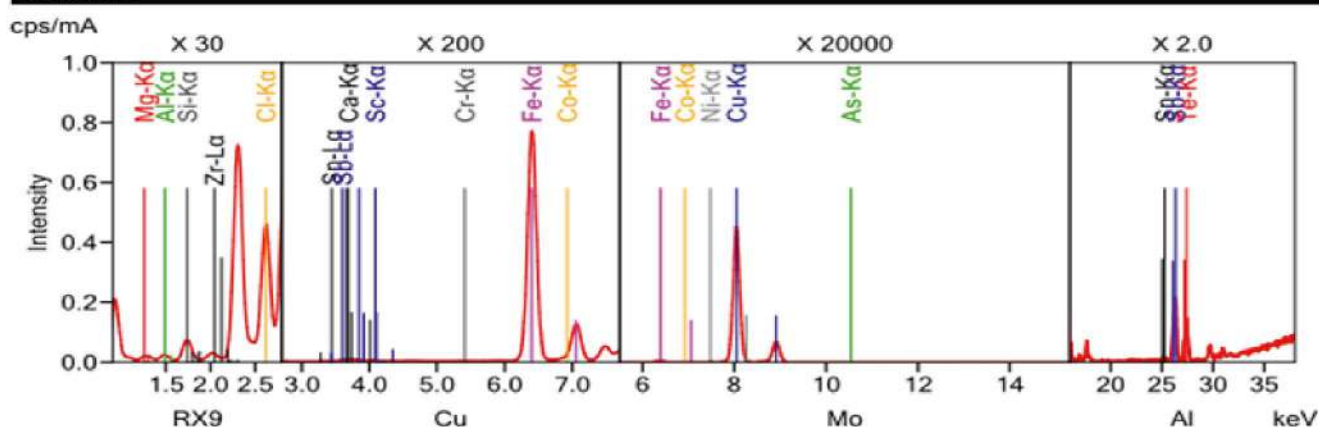


1-rasm. Texnologik eritmadan olingan mis kukunining kimyoviy tarkibi

Analyzed result(FP method, Scatter)

No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ
1	Cl	0.0532	mass%	0.0003	0.0001	0.0004
2	Mg	0.207	mass%	0.0078	0.0097	0.0291
3	Al	0.0787	mass%	0.0023	0.0019	0.0056
4	Si	0.0830	mass%	0.0014	0.0015	0.0045
5	Ca	0.0853	mass%	0.0021	0.0035	0.0106
6	Sc	0.0182	mass%	0.0009	0.0019	0.0057
7	Cr	0.0027	mass%	0.0002	0.0003	0.0010
8	Fe	0.513	mass%	0.0044	0.0058	0.0175
9	Co	(0.0066)	mass%	0.0012	0.0034	0.0101
10	Ni	0.105	mass%	0.0024	0.0046	0.0137
11	Cu	76.3	mass%	0.151		
12	As	0.118	mass%	0.0023	0.0005	0.0015
13	Zr	0.214	mass%	0.0034	0.0017	0.0052
14	Sn	0.0047	mass%	0.0005	0.0010	0.0031
15	Sb	0.101	mass%	0.0018	0.0004	0.0013
16	Te	0.0616	mass%	0.0014	0.0008	0.0025

Spectrum



2-rasm. Mis kuporosidan ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) foydalanib tayyorlangan eritmani qayta ishlashdan olingan mis kukunining kimyoviy tarkibi

3-jadval

Misni eritmadan cho'kish darajasining vaqt va haroratga bog'liqligi, (%)

Harorat, °C	min	Davomiylik, min		
		30	60	90
30		55,56	59,87	63,43
40		57,60	62,29	70,80
50		61,84	68,30	79,23
60		66,43	78,78	88,68
70		76,70	84,65	94,12
80		83,91	87,75	96,37
	90	86,86	95,90	99,15
	100	91,28	97,68	99,64

- termik usulda energiya ko'p miqdorda sarf bo'ladi. Olingan mis kukuni tarkibiga keraksiz qattiq qoldiq (uglerod)larning aralashib qolishini kuzatish mumkin;

- gazli muhitda qaytarishda esa gazlarni saqlashda, qo'llashda alohida sharoit talab qilinishini ko'rishimiz mumkin;

- kimyoviy cho'kirtirish usuli bilan olib borilgan tajribalarda 98,3 %

tozalikda mis kukunlari olindi. Kimyoviy usulda mis metalini kukun holida olish texnologiyasi iqtisodiy samarador, texnogen chiqindilarsiz, qo'llanishda murakkablikni talab qilmaydi. Yuqoridagi tajribada qo'llanilgan reaktivlar toza, ishlash jarayonidagi hisoblar aniqlikda olib borilgan. Olingan mahsulot ishonchli metod va zamonaviy qurilmada (rentgenofluoresent) tekshirildi.

Bibliografik ro'yxat:

1. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. Процессы порошковой металлургии: учеб. для вузов: МИСИС, 2002. - 320 с.
2. www.infomine.ru-цифровойисследовательскаягруппа.
3. Купарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия: учеб. для вузов: Металлургия, 1991. — 432 с.
4. Xoliqulov D.B., Boltayev O.N., Xaydaraliev X.R. Mis ishlab chiqarish texnologik eritmalaridan metallarni cho'kirtiruvchi reagentlar yordamida ajratish // International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences. 2020. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mis-ishlab-chiqarish-texnologik-eritmalaridan-metallarni-cho-kirtiruvchi-reagentlar-yordamida-ajratish>.

5. Либенсон, Г. А. Производство порошковых изделий: учеб. для вузов; *Металлургия*, 1990. – 240 с.
6. Ge Z, GaoZ. Applications of Nanotechnology and Nanomaterials in Construction // *First International Conference on Construction in Developing Countries*. 2008. P. 235-240.
7. Фомина О.Н. Порошковая металлургия. Энциклопедия международных стандартов. – М.: Протектор, 2015. – 384 с.
8. Осокин Е.Н., Арттемьева О.А. Процессы порошковой металлургии. Курс лекций. Красноярск-2008 – 421 с.
9. Шаматов С.А., Рахманов И.У. Получение сульфата натрия и железоксидного пигмента на основе железного купороса // *ORIENSS*. 2021. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-sulfata-natriya-i-zhelezooksidnogo-pigmenta-na-osnove-zhelezno-go-kuporosa>.
10. Дмитриенко В.П. Электрохимический способ получения медного порошка // *Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Электрохимические методы в технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов» для студентов специальности 240501 «Химическая технология материалов современной энергетики» Томск 2013. - 19 с.*
11. Свечкин Б.Б., Матренин С.В. Процессы порошковой металлургии // *Метод. указ. по выполн. лаб. работ по курсу "Порошковые композиционные материалы и изделия" для студентов направления* Томск, 2016. – 32 с.
12. Митина Б.С. Порошковая металлургия и напыленные покрытия. *Металлургия*, 1987. - 792 с.
13. Миргород Ю.А., Быхин А.С. Способ получения дисперсии наноразмерных порошков металлов // *Патент RU 2410204*. <https://findpatent.ru/patent/241/2410204.html>

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: infony@ngmk.uz



FACTORS AFFECTING THE BUCKET LIFTING MECHANISM IN THE EXCAVATOR WORKING BODY



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



Насритдинов Ш.Н.,
главный механик,
Карьер Даугызтау



Насритдинов Ш.Н.,
главный механик,
Карьер Даугызтау



Ешбоева З.Н.,
ст. преп. кафедры
«Горная электромеханика»
НГГИ

Ushbu maqola EKG ekskavatorlarining deformatsiya-stress holatini tahlil qiladi, loyihalash bosqichida xavfsizlik darajasi yuqori bo'lgan zaif joylarni yoki ishlaydigan uskunalarni aniqlaydi. Arqonlarni hisoblash uchun maxsus dasturiy ta'minot modullari ishlatilgan. Effektlar arqonlar va jihozlarning statik hisob-kitoblaridan aniqlandi. Bugungi kunda tog'-kon sanoati barcha burchaklarda tog'-kon ishlarining rivojlanishi bilan ajralib turadi.

Tayanch iboralar: ekskavator, metall korpus, po'lat paqir arqon, bosh blok, paqir, kamon, quvvatni qo'llab-quvvatlash.

В данной статье анализируется деформационно-напряженное состояние экскаваторов ЭКГ, выявляются слабые места или рабочее оборудование с высоким запасом прочности на этапе проектирования. Для расчета веревок использовались специализированные программные модули. Эффекты были определены в результате статических расчетов канатов и оборудования.

Сегодня горнодобывающая промышленность характеризуется развитием горнодобывающих операций во всех уголках. Ключевые слова: экскаватор, металлический кожух, стальной канат ковша, головной блок, ковш, носовая часть, силовая опора.

The advantage of open pit mining is confirmed in the mining of ferrous and non-ferrous metals, chemical products and construction materials. The special role of excavators in the extraction of minerals can be noted, where the efficient, safe, reliable operation of excavators leads to increased productivity and reduced cost of minerals. The reliable operation of excavators is characterized by the strength, lightness, low cost of equipment, and it is possible to determine through testing how long the units will work, conditions, levels of durability.

The main purpose of all tests is the timely detection of defects in the machine and the design (calculated) and operational (actual) dimensions of the mining machine - specific stress, productivity, operating speeds, energy, oil, fuel and its repair materials, durability, reliability, management improvement, elaboration of qualitative and quantitative relationships between convenience, safety and size [1, 2, 3].

It is desirable that these connections be determined not only on the scale of measurements that are characteristic of the machine under study, but also on a much wider range as possible, these test data will serve to improve the performance of excavators.

Fig. 1 shows the working body of the excavator.

The steel rope block, which lifts the bucket through the main block (12) of the working body of the excavator, causes a number of adverse effects due to the vibration of the excavator bucket under the influence of certain forces. These factors include the rupture of the steel rope, the erosion of the main block axis, the loss of bucket balance, the formation of tension in the drive of the lifting gear, and so on. The impact of these factors can eventually lead to loss of time, reduced productivity, and rapid downtime of nodes, as well as economic damage.

Materials and methods.

We determine the forces acting on the steel rope that lifts and lowers the excavator bucket. We will also consider the causes, consequences and prevention of steel rope leakage from the main block on the basis of the data provided in the example of the excavator EKG-10 of the Daugiztau open pit.

$K_q = 0,7 \text{ MPa}$ – relative excavation resistance;
 $K_m = 1,5$ – coefficient of rock fragmentation;
 $\gamma = 2,2 \text{ t/m}^3$ – rock density;

Based on the weight characteristic of the bucket, $M_{ch} = 15,65 \text{ t}$ is formed, with the nodes having 15% additional weight:

$$M_{ch} = 15,65 + (0,15 \cdot 15,65) = 17,99 \text{ t} \quad (1)$$

Bucket size:

width $B = 2820 \text{ mm}$;
length $L = 2364 \text{ mm}$;
height $h = 3720 \text{ mm}$;
bow weight $G_r = 10,415 \text{ t}$;
bow length $L_r = 11510 \text{ mm}$;
bow diameter $D_r = 700 \text{ mm}$.

We know that the cycles in the excavation process of an excavator are the excavation, the turning to unload the rock, and the return of the empty bucket. Fig. 2 shows the scheme in which the bucket is completely filled with rock at the excavation site and the bow is removed to the maximum value.

The effect of force on the bucket with the raccoon:

S_n the lifting force is found by constructing the equation of moments with respect to the buoyancy stress.

Here: $r_1; r_2; r_3; r_4$ – the length of the ruke applied to the forces relative to the stress axis in the middle of the arrow, m ;

G_{ch+r} – bucket weight with rock;

G_r – the weight of the bow;

S_n and S_z – lifting force and tensile strength;

P_{01} and P_{02} – component of impact and normal excavation resistance;

α – the angle between the bow and the horizontal line, degrees;

β – the angle between the lifting steel rope and the bow, degree.

The formula for the component of excavation resistance is found as follows:

$$P_{01} = \frac{V \cdot K_q}{H_z \cdot K_m} \quad (3)$$

Here V – bucket size, m^3 ;

K_q – relative excavation resistance, MPa ;

H_z – the height of the tension shaft, m ;

K_m – friction coefficient

$$P_{01} = \frac{V \cdot K_q}{H_z \cdot K_m} = \frac{10 \cdot 0,7 \cdot 10^3}{9,04 \cdot 1,5} = 516,22 \text{ kN}$$

Bucket weight with rock

$$G_{ch+t} = \left(M_{ch} + \frac{V \cdot \gamma}{K_m} \right) \cdot 9,81 \quad (4)$$

Here M_{ch} – bucket mass, t .

$$G_{ch+t} = \left(M_{ch} + \frac{V \cdot \gamma}{K_m} \right) \cdot 9,81 = \left(18 + \frac{10 \cdot 2,2}{1,4} \right) \cdot 9,81 = 33,73 \text{ kN}$$

Bow mass:

$$G = M_r \cdot 9,81 = 10415 \cdot 9,81 = 102,17 \text{ kN} \quad (5)$$

$$S_n = \frac{516,22 \cdot 12,36 + 330,73 \cdot 11,18 + 102,17 \cdot 5}{11,18 \cdot \sin 43} = 1388,88 \text{ kN} \quad (6)$$

The diameter of the load-bearing steel rope is selected according to the tensile strength according to the formula

$$S_u = \frac{4,0 \cdot S_n}{\alpha_d \cdot n_k \cdot i_n} \quad (7)$$

Here

α_d – the number of drives in the mechanism;

n_k – number of steel ropes;

i_n – number of polypastes.

$$S_u = \frac{4,0 \cdot S_n}{\alpha_d \cdot n_k \cdot i_n} = \frac{4,0 \cdot 1388,88}{2 \cdot 1 \cdot 2} = 1388,88 \text{ kN}$$

For this tensile strength, we accept 52.0 G-V-O-N-160 type steel rope, with a 15% discount, the tensile strength of steel rope is kN. The calculation of the tension mechanism for both steel ropes passing through the main block is carried out according to the same calculation scheme [4, 5]. We find all the forces by projecting them on a horizontal axis.

$$S_z = S_n \cdot \cos \alpha + P_{02} \quad (8)$$

Here $P_{02} = 0,1 \cdot P_{01}$ – horizontal component of excavation resistance

$$P_{02} = 0,1 \cdot P_{01} = 0,1 \cdot 516,22 = 51,62 \text{ kN}$$

$$S_z = S_n \cdot \cos \alpha + P_{02} = 1388,88 \cdot \cos 36 + 51,62 = 1175,24 \text{ kN}$$

The tensile strength of the steel rope is determined by the tensile steel rope, taking into account that there are two ropes that pass through the lower block that moves the bow in the excavator.



Fig. 1. Excavator working bodies: 1 – two-legged mast, 2 – winch mechanism, 3 – roller, 4 – steel rope, 5 – bucket lifting steel rope, 6 – tension reducer, 7 – tension steel rope, 8 – return steel rope, 9 – power bearing, 10 – arrow, 11 – bow, 12 – head block, 13 – bucket

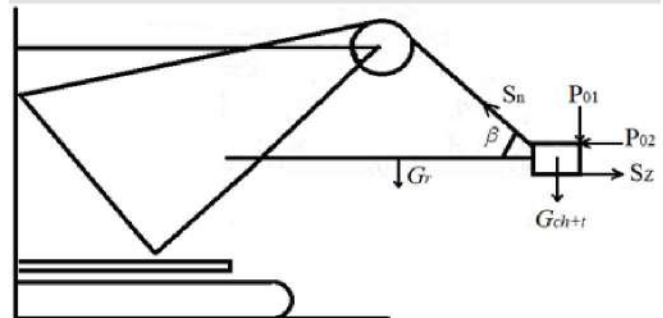


Fig. 2. Schematic of the excavator bucket in determining the tensile forces

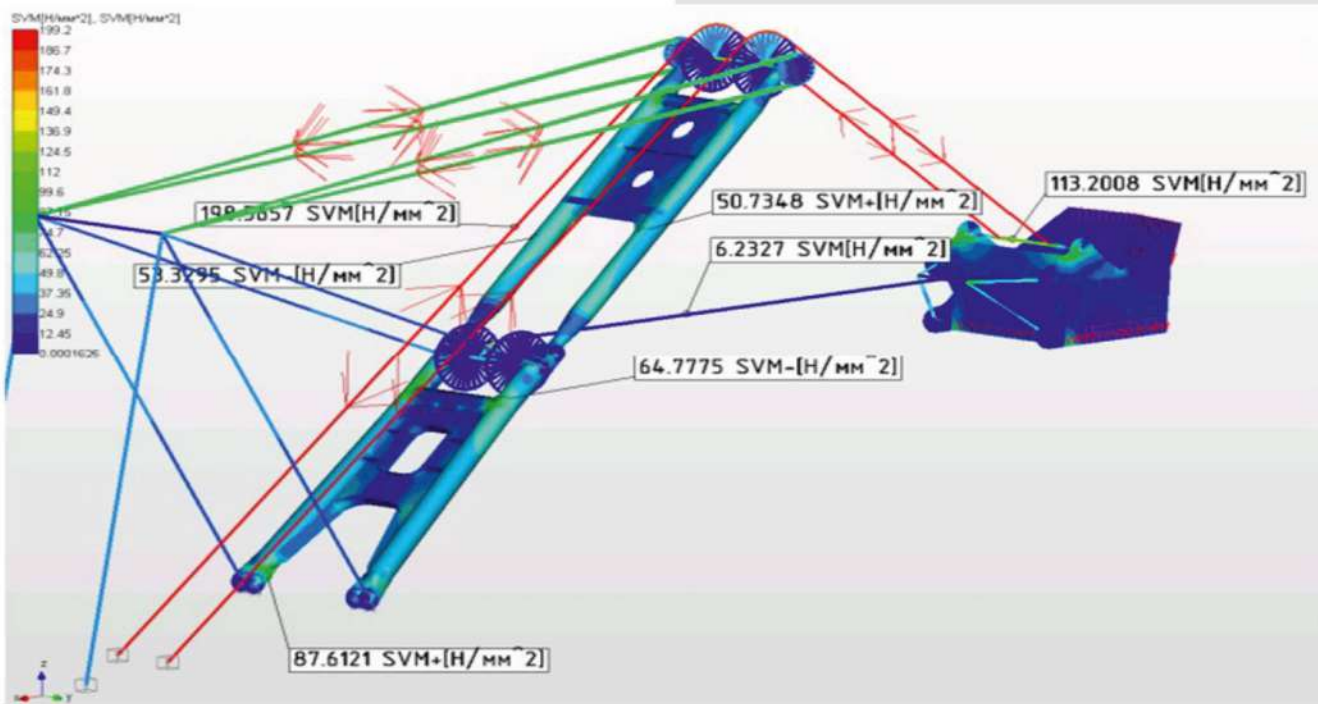


Fig. 3. Deformation of excavator working bodies

$$S_n = \frac{4,0 \cdot 1175,24}{1 \cdot 2 \cdot 2} = 1175,24 \text{ kN} \quad (9)$$

We use special Ansys software to force the forces acting on the working body of the excavator (fig. 3).

This software allows the excavators to calculate the forces acting on the rock during operation and determine the stress state of each node. From fig. 3, it can be seen that the main stress during the operation of the excavator falls on the steel ropes passing through the upper head block [6].

We calculate the force acting on the steel rope during the pressure of the bucket on the excavation site (fig. 4)

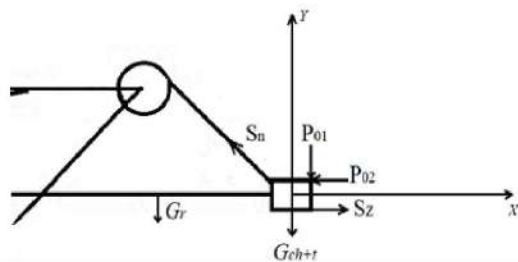


Fig. 4. Scheme for calculating the force acting on a steel rope when the bucket is filled with rock

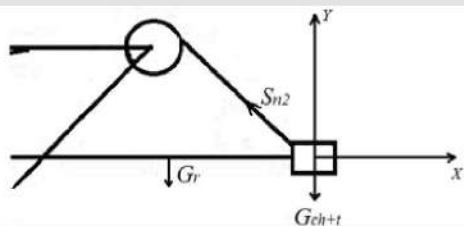


Fig. 5. Scheme for calculating the force acting on a steel rope when the bucket is free from pressure

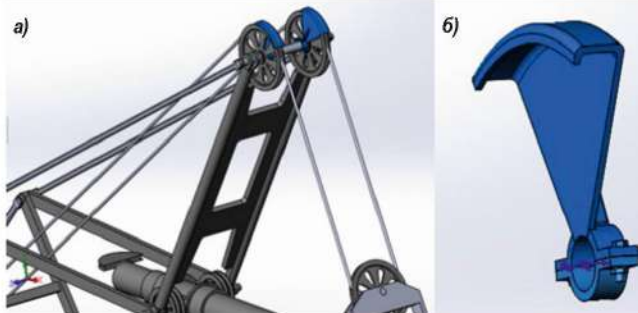
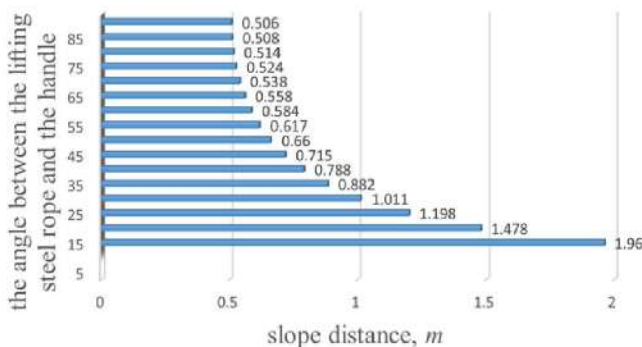


Fig. 6. Excavator worker member head block: a - general view, b - metal cover



1-graph. Dependence of the excavator working body on the slope distance under the influence of the angle between the lifting steel rope and the hook

Here:

S_n – tensile strength of steel rope;

S_z – the force exerted by the bucket on the ore, P_{01} and P_{02} component of impact and normal excavation resistance;

G_{ch+t} – the weight of the bucket together with the load, G_r – pile weight

Since the working member of the excavator is in a state of equilibrium, we construct the equilibrium equation for the problem:

$$\sum F_x = S_z - P_{02} - S_n \cdot \cos \beta = 0$$

$$\sum F_y = S_n \cdot \sin \beta - G_r - G_{ch+t} + P_{01} = 0 \quad (10)$$

$$S_n \cdot \cos \beta = S_z - P_2$$

$$S_{n1} \cdot \sin \beta = G_r + G_{ch+t} - P_{01} = 0;$$

(10) – if we determine S_{n1} from the equations:

$$S_{n1} = \frac{G_r + G_{ch+t} - P_{01}}{\sin \beta}$$

We calculate the force acting on the steel rope when the bucket is released from the pressure at the excavation site (Fig. 5). In that case, too, we construct the equilibrium equation:

$$\sum F_x = S_{n2} \cdot \cos \beta = 0;$$

$$\sum F_y = S_{n2} \cdot \sin \beta - G_r - G_{ch+t} = 0; \quad (11)$$

$$S_{n2} \cdot \cos \beta = 0;$$

$$S_{n2} \cdot \sin \beta = G_r + G_{ch+t} = 0;$$

(11) – we calculate S_{n2} from the equations:

$$S_{n2} = \frac{G_r + G_{ch+t}}{\sin \beta};$$

Hence, it was found that the forces acting on the steel rope in both the case, i.e. the bucket load and the unloaded state, are two different.

Differences in forces provide elastic strength.

$$S_{n1} - S_{n2} = \frac{G_r + G_{ch+t} - P_{01}}{\sin \beta} - \left(\frac{G_r + G_{ch+t}}{\sin \beta} \right) = \frac{P_{01}}{\sin \beta}; \quad (12)$$

assuming $F_{elastik} = S_{n1} - S_{n2}$ the force of elasticity,

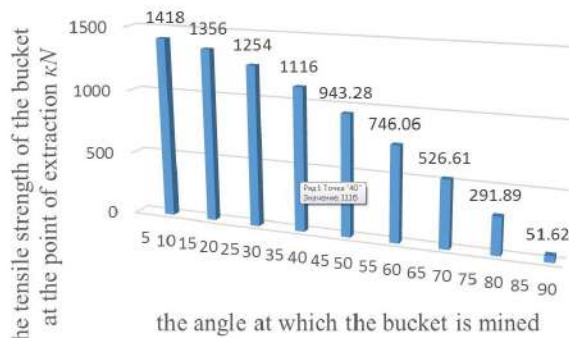
$$\frac{P_{01}}{\sin \beta} = k \cdot \Delta x \rightarrow \Delta x = \frac{P_{01}}{k \cdot \sin \beta}$$

it can be seen from the equation that the steel rope slides into the distance Δx . We obtain the following results from the calculations using the formula for determining the resistance components in excavation:

$$P = \frac{516,22 \cdot 10^3}{\sin 60^\circ} \quad (13)$$

k determine the unit coefficient:

$$k = \frac{E \cdot S}{l_o} = \frac{E \cdot \pi D^2}{4 \cdot l_o}; \quad (14)$$



2-graph. The effect of the stress force at the excavator bucket excavation on the angle of the bucket excavation

We use the above resistance components and the coefficient of virginity to find the distance of the steel rope in the cooling state.:

$$\Delta x = \frac{P_{01}}{k \cdot \sin \beta} = \frac{P_{01} \cdot l}{ES \cdot \sin \beta} = \frac{P_{01} \cdot l \cdot 4}{E \pi D^2 \cdot \sin \beta} =$$

$$= \frac{516 \cdot 10^3 \cdot 8 \cdot 4}{200 \cdot 10^6 \cdot \pi (52 \cdot 10^{-3})^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = 0,58 m$$

L – the length of the steel rope [m]

E – jung model for steel rope [H/mm²]

S – cross-sectional surface of steel rope [mm²].

According to calculations, the steel rope slips out of the main block due to the formation of a slope of 0,58 m. As a solution to this problem, we install a metal cover on the head block (fig. 6).

Fig. 6 shows a view of the main block of the excavator working body, the metal cover mounted on the main block, and the metal cover. Due to the installation of this metal cover, the steel rope breaks, the main block

axis erodes, the bucket balance is disturbed, the drive gear is strained, and other factors are eliminated. Figure 1 shows a graph of the relationship between the angle between the steel rope that lifts the bucket and the bend and the cut-off distance of the steel rope from the head block. Through this graph, the angle between the lifting steel rope and the bend can be seen to decrease the slope distance when it is 60 degrees and above, which can be used as a methodological guide for excavator drivers to prevent the machinist from slipping the steel rope out of the main block. Fig. 2 shows a graph of the dependence of the stress force on the bucket excavation location at an angle to the bucket excavation location. Through this graph it is possible to know at what angle to put the bucket for useful mining with a bucket.

Conclusion.

In short, in the process of using the excavator working member its interaction with the rocks is in perfect condition depending on the angle of the sinkhole at the point of excavation 36° at a force of 1175 kN and an angle of 60° between the lifting steel rope and the hoist of the excavator working body, the slope distance was found to be 0,58 m.

“GORNII VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, №3 (86) pp. 82-85

FACTORS AFFECTING THE BUCKET LIFTING MECHANISM IN THE EXCAVATOR WORKING BODY

Ataqlulov L.N., Doctor of Technical Sciences, e-mail: info@ndki.uz.

Nasritdinov S.N., Chief Mechanic, e-mail: shuxratN@mail.ru.

Haydarov S.B., Senior Lecturer, e-mail: shohidh@mail.ru.

Eshboeva Z.N., Senior Lecturer, e-mail: eshboeva.zoxida81@ndki.uz.

Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan.

Daugyztau open pit, Navoi, Uzbekistan.

Analysis of the deformation stress state of EQC excavators is presented in the paper, weak points or working equipment with high safety margins at the design stage are identified. Specialized software modules were used to calculate the ropes. The effects were determined as a result of static calculations of cables and equipment.

Today, the mining industry is characterized by the development of mining operations in every corner.

Keywords: excavator, metal cover, bucket lifting steel rope, head block, bucket, bow, power bearing.

References:

1. Poderni R. Yu. Gornie mashini i kompleksi dlya otkritix rabot: M.: Izd-vo MGGU 2001. – 422 s.
2. Efimov V.N. Odnokovshovie ekskavatori. – M.: Nedra, 1995. – 235 s.
3. Kvaginidze V.S. Eksploatatsiya karemogo gornogo i transportnogo oborudovaniya v usloviyax severa, 2002. – 236 s.
4. Poderni R. Yu. Mexanicheskoe oborudovanie kar'erov: Ucheb. posobie. M.: MGGU, 2007. – 606 s.
5. Yaltanets I.M., Shadov M.I. Praktikum po otkritim gornim rabotam. Ucheb. posobie. M.: MGTU, 2003. – 510 s.
6. <http://www.msmu.ru/>, <http://msmu.ru/index>, <mailto:abitur@msmu.ru>, <http://www.biblus.ru/>, <http://www.rosugol.ru/>, <http://library.stroit.ru/>, <http://www.ssgpo.kz/>, <http://www.nkmz.com/>, <http://www.ssgpo.kz/ssgpo/struct/mine>, <http://www.ormetiz.ru/>, <http://gornoedelo.narod.ru/>, <http://www.new-technologies.spb.ru/news>

AVTONOM ENERGIYA MANBALARI SISTEMASINI NAZORAT QILISH UCHUN O'ZGARMAS TOK O'ZGARTIRGICHLARIGA QO'YILGAN ASOSIY TALABLAR



Ataulloyev N.O.,
"Elektr energetika"
kafedrasini mudiri, NDKI, Phd. dots.



Ataulloyeva N.B.,
Navoiy viloyati kamana tumani
kasb-hunar maktabi o'qituvchisi



Nizomova D.F.,
"Elektr energetika"
kafedrasining assistenti, NDKI



Muxammadov B.Q.,
"Elektr energetika" kafedrasining
2-bosqich magistranti, NDKI

Magnitomodulyatsion o'zgarmas tok o'zgartirgichlari bilan avtonom energiya manbalarini ishlash rejimini boshqarish va sistemani nazorat qilish, differentsialni sezuvchanlik, aniqlik va ishonchilikni oshirish hamda uning statik xarakteristikani chiziqli grafik ko'rinishida kuzatib borish.

Tayanch iboralar: kovaksimon joylashtirilgan ferromagnit o'zak, transformator avtogeneratori, konyuktor, zaryadlash generatori, qaytgan implus hisoblagichi.

Контроль режима работы автономных источников питания с магнитомодуляционными преобразователями постоянного тока и управление системой, дифференциальная чувствительность, повышать точность и надежность и контролировать его статические характеристики в виде линейного графика.

Ключевые слова: коаксально расположенные ферромагнитные сердечники, трансформаторный автогенератор, конъюктор, генератор заряда, реверсивный импульсный счетчик.

Bugungi kunda bufer AB va birlamchi manbalarini(BI) o'z ichiga olgan AEMni energiya samaradorligini oshirish muhim vazifalardan biri bo'lib kelmoqda. Ko'pgina ob'ektlarda quyosh batareyalari(QB) BM sifatida foydalanilayapti [1, 2]. Energiya samaradorligini oshirish yo'llaridan biri bu AEMda QBdan unumli foydalanishdir. Yani, iste'molchilar QB tomonidan zaryadlanadi, to'liq zaryadlangan akumulyator batareyalari istemolchilarga zaryad berish orqali yo'qotgan zaryadi nominal tokning yuzdan bir qismiga teng bo'lganda qayta zaryadlanib bo'shlaydi [3, 4].

1-rasmda AEMlarining asosiy sxemasi tasvirlangan [6, 7]. Ushbu sxema BI, boshqaruv sxemasi (BS), impuls kengligini to'g'irlagichi (IKT), O'TO', AB va zanjirlardan tashkil topgan. Bu yerda BI sifatida QBlari qo'llanilgan. Bunda AEM uch rejimda ishlashi mumkin:

– birinchi – ABni zaryadsizlanish rejimi:

$$U_{ch} < U_{AB} \quad (1)$$

bu yerda:

U_{ch} – IKTni chiqish kuchlanishi;

U_{AB} – ABni qisqichlaridagi kuchlanish.

Bunda QB o'chirilgan holatda va ABga istemolchi ulangan bo'ladi [8].

– ikkinchi – QBdan ABning zaryadlanish rejimi;

Bunda boshqaruv sxemasi IKRning chiqish kuchlanishi U_{ch} maksimal

qiymatga yetganda bosh sistemaga signal uzatadi. Ya'ni QB ABni zaryadlaydi va istemolchilarni elektr energiya bilan taminlaydi [9]. Zaryadlash jarayonida boshqaruv sxemasi zaryadlanayotgan ABning holatini nazorat qiladi va unga berilayotgan kuchlanishni boshqaradi va nihoyat ABga berilayotgan kuchlanish belgilangan qiymatga yetganda, BS AEMga signal beradi va u uchinchi rejimga o'tadi;

– uchinchi – Bufer akumulyatorlarini qayta zaryadlanishi va zaryadsizlanish rejimi AEMlari uchun muhim hisoblanadi, negaki ABlarni ortiqcha zaryadlanishi xavfli va bu rejim belgilangan normaga yetganda sistemaga boshqa zaryad bermaydi [9]. U_{ch} chiqish kuchlanishini to'g'irlash orqali yuklama tokini barqarorligini taminlaymiz chunki U_{ch} chiqish kuchlanishini qiymatini o'zgarishi yuklama tokini barqarorligiga ta'sir qilmaydi. I_{AB} ni o'zgarishi va uni nazorati o'zgartirgich qurilmasi orqali amalga oshiriladi va ushbu qurilma tasvirlangan sistemamizni samarali ishlashini taminlaydi.

Ko'pgina hollarda AEMda gemetikli kadmiy-nikelli batareyalar ishlatiladi. ABni zaryadlashda batareyaning nominal tokining qiymati 0,01 dan oshmasligi kerak [6, 7]. Aks holda, AB ortiqcha zaryadlanadi, bu esa batareyani ishdan chiqishiga olib keladi. AEMda ABlar $I_{AB} = I_Z \pm \Delta I$ rejimida zaryadlanadi, bu yerda:

I_Z – ABni zaryadlash toki, $I_Z < 0,01 I_N$;

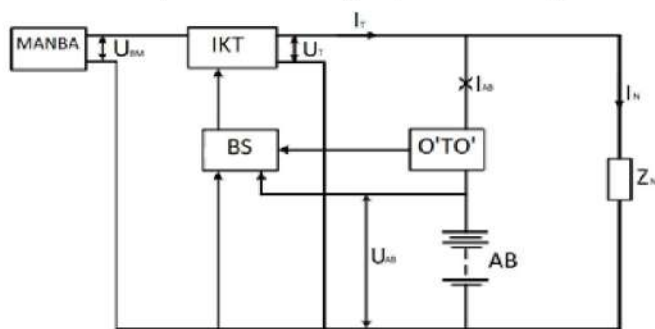
I_N – ABni nominal toki;

ΔI – qiymati belgilangan ma'lum bir chegarada o'zgaruvchi tok.

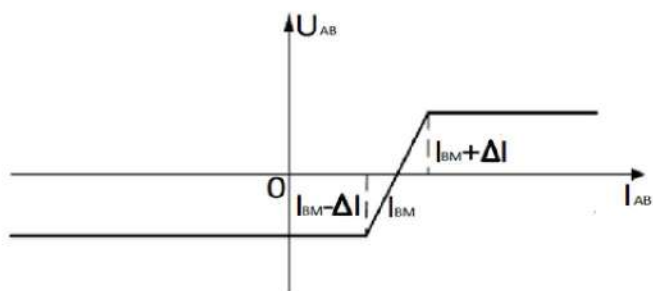
BS va to'g'irlagichlardan tashkil topgan O'TO'ni butun bir boshqarish jarayonidagi xatoligi ΔI ni qiymatiga bog'liq. Odatda uning qiymati zaryadlash tokni o'ndan bir qismiga teng [9].

AB toki $I_Z - \Delta I$ dan kichik bo'lganda, AB birdan zaryadlanish boshlaydi. Agar AB $I_Z \pm \Delta I$ dan ko'p zaryadlanish uchun ishdan chiqishi mumkin. Biz AB tokini $I_Z \pm \Delta I$ oraliqda ushlab turish uchun O'TO'ni chiqish kuchlanish toki zaryadlash qurilmasi tokiga teng bo'lishi kerak. I_{AB} ni qiymati to'g'irlagichni o'zgarishiga proporsional o'zgaradi va uni yo'nalishi tok yo'nalishini ko'rsatadi.

Shuningdek, kamutatsiya vaqtida AB ning toki juda kichik vaqt oralig'ida bir necha yuz ampergacha yetishi mumkin. Va bunda tok yo'nalishi yuklama ulanganligi yoki uzilganligiga qarab farq qiladi [9].



1-rasm. Bufer ABni zaryadlanish va zaryadsizlanish jarayonida AEMni umumiy sxemasi



2-rasm. O'TO' ni statik xarakteristikasi

Bunda O'TO' boshqariladigan zanjirda tokning yo'nalishi haqidagi xabar berib turadi.

Shunday qilib AEM larida o'rnatilgan O'TO' statik xarakteristikalari bilan bufer ABlari $U_{chikish}=f(I_{AB})$ orqali proporsional bo'g'liq va ABning toki $I_Z - \Delta I < I_{AB} < I_Z + \Delta I$ oraliqda bo'lishi kerak.

AB ni tokini $I_Z - \Delta I < I_{AB} < I_Z + \Delta I$ oraliqda aniqroq boshqarish uchun yuqori darajadagi chiziqli statik xarakteristika talab qilinadi.

2-rasmda O'TO'ni statik xarakteristikasi ko'rsatilgan.

Juda kichik qiymatdagi (taxminan 10 mA) toklarni o'lchashi uchun ham O'TO'dan yuqori differensial sezuvchanlik talab qilinadi. Shuning uchun ABni qayta zaryadlash yo'li bilan AEMlari uchun qo'llanilgan O'TO'ni yuqori differensial sezuvchanligini aniqlaymiz. Operatsion kuchaytirgichlarga yordam berish bilan O'TO' kuchaytirgichida o'zgartirgichning birlamchi zanjirining chiqishi bilan boshqaruv signalini beradi.

Ko'pgina hollarda, O'TO'ni birlamchi chiqish signallari operatsion kuchaytirgichlar (OK) yordamida kuchaytiriladi, va bular nolli ketma-ketlik va chiqishdagi kuchlanish xatoligi bilan xarakterlanadi. 2-rasmda ko'rsatilgan sxema uchun kuchlanish xatoligi quyidagiga teng bo'ladi [4]:

$$\Delta U_a = \Delta I_0 R_2 (1 + R_N / (R_g + R_1)) + \Delta U_0 \{ (1 + R_N / (R_g + R_1)) (1 + R_2 / R_a) + R_N / R_a \} \quad (2)$$

Bu yerda:

ΔI_0 – OKning kirish toklari orasidagi;

R_a – OKning kirishidagi differensial qarshilik;

ΔU_0 – OKni temperaturaviy kuchlanishi o'zgarishini absolyut qiymati.

Chiqish kuchlanishini nisbiy xatoligi δ quyidagicha aniqlanadi:

$$\delta = \Delta U_a / V U_g \quad (3)$$

bu yerda:

$V = R_N / (R_g + R_1)$

$V U_g$ – kirish kuchlanishi.

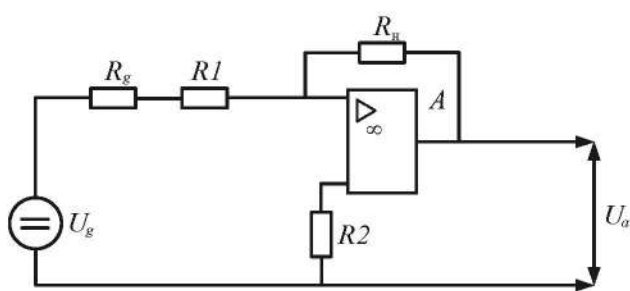
Ruxsat etilgan xatolikdan (3) BSni kirishidagi kuchlanishning minimum qiymati topilgan:

$$U_{gmin} = \Delta U_a / \delta V \quad (4)$$

Yuqorida keltirilga kuchlanish U_g O'TO'ni chiqishidagi kuchlanishni $U_{chikish}$ OK orqali kuchaytirilganidir. Bu yerda, O'TO'ning talab qilinadigan differensial sezuvchanligi quyidagicha aniqlanadi:

$$K_T = dU_{chikish} / dI_x = U_{gmin} / \Delta I_x = \Delta U_a / (\delta V \Delta I_x) \quad (5)$$

bu yerda ΔI_x – boshqariladigan zanjirning o'zgarish toki. Masalan, I40YD13 tipidagi OK uchun, $V = 40$ ga teng bo'lganda $\Delta I_x = 0,1A$; $U_a = 4mV$;



3-rasm. Kuchlanish xatoligini topish uchun OKni almashtirish sxemasi

$\delta = 0,01$ ligidan $K_T = 100mV/A$ ga erishamiz.

AEMda ABlarni zaryadlash tokining tokning aniqligi yuqori bo'ladi va u tarmoqqa zaryad berayotgan vaqtda o'zini-o'zi qayta zaryadlab boradi. Zaryadlanish vaqtidagi minimal tok $I_Z - \Delta I$ ga teng bo'lganda AB zaryadlanish boshlaydi va uning toki $I_Z + \Delta I$ ga yetganda zaryad olishdan to'xtaydi. Bu oraliqdagi tokning qabul qiladigan qiymati ABni parametrlariga qarab belgilanadi ABga tashqi tasirlar natijasida yani bosim, harorat, namlik tasir etganda ABni zaryad olish vaqti ham ortib boradi.

ΔI – zaryadlanish va zaryadsizlanish jarayonidagi ruxsat etilgan xatolik. Odatda bu AB nominal tokining 0,002-0,005 qismiga teng bo'lishi kerak [4]. Umumiy to'g'irlanish jarayonidagi xatolik O'TO'ni kirishidagi xatolikni o'z ichiga oladi chunki batareyani qayta zaryadlashdagi tokini o'lchashda O'TO' ning ruxsat etilgan absolyut xatoligi ABning nominal tokining 0,002 qismidan dan oshmasligi kerak.

Yuqoridan ko'rinib turibdiki AEM va QB ishonchli ishlashi uchun buferni AB, O'TO' va uning elementlarini ishonchli ishlashi muhim ahamiyat kasb etadi, u zanjirni kirishida va uni energiya bilan taminlash jarayonida kichik miqdordagi yo'qotishlarni O'TO'da joylashtirilgan o'lchov qurilmalari hisoblab nazorat qilib boradi.

AEMlari uchun massasi va gabariti(hajmi) kichkina bo'lgan O'TO'lari talab etiladi.

AEMda ABlarni zaryadlovchi toklarini boshqarish uchun O'TO'lari quyidagi talablarga talablar javob berishi kerak:

- boshqariladigan zanjirdagi tokni yo'nalishi bo'yicha sezuvchanligi;
- yuqori differensial sezuvchanligi $K_T > 100 mV/A$;
- yuqori aniqlikdagi o'lchashlar (absolyut xatolik ABni nominal tokini 0,002 qismidan katta bo'lmasligi kerak);
- $I_Z \pm \Delta I$ oraliqdagi tokni yuqori chiziqli statik xarakteristikasi;
- katta qiymatdagi toklarni imkon boricha o'zgartirish (bir necha yuz ampergacha);
- yuqori ishonchlilik;
- kam energiya energiya istemol qilishi (bir necha yuz mV);
- massasi va o'lchami kichikligi.

Bundan kelib chiqadiki, AEMdagi ABSi zaryadlash tokini to'g'irlash va sistemani nazorat qilishda qo'llaniladigan O'TO'lari yuqoridagi barcha talablarga javob berishi kerak.

Bibliografik ro'yxat:

1. Avezova N.R. Yassi kollektorlarda quyosh energiyasini termal konversiya jarayonlarini modellashtirish va ularning issiq suv ta'minoti tizimlarida foydalanish uchun ularning asosiy parametrlarini optimallashtirish. t.f.d.....diss. avtoref. – Toshkent: TDTU, 2018. – 63 b.
2. Aliyev I.I., Kalganova S.K. Elektrotexnik materiallari va mahsulotlari. O'quv qo'llanma. – Moskva: Radio Soft, 2005. – 352 b.
3. Germanovich V., Turilin A. Muqobil energiya manbalari va elektr energiyani tejash. Shamol, quyosh, suv, yer, biomassa energiyasidan foydalanish bo'yicha amaliy loyihalalar. – Sankt-Peterburg: Ilm-fan va texnologiya, 2014. – 320 b.
4. Nyan Lin Aung. Tropik sharoitda individual iste'molchilar uchun avtonom elektr ta'minotining quyosh fotoelektr tizimini ishlab chiqish: t.f.kand Diss. – Moskva, 2015. –157 b.
5. Rossiya patenti (RU) №2611068. Avtonom yashamaydigan suv osti ob'ektining batareyasini zaryadlash uchun moslam/ Gerasimov V.A., Illarionov G.Yu. Nashr. 2017.
6. <http://ekobatarei.ru/energiya/akkumulyatornye-dlya-xraneniyaol-nechnoj-energii/> / Quyosh energiyasini saqlash batareyalari.
7. <http://perepada.net/akkumulyator-dlya-solnechnih-batarey/> / Quyosh panelari uchun akkumulyator batareyalari.
8. <https://rentechno.ua/blog/energy-storage-disruptors-1.html/> / Energiya saqlash tizimlari. maishiy va sanoat namunalari, bugungi kundagi va kelajakdagi o'zgarishlar.

АНАЛИЗИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ, ОСНАЩЕННЫХ ЗАЩИТОЙ МИНИМАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ



Исунц С.А.,
зам. главного инженера НГМК



Холбоев Г.О.,
главный энергетик НГМК



Каршибоев А.И.,
декан ЭМФ НГГИ, проф.



Хамидов А.А.
инженер-энергетик,
инновационный центр НГМК

Mamlakatimizda elektr energetikasini jadal rivojlantirishga alohida e'tibor qaratilmoqda, bu esa elektr tarmoqlarining asosiy parametrlarini tanlashni asoslashga zamonaviy yondashuvni, shuningdek, sanoat korxonalarida elektr energiyasi iste'molchilarini boshqarish, yangilash va ishonchligini oshirish bo'yicha keng ko'lamli chora-tadbirlarni talab etadi. Elektr ta'minoti tizimlari rejimlarini modellashtirish muammolarini o'z ichiga olgan qattiq muammolarni hal qilishda oddiy differensial tenglamalar tizimlarini hal qilish usulining raqamli barqarorligi muammosi muhim ahamiyatga ega. Mutlaq barqarorlikning cheklangan maydoni bo'lgan usullar uchun qadam uzunligi tizimning eng kichik sobit vaqti tartibi bilan chegaralanadi. Integratsiya oralig'i eng katta sobit vaqtning qiymatidan bir necha marta oshib ketishi mumkinligi sababli, integratsiya bosqichlarining zarur soni tizimning qattiqligicha koeffitsientiga teng bo'lishi mumkin.

Tayanch iboralar: matematik modellashtirish, davlat tenglamalari, energiya sarfini tahlil qilish, tizimni farqlash, uskunalarining ishonchligi, elektr iste'moli.

Особое внимание уделяется стремительному развитию электроэнергетики в стране, что требует современного подхода к обоснованию выбора ключевых параметров электрических сетей, а также широкого комплекса мер по оптимизации управления, обновления и повышению надежности потребителей электроэнергии на промышленных предприятиях. При решении жестких задач, к которым относятся и задачи моделирования режимов систем электроснабжения, важное значение имеет проблема численной устойчивости метода решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Для методов с ограниченной областью абсолютной устойчивости длина шага лимитируется порядком величины наименьшей постоянной времени системы. Поскольку интервал интегрирования может во много раз превосходить величину наибольшей постоянной времени, необходимое число шагов интегрирования может оказаться сравнимым с коэффициентом жесткости системы.

Ключевые слова: математическое моделирование, уравнения состояния, аналитика энергопотребления, дифференцирование системы, надежность оборудования, электропотребление.

В мире особое внимание уделяется проблемам энергосбережения на всех этапах производства электроэнергии, включая производство, передачу, распределение и потребление. Эффективное использование электроэнергии на уровне промышленных предприятий - одна из составляющих этой проблемы. Это связано с увеличением стоимости электроэнергии на крупных производственных предприятиях, доля электроэнергии в стоимости продукции составляет 60% и выше. Для резкого снижения этой доли желательно повысить эффективность потребления электроэнергии за счет управления режимами работы потребителей электроэнергии промышленных предприятий с помощью современных автоматизированных систем.

В результате проведенных исследований численно найдено такое значение k , при котором достигается наибольший угол устойчивости. Так как формула дифференцирования назад второго порядка уже обладает устойчивостью, k предлагается выбирать таким образом, чтобы уменьшить ошибку дискретизации и свести ее к такой минимально допустимой величине, при которой система все еще сохраняет А-устойчивость. Оптимальной является величина $k = -1/9$, при этом ошибка дискретизации уменьшается в два раза по сравнению с ошибкой, получаемой при использовании формул дифференцирования назад второго порядка [1-3]. Из этого следует, что для достижения одной и той же точности для численных формул дифференцирования второго порядка достаточно задать шаг примерно на 26% больше, чем для формул дифференцирования назад того же порядка, что существенно сокращает время решения.

Тем не менее, возникает задача повышения эффективности этого метода до 26%, как в случае второго порядка, и для 3-5 порядков. Это можно осуществить лишь за счет уменьшения устойчивости, но при этом нежелательно уменьшение угла устойчивости больше чем на 10%. Результаты численного исследования по поиску оптимального соотношения устойчивости и быстродействия отражены в табл. 1.

В контексте применения численных методов к задачам исследования электрических сетей с учетом их особенностей, будет естественным сохранять копию матрицы Якобиана.

Также естественным будет формировать и факторизовать матрицу итераций каждый раз, когда происходит изменение порядка или шага. Необходимо осуществлять контроль за степенью сходимости и прекращать итерации если предполагается, что сходимость не будет достигнута за четыре итерации. В этом случае формируется новый Якобиан [5].

Схема, основанная на повторном использовании Якобиана, означает, что когда Якобиан постоянен, то в нормальном режиме он вычисляется всего лишь несколько раз в течение всего периода интегрирования. Программа также формирует Якобиан еще меньшее число раз при решении нежестких задач. Именно по этой причине, а также вследствие эффективной линейной алгебры в современных языках программирования, возможна равной степени продуктивная работа этого метода как для жестких, так и для нежестких задач.

Выбор рационального метода.

Одной из наиболее важных проблем, возникающих при математическом моделировании режимов работы многомашинных систем промышленного электроснабжения является проблема выбора наиболее рационального метода решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений с точки зрения производительности и точности. Также необходимо произвести оценку влияния размера шага на скорость и точность вычислений.

Произведена оценка качественных показателей работы описанных выше численных методов для ряда характерных режимов работы системы – группового пуска двигателей, выбега, самозапуска, результаты этой оценки для режима группового пуска двигателей приведены в табл. 2. При определении относительного числа шагов и относительной производительности за базисные величины были приняты соответствующие показатели метода Дорманда-Принса.

Из табл. 2 видно, что при автоматическом выборе шага интегрирования производительность методов для жестких задач не всегда превосходит производительность остальных методов. Тем не менее, анализ результатов показывает, что методы Адамса, Дорманда-Принса, Богацки-Шампайна при автоматическом выборе величины шага не обеспечивают необходимой точности решения и в отдельных случаях могут давать неверный результат, что проиллюстрировано на рис. 1, где приведено сравнение токов статора фазы а двигателя, полученных при интегрировании с автоматическим выбором шага с использованием методов Богацки-Шампайна, Адамса и численных формул дифференцирования (кривые 2, 3 и 1 соответственно).

При принудительном уменьшении максимального размера шага до 10^{-4} указанные методы обеспечивают сравнительно высокую точность, но при этом затраты машинного времени на порядок увеличиваются.

В то же время, методы, разработанные с учетом особенностей свойств жесткости систем, - из рассмотренных к ним относятся численные формулы дифференцирования и модифицированный метод Розенброка, даже при автоматическом выборе размера шага обеспечивают высокую точность решения.

При принудительном уменьшении максимального размера шага до 10^{-4} численные формулы дифференцирования также показывают наибольшее быстродействие, в то время как модифицированный метод Розенброка уступает даже методам для нежестких систем за счет того, что при его использовании Якобиан вычисляется на каждом шаге (табл. 3).

Таким образом, в качестве основного метода для моделирования переходных режимов многомашинных систем промышленного электроснабжения предлагается использовать метод с использованием численных формул дифференцирования, так как он позволяет достичь наиболее в результате проделанных работ можно отметить следующее:

Так как системы дифференциальных уравнений, описывающих системы промышленного электроснабжения, относятся к классу жестких, наиболее эффективными для рассмотрения переходных режимов их работы являются жесткие неявные численные методы, основанные на методах Гира и Розенброка.

Таблица 1

Быстродействие и устойчивость численных формул дифференцирования

Порядок k	Коэффициент k	относит, изменение шага, %	Изменение, %
1	-0,1850	26	0
2	-1/9	26	0
3	0,0823	26	-7
4	-0,0415	12	-10
5	0	0	0

Таблица 2

Сравнение производительности методов при автоматическом выборе шага

Метод	Число шагов	Отн. число шагов	Время расчета, с	Отн. производительность
Дорманда-Принса	733	1,0	14,59	1,0
Адамса	1621	2,2	15,82	1Д
Богацки-Шампайна	4884	6,7	36,48	2,5
Ч.Ф.Д.	10274	14,0	19,38	1,3
мод. Розенброка	7334	10,0	115,04	7,9

Таблица 3

Сравнение производительности методов при ограничении максимального размера шага

Метод	Число шагов	Отн. число шагов	Время, с	Отн. производительность
Дорманда-Принса	26000	1,0	249,65	1,0
Адамса	26000	1,0	173,38	1,0
Богацки-Шампайна	26000	1,0	186,49	1,0
Ч.Ф.Д.	26000	1,0	160,55	1,0
мод. Розенброка	26856	1,0	410,40	1,0

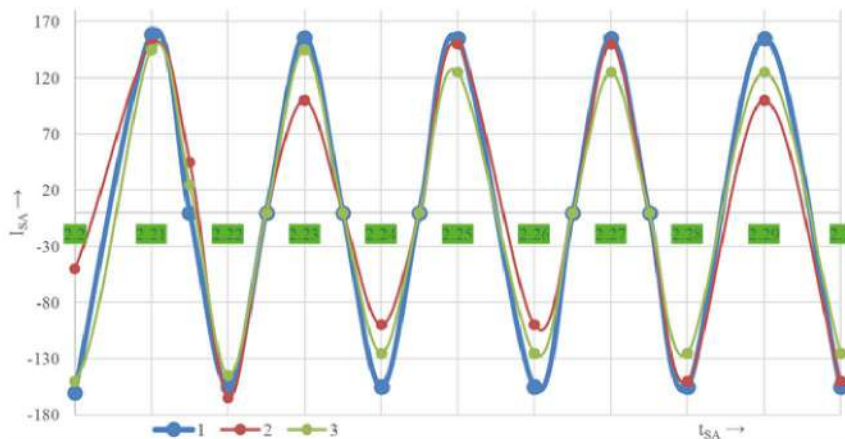


Рис. 1. Сравнение точности численных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений

Среди жестких методов наиболее высокую производительность для решения задач моделирования переходных процессов в многомашинных системах электроснабжения горно-перерабатывающей промышленности показывает метод с использованием численных

Библиографический список:

1. Jones C. V. The unified theory of electrical machines. -- London. 1963. - 563 с.
2. Коробейников Б.А., Ищенко Д.А., Шамкий П.Н. Математическая модель явнотоплющего синхронного двигателя в фазной системе координат // Научный журнал «Труды КубГ-ТУ», Т.3. Сер Энергетика, 1999. — Вып. 1. — с. 215-218.
3. Коробейников Б.А., Ищенко А.И., Ищенко Д.А. Формирование уравнений состояния для системы электроснабжения // Сборник тезисов докл. V научно-технич. конф. ракетных войск / Краснодарское высшее военное командно-инженерное училище ракетных войск, Краснодар, 1997. — 19 с.
4. Коробейников Б.А., Ищенко Д.А., Ищенко А.А. Формирование уравнений состояния для системы промышленного электроснабжения, содержащей асинхронные двигатели. Б. ук. ВИНТИ «Деп. научн. работы», 1997. — №2849-В97 от 16.09.97.
5. Коробейников Б.А., Ищенко Д.А., Ищенко А.А. Формирова-

- ние и решение уравнений состояния для системы промышленного электроснабжения, содержащей асинхронные двигатели для установившегося режима. Б. ук. ВИНТИ «Деп. научн. работы», 1997. №2851-В97 от 16.09.97.
6. Shampine L. F. Numerical Solution of Ordinary Differential Equations, Chapman & Hall, New York, 1994.
 7. Ковалев Ю. З. Методы решения динамических задач электро-механики на ЭЦВМ. — Омск: Омский полит, ин-т, 1984. — 84 с.
 8. Иванов В. В. Методы вычислений на ЭВМ. Справочное пособие. — Киев: Наукова думка, 1986. — 584 с.
 9. Демирчан К. С., Бутырин И. А. Моделирование и расчет электрических цепей. — М.: Высш. школа, 1988. — 335 с.
 10. Деккер К., Вервер Я. Устойчивость методов Рунге-Кутты для жестких нелинейных дифференциальных уравнений. — М.: Мир, 1988. — 334 с.
 11. Холл Дж., Уатт Дж. Современные численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. — М.: Мир, 1979. — 312 с.
 12. Brayton R. K., Gustavson F. G., Hatcher D. G. A new efficient algorithm for solving differential-algebraic systems using implicit backward differentiation formulas. — Proc. IEEE, 60, 1972, pp. 98-108.
 13. Gear C. W. Algorithm 407, DIFSUB for solution of ordinary differential equations. — Commun. Ass. comput. Mach., 14, 1971. — 350 с.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2021, №3 (86) pp. 88-90

ANALYSIS OF MATHEMATICAL EQUATIONS OF STATE FOR POWER SUPPLY SYSTEMS ON HIGH-VOLTAGE SWITCHING DEVICES EQUIPPED WITH UNDER VOLTAGE PROTECTION

¹Isunts S.A., Deputy Chief Engineer.

¹Kholboyev G.O., Chief Power Engineer.

²Karshiboev A.I., Dean of Energy Mechanics Faculty, Professor.

¹Khamidov A.A., Energy Engineer, Innovation Centre

¹Navoi Mining and Metallurgical Combine.

²Navoi State Mining Institute.

Special attention is paid to the rapid development of the electric power industry in the country, which requires a modern approach to substantiating the choice of key parameters of electric grids, as well as a wide range of measures to optimize management, update and improve the reliability of electricity consumers at industrial enterprises. When solving difficult problems, which include the problems of modeling the modes of power supply systems, the problem of numerical stability of the method for solving systems of ordinary differential equations is important. For methods with a limited domain of absolute stability, the step length is limited by the order of magnitude of the smallest time constant of the system. Since the integration interval can be many times greater than the value of the largest time constant, the required number of integration steps can be comparable to the stiffness coefficient of the system.

Keywords: mathematical modeling, equations of state, energy consumption analytics, system differentiation, equipment reliability, power consumption.

References:

1. Jones S.V. The unified theory of electrical machines. — London, 1963. — 563 p.
2. Korobeynikov B. A., Ishchenko D. A., Shamkiy P. N. Mathematical model of a single-pole synchronous motor in a phase coordinate system // Scientific journal "Trudy KubG-TU", T. Z. Ser. Energetika, 1999. — Issue 1, pp. 215-218.
3. Korobeynikov B. A., Ishchenko A. I., Ishchenko D. A. Formation of equations of state for an electric power supply system // Collection of abstracts of dokl. V scientific and technical conf., rocket troops / Krasnodar Higher Military Command and Engineering School of Rocket Troops, Krasnodar, 1997. - 19 p.
4. Korobeynikov B. A., Ishchenko D. A., Ishchenko A. A. Formation of equations of state for an industrial power supply system containing asynchronous motors. B. uk. VINITI "Dep. nauchn. works", 1997. - No. 2849-B97 of 16.09.97.
5. Korobeynikov B. A., Ishchenko D. A., Ishchenko A. A. Formation and solution of equations of state for an industrial power supply system containing asynchronous motors for steady-state mode. B. uk. VINITI "Dep. nauchn. works", 1997. No. 2851-B97 of 16.09.97.
6. Shampine L. F. Numerical Solution of Ordinary Differential Equations, Chapman & Hall, New York, 1994.
7. Kovalev Yu. Z. Methods for solving dynamic problems of electromechanics on ECM. — Омск: Омск полит, ин-т, 1984. — 84 p.
8. Иванов В. В. Методы вычислений на ЭВМ. Справочное пособие. — Киев: Наукова думка, 1986. — 584 с.
9. Демирчан К. С., Бутырин И. А. Моделирование и расчет электрических цепей. — Москва: Высшая школа, 1988. — 335 с.
10. Деккер К., Вервер Я. Устойчивость методов Рунге-Кутты для жестких нелинейных дифференциальных уравнений, Москва: Мир, 1988. — 334 с.
11. Холл Дж., Уатт Дж. Современные численные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений. — М.: Мир, 1979. — 312 с.
12. Brayton R. K., Gustavson F. G., Hatcher D. G. A new efficient algorithm for solving differential-algebraic systems using implicit backward differentiation formulas. — Proc. IEEE, 60, 1972, pp. 98-108.
13. Gear C.W. Algorithm 407, DIFSUB for solution of ordinary differential equations. — Commun. Ass. comput. Mach., 14, 1971. — 350 p.

INTERFERENCE SIGNALS AND METHODS TO REDUCE THEM IN FLUID FLOW MEASURE RING CHANNEL ELECTROMAGNETIC CONVERTERS



Амиров С.Ф.,
заведующий кафедрой
«Электроснабжение»,
Ташкентский институт
инженеров железнодорожного
транспорта, д.т.н., профессор



Атауллоев А.О.,
доцент кафедры
«Электроэнергетика» НГГИ,
(PhD), с.н.с.



Зокиров Б.Ш.,
старший преподаватель
кафедры «Электроэнергетика»
НГГИ



Ниезов К.К.,
студент кафедры
«Электроэнергетика» НГГИ

Suyuqlik oqimidagi bosim, ayniqsa yopiq suv ta'minoti tizimidagi quvurlarda, asosan, nasoslar orqali hosil bo'ladi va suv oqimi odatda pulsatsiyalanadi. Bunday beqaror va pulsatsiyalanuvchi suyuqlik oqimini o'lchash uchun ishlatiladigan elektromagnit o'tkazgichlar past inertsiya va yuqori dinamik aniqlikka ega bo'lishi kerak. Bunday hollarda suyuqlikning oqim tezligini o'lchaydigan elektromagnit o'tkazgichlarning chastotali xarakteristikalari ularning asosiy parametrlari hisoblanadi. Shuni ta'kidlash kerakki, pulsatsiyalanuvchi suyuqliklarning oqim tezligini o'lchash uchun ishlatiladigan transduserlarning ishlashi oqim tezligini taqsimlash profilining o'zgarishiga bog'liq bo'lmasligi kerak, aks holda qo'shimcha o'lchov xatolari paydo bo'ladi. U nazorat qilinadigan va kuzatiladigan texnologik jarayonlarda statsionar bo'lmagan va pulsatsiyalanuvchi suyuqlik oqimini o'lchash uchun ishlatiladi.

Tayanch iboralar: elektromagnit o'zgartirgich, halqasimon kanali, zanjirli magnit, konsentrik ferromagnitli o'zaklar, oqimli magnit, induksion magnit, matematik model, simlangan parametr, sochilmalar magnitlari, profil, suyuqlik oqimlari.

Давление в потоке жидкости, особенно в трубах замкнутых систем водоснабжения, создается в основном насосами, и поток воды обычно пульсирует. Электромагнитные преобразователи, используемые для измерения таких нестационарных и пульсирующих расходов жидкости, должны иметь низкую инерцию и высокую динамическую точность. В таких случаях частотные характеристики электромагнитных преобразователей, измеряющих расход жидкости, являются их основными параметрами. Следует отметить, что производительность преобразователей, используемых для измерения расхода пульсирующих жидкостей, не должна зависеть от изменения профиля распределения скоростей потока, иначе возникнут дополнительные ошибки измерения. Он используется для измерения нестационарных и пульсирующих расходов жидкости в контролируемых и контролируемых технологических процессах.

Ключевые слова: Электромагнитный преобразователь расхода, математическая модель, статическая характеристика, кольцевой канал, активная зона, весовая функция, трубопровод, расход, магнитная система, датчик, поток воды.

Complex electrochemical, electrokinetic and other types of processes occur in the zone of contact of the electrodes with the moving fluid [5]. As a result, an electric potential of a certain value is generated at the electrodes.

This potential magnetic field at the electrodes depends on time-varying factors such as fluid temperature, pressure, concentration, phase and ion composition, and electrochemical polarization between individual sections of the electrodes. These factors lead to the appearance of signals that interfere with the signal ("obstacle"), which is useful (carrier of information that assesses the flow of fluid) [1, 7].

The first group of interferences occurs in the presence of a magnetic field. They have a multiplicative character and result from the fluctuations of the fluid flow and the dispersion of the medium in which the flow is measured.

The second group of interferences arises from external factors (sources), which are additive in nature.

Interference of the first group is defined by the following expression [5]:

$$U_x = \int_V W \operatorname{div} [v_f(t)B] dV + \int_V W \frac{\partial \ln \sigma(t)}{\partial r} [vB] dV + \int_S \frac{\partial \ln \sigma(t)}{\partial r} \frac{\partial B}{\partial t} dS \quad (1)$$

Here V – where the working volume of the pipe; W – is the volume fraction ("weigh-house") function; $v_f(t)$ fluid flow fluctuation vector; $\delta(t)$ – electrical conductivity of the measured medium; B – magnetic field induction vector; r – radius-vector; S – channel cutting surface where the electrodes are located.

$$\begin{cases} \nabla(-c\nabla u - \alpha u + \gamma) + \beta \nabla u + \alpha u = f \\ n(c\nabla u + \alpha u - \gamma) + qu = g - h^T x \\ hu = r \end{cases} \quad (2)$$

All interference can be divided into two groups (fig. 1) [3].

Equation (2) describes the signal to the right of the first term due to turbulent pulsation in the liquid, while the second and third terms in it analytically describe the class and quadratic disturbances caused by the dispersion of the liquid medium. The spectrum of the fundamental frequencies of large-scale pulsations resulting from fluid flow turbulence corresponds to the $3 \div 10^3$ Hz range. Its amplitude can be (2-12)% of the useful signal amplitude, and it depends significantly on the Reynolds number (Re). The frequency spectrum of interference signals generated by various mixtures in the medium being measured depends on the number and size of the solid particles in the liquid, the gas bubbles, and their velocity. The amplitude of this interference signal is the ini of the useful signal, and the frequency range is $1 \div 5 \cdot 10^3$ Hz.

In addition, interference signals of a multiplicative nature are caused by the following factors: - fluctuations of the current amplitude in the source circuit; - magnetic field fluctuations; - Electrical noise in electronic devices.

The second group of interferences includes signals that occur independently of the magnetic field [7]. The most noticeable of these is the voltage that results from the polarization of the electrodes. This voltage is caused by the following electrochemical reactions:

- balance between the ions of the electrode crystal lattice and similar ions in the liquid; - redox reactions in the process of recharging of liquid

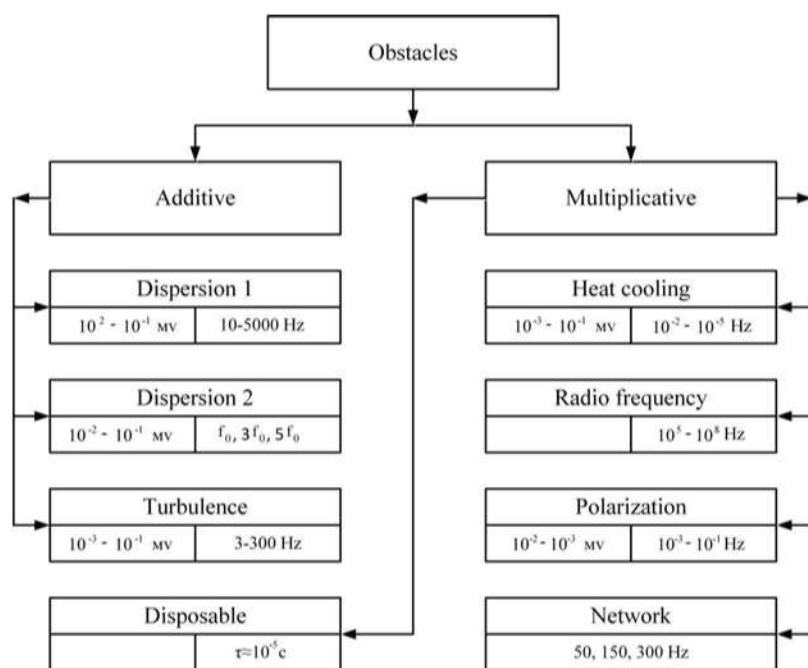


Fig. 1. Classification of barriers

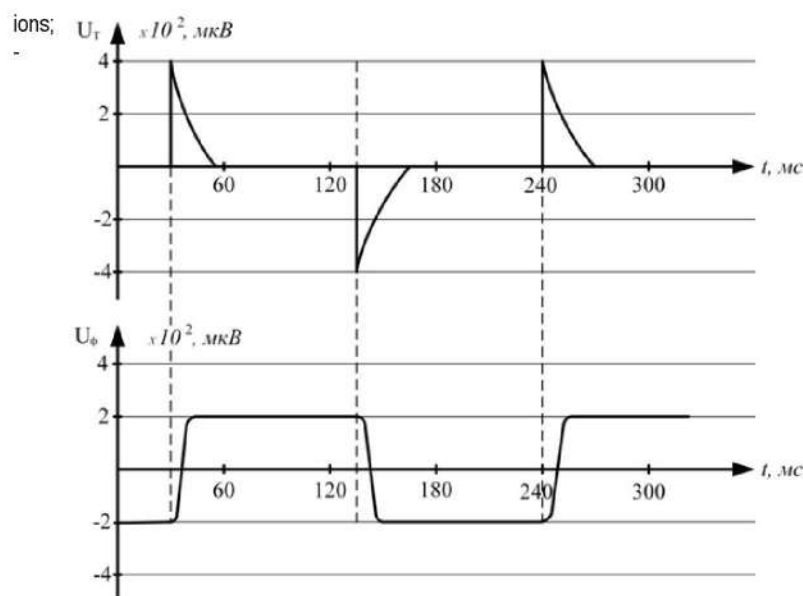


Fig. 2. Classification of barriers

Equilibrium in the oxidized metal layer (shell) of the electrode; formation of hydrogen and oxygen gas bubbles at the electrodes, etc.

The following complex electrochemical processes take place at the electrode-liquid boundary: as a result of the electrode melting, it transfers its positive ions to the liquid. In turn, the liquid ions are discharged at the electrodes.

As a result of electrostatic forces, electric charges are generated in thin layers of liquid sticking to the electrodes. These layers form a double electrical layer along the electrode surface.

The electrode surface is similar to a charged capacitor: the value of the electrode surface capacitance varies from 0,01 to 0,8 $\mu\text{F} / \text{mm}^2$ depending on the amount of electrode, the temperature of the liquid and the capacity [5].

The formation of a double electric field results in a potential difference between the electrode and the liquid, the value of which is in the range of (0,05-0,7) V [5].

Typically, both electrodes are made of the same material. The potential change (jump) between the electrode and the liquid compensates for each other because they are in opposite directions at both boundaries. However, due to the fact that the electrodes are not chemically homogeneous and the deformations that occur during machining, the formation of molecules on the surface as a result of adsorption, oxidized thin layers and contaminants, the interfering voltage between the electrodes is tens of millivolts, is also possible.

The movement of the fluid in the active zone of the tube causes some change in the binary electrical layer. For example, the double-layer ions that are furthest from the surface of the electrodes and are poorly connected to them flow together with the liquid flow. In some cases, the double electrical layer is often disrupted by fluid flow. This process occurs chaotically and causes voltage fluctuations (play) in the measuring circuit. If the conditions under which each electrode is washed by the liquid flow or the electrodes are different, then the specific potential difference between the electrodes will vary depending on the liquid velocity. During the motion of a liquid, its concentration, temperature, and pressure change, which affects the potentials of the electrodes.

Thus, the polarization signal has the following two components:

- a low-frequency component that depends on the movement of ions;
- the frequency spectrum is a high-frequency component that corresponds to the frequency spectrum of fluid flow turbulent pulsation.

Since the polarization process is observed to some extent by the movement of ions, its frequency spectrum is very low, ranging from 10^{-3}Hz to 10 Hz .

External electrical signals received by the electrodes include: various industrial interference, including interference signals from industrial sources with a frequency of 50 Hz and more; currents on the ground; one-time pulses; thermal interactions at the entrance to the fluid and measuring circuits; electrodes heat EUK.

The fluid flow between the electrodes forms a contour equal to the surface of the input resistance of the contact line connecting the electrodes to the measuring circuits and the measuring circuit. As a result of the intersection of the magnetic field lines of the alternating magnetic field of this contour, the interference EUK, which is defined by the following expression, is induced:

$$U_n \int_l E d\bar{s} = - \frac{\partial}{\partial t} \int_l B d\bar{l} \quad (3)$$

where E – electric field strength; l - S a closed contour that borders the surface. Ideally, the phase shift angle between the rated voltage and the “transformer” interference voltage is 90° . In practice, however, a random change in the electrical conductivity of a fluid as a result of a change in the frequency of the magnetic field in the excitation coil and the temperature of the fluid flow causes the above phase shift angle to vary by 90° . Therefore, standard compensation methods are not effective enough. In such cases, it is necessary to find solutions that completely eliminate or reduce the negative impact of the above-mentioned random variables on the zero signal stability.

There are the following ways to reduce the effect of the transformer interference voltage on the useful signal of electromagnetic converters measuring liquid consumption:

- ensuring the symmetry of the primary converter design;
- increase the accuracy of fabrication and assembly of converter parts;

- the use of pulsed excitation magnetic field;
- selection of signal processing algorithm, etc.

External interferences also occur due to thermal interactions in the input cascade of the fluid and the measuring circuit. The magnitude of these interactions depends on the physical properties of the medium being measured, the elements of the measuring chain, and the temperature. The electrical resistance of a liquid between the electrodes of an electromagnetic transducer that measures fluid consumption depends on its electrical conductivity and the size of the electrodes, which can be a value of $(10^3 \div 10^5) \text{ Ohm}$ or greater. At these values of resistance, the noise significantly affects the useful signal. Its effect can be reduced by using a measuring system where the frequency band is narrow. When the frequency band of the measuring instrument is 1 Hz, the noise level is around 1mKV. It should be noted that the narrowing of the frequency response of the measuring instrument leads to a deterioration of its dynamic characteristics. This, in turn, limits its applicability to measuring unstable or pulsating fluid flow rates.

It should be noted that the probability of the occurrence of the above-mentioned obstacles is far from the truth. In general, the composition and value of the interference will depend significantly on the operating conditions, design features, type, and size of the electromagnetic transducer that measures the fluid flow rate.

In order to drastically reduce interference, it is expedient to use a modern element base of electronics and algorithms that ensure the separation of a useful signal from electromagnetic interference of various natures [6, 8, 9]. In order to minimize the effect of interference, the secondary measuring transducer is made as small as possible and placed directly on the primary measuring transducer. It is recommended that the flow meter be mounted on a vertical section of pipe in order to ensure the symmetry of the kinematic structure and phase composition of the fluid flow relative to the pipe axis.

A pulsed low (G frequency monopolar or bipolar magnetic field is widely used to reduce interference (fig. 2) [5].

The interference signal of a transformer nature is the most noticeable of the interference [10].

The signal to the input of the secondary converter of the electromagnetic converter measuring the liquid flow is transmitted in the form of the sum of the transformer (U_T) and useful (U_ϕ) components of the primary converter signal. If the measurement process begins approximately in the middle of the constituent pulse (fig. 3), then the constituent at this time is

not fully involved in the measurement process. This is the main idea of the algorithm to exclude from the useful signal content. There will be an interference signal when the pulse from the electrodes corresponds to the starting part. The smaller the value in this algorithm, the narrower (shorter) the choice of magnetic field pulse width. This leads to an improvement in the dynamic characteristics of the flow meter.

The signal value received from the electrodes is so small that it requires constant amplification. In this case, it is necessary to ensure that when the signal is amplified, its location on the time diagram of it and its components U_T and U_ϕ does not change. This requirement is a basic condition of the initial processing of the signal, i.e. the signal amplitude is required to be increased to the required level while the shape remains unchanged.

To do this, the signal must not contain reactive elements (capacitance and inductive elements, filters and other frequency-dependent elements) that distort its shape during analog processing (modification). If reactive elements, such as a RC filter, are used in the primary processing path for the measurement and its results, then the interference signals in the signal structure may enter the measurement section of the time diagram and adversely affect the measurement result.

Another advantage of this algorithm is that there is no need to correct the zero signal and it is possible to measure the fluid flow rate in a very small and opposite direction [9, 11].

Yokogawa (Japan) has recommended the use of a double-frequency magnetic field to measure the consumption of contaminated liquids, suspensions, and sediments. In such flow meters, the magnetic field consists of two components, 75 and 6 Gts, whose output signal is not affected by low-frequency noise caused by low-frequency noise electrochemical reactions, high viscosity and (or) low electrical conductivity of liquids.

The noise generated from the additional layers on the surface of the electrodes is low frequency because the electrochemical potential at the electrodes changes very slowly. This noise is eliminated by using a low frequency filter with a large time constant [5].

An analysis of monographs, patents, and scientific papers devoted to electromagnetic transducers for measuring fluid flow shows that zero signal instability is one of the main components of this type of transducer error [5].

The zero signal instability is mainly due to the instability of the EMO interference signal and is affected by the physical properties of the fluid being measured (temperature, pressure, electrical conductivity, chemical

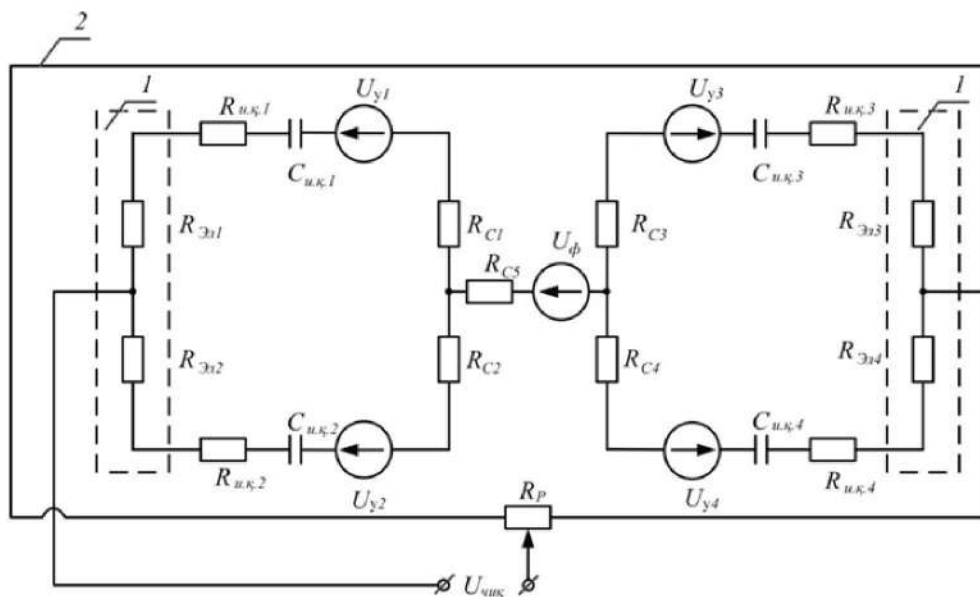


Fig. 3. Switching scheme of the electrical circuit of the active zone of the electromagnetic transducer with a liquid channel measuring fluid flow: 1 – electrodes; 2 – compensation contour - useful signal voltage; resistance of the corresponding sections of electrodes, resistances of sections belonging to the double electric layer; resistance of the corresponding sections of the liquid; voltages of sources characterizing the inverted electric field

composition, etc.) and the ambient temperature [5].

The output signal of a liquid flow meter electromagnetic transducer can be expressed analytically as follows:

$$U = U_0(t, T, B) + k(t, T, B, m, n, \dots) I_h, \quad (4)$$

Where – the temperature of the liquid and the external environment, respectively, affecting the zero signal asymmetry, the induction of the magnetic field; other influencing factors; coefficient of proportionality (sensitivity of the transducer); volumetric flow rate of the liquid.

Factors affecting zero signal instability are divided into internal and external factors. Internal factors can be attributed to factors related to the magnetic field of the converter magnetic system. External factors include factors related to external magnetic and electric fields. In most cases, zero signal instability caused by internal factors is the main one.

When the electromagnetic converter magnetic system is supplied from the sinusoidal current or voltage source of the excitation coil, the zero signal can be shifted to any angle in phase relative to the useful signal of the converter. Therefore, the interference signal is studied in relation to the useful signal by dividing it into two components:

- the component that is phase-squared relative to the useful signal;
- class-forming (phase-compatible) relative to the useful signal.

One of the main sources of zero instability is the interaction of the magnetic field created by the magnetic field in the electrodes and the adjacent liquid layer with the inverse electric field of the electrodes. If the magnetic field induction in the annular channel tube is of equal size and is not affected by external effects, then the maximum electric field strength that appears near the electrodes and is directed along the axis of the tube is:

$$E_y = E_{\max} \omega B \delta, \quad (5)$$

Where - the angular frequency of the magnetic field induction, - the width of the annular channel. Given that the liquid flow meter is the sensitivity of the electromagnetic transducer of the annular channel (the distance between the electrodes along the annular channel)

$$U_{\text{interf}}(p) = R_{\text{S}2} I_{\text{S}R2}(p) \quad (6)$$

The formula can be written as follows:

$$E_y = E_m = \omega \frac{S}{l} \delta \quad (7)$$

The effect of the inverted electric field on the variability of the converter zero signal can be explained using the exchange scheme of the ring-channel electrical circuit shown in fig. 3 [4].

In order to simplify the analysis, the induced electric field was replaced by voltage sources in the circuit. The design of a ring-channel electromagnetic transducer measuring the fluid flow rate and the switching circuit shown in Figure 3 are completely symmetrical, $R_{3n1} = R_{3n2} = R_{3n3} = R_{3n4}$; $R_{u,k1} = R_{u,k2} = R_{u,k3} = R_{u,k4}$; $C_{u,k1} = C_{u,k2} = C_{u,k3} = C_{u,k4}$; $U_{y1} = U_{y2} = U_{y3} = U_{y4}$ i.e., if the condition is met, the transmitter output signal does not contain interference signals. If there is an asymmetry in the layer of liquid close to the electrodes, then the phase output signal of the converter will be accompanied by class and quadrature interference signals.

The analysis of the switching circuit in Figure 3 shows that the interference voltage can be located at any phase shift angle relative to the useful voltage. The dependence of the amplitude and phase of the interference voltage on the temperature, pressure, electrical conductivity, and chemical composition of the fluid being measured has a random appearance. The phase-to-phase component of the interference voltage can reach several tens of μV [5]. SSOK HK EMO sensitivity and fluid flow rate change range (when 0, the converter reaches the specified measurement error).

Methods for reducing the effect of a ring-channel electromagnetic transducer measuring the fluid flow rate of a rotating electric field on the zero signal stability are derived from the analysis of the exchange scheme in fig. 3.

- 1.Reduction of the inertial electric field near the electrodes;
- 2.Reducing the sensitivity of the electrodes to the inverted electric field.

Another internal factor of zero signal instability of the converter is the twisting currents that occur in the annular monolithic ferromagnetic cores and other metal elements of the converter. Under the influence of these currents, the magnetic field induction vector in the annular working channel lags behind the excitation current vector by a certain angle.

Studies have shown [7, 11] that when the phase shift angle between the above-mentioned vectors is moderate, the voltage change between the electrodes as a result of the effect of the inverted electric field on the binary electric layer does not lead to a change in the class component of the interference signal. When the above-mentioned phase shift angle changes (e.g. due to changes in the electrical and magnetic properties of the annular ferromagnetic core material as a result of a change in liquid or ambient temperature) the class component of the interference signal changes, resulting in an electromagnetic transducer zero signal of up to 5%.

The compensation circuit is widely used to reduce the effect of alternating currents on the zero signal moderation (Fig. 3). This circuit ensures that the voltage phase between the electrodes corresponds to the voltage phase of the compensation circuit and prevents the formation of a phase component of the interference signal.

“GORNII VESTNIK UZBEKISTANA”, 2021, №3 (86) pp. 91-95

INTERFERENCE SIGNALS AND METHODS TO REDUCE THEM IN FLUID FLOW MEASURE RING CHANNEL ELECTROMAGNETIC CONVERTERS

Amirov S.F., Head of “Electric Power Supply” Department, Doctor of Technical Sciences, Professor.

Zokirov B.Sh., Senior Teacher, Department of “Power Engineering”.

Niyozov K.K., Student, Department of “Power Engineering”.

Tashkent Institute of Railway Engineers, Uzbekistan.

Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan.

The pressure in the fluid flow, especially in the pipes of closed water supply systems, is generated mainly by pumps, and the water flow is usually pulsating. Electromagnetic transducers used to measure such nonstationary and pulsating fluid flow rates must have low inertia and high dynamic accuracy. In such cases, the frequency characteristics of electromagnetic transducers that measure fluid flow are their main parameters. It should be noted that the performance of the converters used to measure the flow rate of pulsating fluids should not depend on the change in the distribution profile of the flow velocities, otherwise additional measurement errors will occur. It is used in measurement of non-stationary and pulsating fluid flow rates in controlled and controlled technological processes.

Keywords: electromagnetic flow sensor, mathematical model, static characteristic, the annular channel, the core, the weight function, electromagnetic flow transducer, mathematical model, static characteristic, annular channel, core, weighting function, pipeline, flow rate, magnetic system, sensor, water flow.

References:

1. Amirov S.F., Ataulaev A.O. Issledovanie pomex elektromagnitnykh datchikov rasxoda s koltsevymi kanalami. «Chemical technology. Control and management». - Tashkent, 2012, № 4.
2. Amirov S.F., Ataulaev A.O., Jumabaev S.X. Mathematical models of magnetic circuits of electromagnetic transducers with ring channels measuring fluid flow // Bulletin of Tashkent State Technical University - Tashkent, 2019. - № 2.
3. Ataulaev A.O. Issledovanie pomex elektromagnitnykh datchikov rasxoda s koltsevymi kanalami. Materials of the international scientific-technical conference "Modern technologies in mining and metallurgical industry". Navoi, 14-16 May 2013.
4. Ataulaev A.O. Issledovanie pomex electromagnetic sensors. Materials of the IX International Scientific and Technical Conference "Achievements, problems and modern trends in the development of the mining and metallurgical complex." Navoi, June 12-14, 2017.
5. Velt I.D., Mixaylova Yu.V. Measurement of consumption and level of electrical wiring: monograph. LAMBERT Academic Publishing (Germany), 2018.
6. Muraylov A.B. Usiliteli-formirovateli impulsov dlya VEPS razlichnykh modifikatsiy obraztsa 2001 goda // Sb. materials of the 12-month mezhdu-narodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. S-Petersburg, 2002.
7. Polishchuk E.S. and dr. Means and methods of measuring neelektricheskoy velichiny: Textbook/Pod. ed. prof. E.S. Polishchuka. - Beskid-Bt, 2008.
8. Manual for operation of the flow meter-electromagnetic brush VZLET ER. Russia, St. Petersburg. 2015.
9. Certificate of official registration programs for EVM: Certificate № DGU 05488 dated 03.07.2018. "Programs for the synthesis of optimal correction of the input signal of the next system." Authors: Ataulaev Azizjon O., Ergashev F.A., Ataulaev Aminjon O., Urinov Sh.R. // Official bulletin. Agency for intellectual property RUz. 2018.
10. Sukhomlinov G.L., Chernyshev V.A., Sevostyanov S.S. Kontrolno-izmeritelnaya sistema ob'emyonogo rasxoda jidkosti na osnove mikro-protssora MI 821VM85A // Izmeritelnaya tekhnika. 2004, №3.
11. Technicheskie characteristics Integrated two-wire electromagnetic flowmeter series «YOKOGAWA» Japan. 2008.

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: infony@ngmk.uz



ПРАКТИКА РЕКУЛЬТИВАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ ОТВАЛОВ И ХВОСТОХРАНИЛИЩ УРАНОВЫХ РУДНИКОВ ВО ФРАНЦИИ



Воробьев А.Е.,
д.т.н., профессор РУДН, г. Москва (Россия)



Траоре М.А.,
консультант по охране окружающей среды,
University of Rouen Normandy, Франция

Rekultivatsiyaning amaliy tajribasi va Frantsiyadagi uran konlari chiqindilari va chiqindilarini qayta ishlash hususiyatlari. Frantsiyadagi uran sanoatining rivojlanishi va yopilishi tarixi quyidagicha tavsiflanadi: uran konlarini kar'erlar va konlarda qazib olish, shuningdek gidrometallurgiya zavodlarida qayta ishlash boshlangan vaqt. Uran rudalari va ruda paydo bo'lgan to'rtta geologik mintaqalar haqida ma'lumot berilgan: Limuzin, Vendi, Sona va Lura departamentlari, Puy-de-Doma. Uran rudalari cho'kindi, uran-bitum, paleokanal va lagun cho'kindilarida, gil-qumli va gidrotermik konlarda topilgan va ularning genotipi berilgan. O'rganilgan konlarda va ruda paydo bo'lishida uran rudalari pitchblende, kofinit va uranit minerallashuvi (tarkibida uran miqdori 2-3%), shuningdek o'simlik qoldiqari (uran miqdori 0,1%), tomir va tomirlarda tarqalgan moddalar bilan ifodalanadi. rudalar. Umumiy hisobda Frantsiyada 30 ga yaqin uran konlari o'rganildi, ularning umumiy uran resurslari 23 ming tonnadan ortiq uranga teng. Frantsiyadagi uran konlarining o'zlashtirilishi tasvirlangan. Ma'dan suvlarini uran va radiydan tozalashni ajratish bilan, chiqindixonalar va chiqindixonalarni qayta tiklash hususiyatlari batafsil bayon etilgan. Qoldiq qumlarining mineral va kimyoviy tarkibi qanday hosil bo'lishi ko'rsatilgan, bu ularni keyinchalik qayta ishlash texnologiyalari hususiyatlarini aniqlaydi. Gidrometallurgiya zavodlarida qo'llaniladigan qayta ishlash texnologiyalariga muvofiq, dastlabki konsentratsiyalarning ahamiyatsizligi sababli, qoldiq chiqindixonalarining qumlari (asosiy metall - uran tashqari) tarkibida oltin, vanadiy, molibden, itriy, renium, kabi metallar va foydali elementlar mavjud. skandiy va noyob tuproq elementlari. Ushbu elementlar, o'z massasi-ga muvofiq, qoldiq tanasida turli zonalarni hosil qiladi.

Tayanch iboralar: Frantsiya, uran konlari, chiqindixonalar va chiqindilar, qumlar, hosil bo'lish, monitoring, melioratsiya va qayta ishlash.

Представлен практический опыт рекультивации и особенности переработки отвалов и хвостохранилищ урановых рудников во Франции. Описана история развития и закрытия на территории Франции урановой промышленности: время начала разработки урановых месторождений карьерами и рудниками, а также переработки на гидрометаллургических заводах. Дана информация о четырех геологических районах размещения урановых руд и рудопроявлений: Лимузинский, Вандейский, департаментов Сона и Лура, Пюи-де-Дома. Урановые руды были установлены в осадочных, уран-битумных, палеорусловых и лагуновых осадках, глинисто-песчаных и гидротермальных отложениях, и дан их генотип. В разведанных месторождениях и рудопроявлениях урановые руды представлены настурановой, коффинитовой и уранитовой минерализацией (с содержанием урана 2-3%), а также в виде растительных остатков (со значением содержания урана 0,1%), жильных и прожилково-вкрапленных руд. Суммарно во Франции было разведано около 30 урановых месторождений, с общими ресурсами урана в количестве более 23 тыс. т урана. Описана разработка урановых месторождений Франции. Детализированы особенности рекультивации отвалов и хвостохранилищ, с выделением очистки шахтных вод от урана и радия. Показан, как формируется минеральный и химический составы песков хвостохранилищ, определяющие особенности технологий их последующей вторичной переработки. Из-за незначительных первоначальных концентраций, в соответствии с применяемыми технологиями переработки на гидрометаллургических заводах, пески хвостохранилищ (кроме основного металла – урана) содержат такие металлы и полезные элементы, как золото, ванадий, молибден, иттрий, рений, скандий и редкоземельные элементы. Эти элементы, в соответствии с их массой образуют в теле хвостохранилищ различные зоны.

Ключевые слова: Франция, урановые рудники, отвалы и хвостохранилища, пески, формирование, мониторинг, рекультивация и вторичная переработка.

В своё время широкомасштабные геологоразведочные работы на уран на территории Франции довольно быстро привели к открытию здесь крупных урановых месторождений: в 1928 г. было разведано месторождение «Скарп» (рудник был закрыт в 1990 г.), а затем в 1948 г. – месторождения «Анриетта» и «LaCrouzille» (в регионе Лимузен, 20 км севернее Лиможа), за которым последовало открытие в 1954 г. месторождений «Буа-Нуар» (в Мон-дю-Форе), а затем – «Эро».

В результате обобщения полученных геологических данных на территории Франции было выделено 4-е района размещения урановых руд [11]:

а) Лимузенский район: здесь в эксплуатации находилось несколько рудников: «Генриетта», «Ла-Сань», «Ле-Брюго», «Марньяк» и «Виллар». На них в основном добывалась руда на основе минерала уранинита (обладающего большой плотностью и имеющего черный цвет), иногда и штуфные руды с содержанием UO_2 равным 2-10%, и фосфатов урана (отенита и торбернита). Практически вся добытая из этих месторождений руда обогащалась на гидрометаллургическом заводе (ГМЗ) в г. Бессен-сюр-Гартамп.

б) Вандейский район: где, в отличие от Лимузенского района, разведанные месторождения, как правило, были мощными, но с низкими содержаниями урана. В пределах этого района добыча урановых руд осуществлялась на 3-х месторождениях — Л'Экарпьер (недалеко от Клиссона), Ла-Шпель-Ларжо и Лез-Эрбье.

в) Район департамента Сона и Луара: здесь были разведаны 2 урановых месторождения: в Ла-Фэ (недалеко от Грюри) и Бозо. Основную массу урановой руды (с довольно низким содержанием урана) этих месторождений составляла уранинитовая минерализация. В г. Жёнёне работала обогатительная фабрика.

г) Район Пюи-де-Дом: присутствие урановых руд в виде отдельных рудопроявлений в этом районе было обнаружено достаточно давно. Однако разработки в Лашо были практически сразу прекращены, хотя в отдельных случаях, как, например, разработка месторождения Буа-Нуар (25 км от Виши), осуществлялись довольно продолжительное время.

В результате во Франции было разведано около 30 урановых месторождений (рис. 1), с общими ресурсами 23,76 тыс. т урана, которые оказались сосредоточенными в зоне герцинских поднятий.

Было установлено, что во Франции урановые руды экзогенных стратиформных месторождений залегают в кайнозойских (Кутра, Ла-Бес, Сен-Пьер-дю-Канталь и др.) и пермских (Лодев) отложениях осадочного чехла [9]. При чем в рудном районе Лодев (департамент Эро) уран-битумные месторождения Мас-д'Алари и Мас-Лавер оказались связанными с палеорусловыми и лагунными осадками, и были представлены настурановой, коффинитовой и уранинитовой минерализациями. Содержание урана в них достигало величины 2-3%.

На месторождении Сен-Пьер-дю-Канталь урановая минерализация, представленная отенимом и франсвиллитом, была приурочена к глинисто-песчаным олигоценовым отложениям, существенно обогащенным растительным материалом. Здесь содержание урана имело значение 0,1%. Наименьший промышленный интерес представляли месторождения в метаморфитах, развитых среди осадочных толщ (Бертолен, в департаменте Авейрон) и на контакте с гранитоидами (Ле-Бондон, в департаменте Лозер).

При этом около 60% всех минерально-сырьевых запасов урана Франции было заключено в гидротермальных месторождениях в виде жильных и прожилково-вкрапленных руд в районах Лимузен (примерно 50% подтвержденных ресурсов), Морван, Фор-Мадлен в Центральном Французском массиве и в районах Вандее в Армориканском массиве, в Бретани, Эльзасе и, в меньшей степени, в Аквитании и Альпах. Так, наиболее значительные урановые месторождения были расположены в департаментах Вандея (Ла-Коммандери, Л'Экарпье, Шардон и др.), Верхняя Вьенна (Бельзан, Боннак, Гузон, Ле-Бернардон, Ле-Брюжо, Марньяк, Монтулат, Фане, Фрес-Горс и др.) и Лозер (Вильре, Ле-Пьер-Планте, Сельер и др.).

Среди всех разведанных урановых месторождений Франции наиболее крупным являлось месторождение Ле-Бернардон (расположенное в Лимузене), представленное крутопадающими рудными телами неправильной формы, прослеженными до глубины 400 м, мощностью 1-30 м. Здесь разведанные запасы урана составляли 5,9 тыс. т (из них 1,9 тыс. т находились в контурах открытых горных работ). На месторождении Буа Нуар, расположенном в районе Форез [1], запасы урана до глубины 200 м составляли 4 тыс. т. Месторождения Брюжо и Марнак (в Лимузине) и Экарпьер (в Вандее) обладали запасами урана также порядка тысячи тонн.

В результате их промышленного освоения, в 1949 г. производство урана во Франции на своей территории составило 75 т, а уже к 1958 г. – 1823 т урана.

Эти и другие урановые месторождения разрабатывались горнодобывающими компаниями Crouzille (в регионе Лимузен), Vendée (на западе Франции), а также Forez et Hérault, под общим управлением Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA). Так, промышленная эксплуатация урановых месторождений (43 карьера и 25 крупные шахты, а всего здесь насчитывалось 210 урановых рудников различной производительности) во Франции продолжалась практически почти 50 лет (за этот период из недр было извлечено 52,5 млн. т урансодержащей руды и 200 млн. т вмещающих пород, из которых гидрометаллургией и кучным выщелачиванием было получено около 76000 т урана).

Например, открытые горные работы во Франции производились на месторождениях Брюжо и Буа-Нуар, непосредственно выходящих на дневную поверхность, а также Лодев (рис. 2).

На урановом месторождении Брюжо открытые горные работы осуществлялись в сильно нарушенном сбросами и зонами смятия горном массиве. Здесь урановая минерализация (смолка) была приурочена к основным трещинам и в виде черной рассеяна в близрасположенных трещинах, образуя различные промышленные скопления с сильно изменчивыми контурами. Открытые работы на этом карьере были запроектированы до горизонта -65 м, а уже ниже разработка месторождения осуществлялась подземным (шахтным) способом. В итоге, общий объем выемки карьера Брюжо составил 7,8 млн. т горной массы (в том числе 1 млн. т руды, содержащей 1000 т урана).

В период с 1948 г. по 1995 г. компания Ageva занималась открытой разработкой уранового месторождения Бессинес (рис. 3), в регионе Лимузен. В этот же период разработкой (открытым и подземным

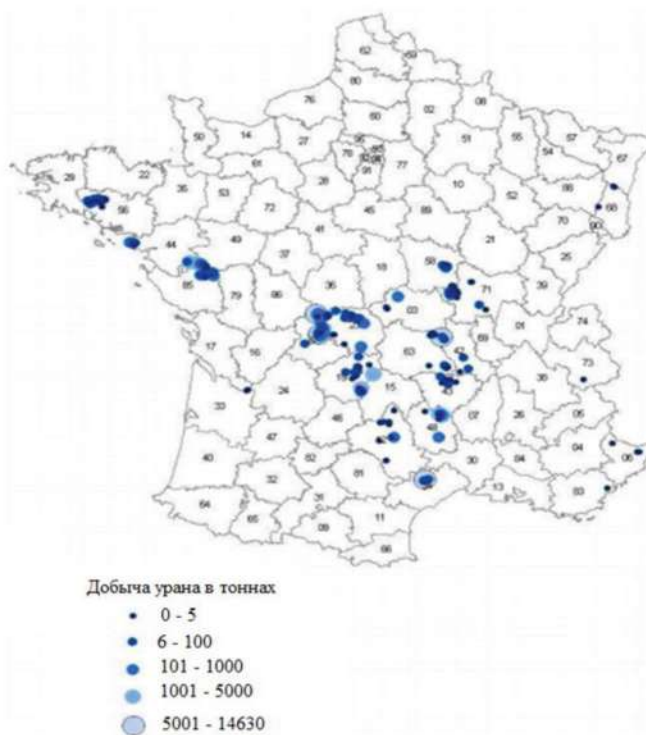


Рис. 1. Расположение горнодобывающих урановых предприятий во Франции в зависимости от их тоннажа [12]



Рис. 2. Разработка уранового месторождения Лодев



Рис. 3. Урановый рудник Бессинес (Франция, 1978 г.): 1 – добыча урана в тоннах, 2 – штабель, 3 – обогатительная фабрика, 4 – эксплуатационный шахтный ствол, 5 – карьер Брюжо



Рис. 4. Схема расположения урановых рудников в Бретани и тоннаж их добычи



Рис. 5. Урановый рудник Бессинес после закрытия и рекультивации (Франция, 2018 г.): А – Вскрытие горных пород с извлечением хвостохранилища; Лавауграссе, В – Вскрытие горных пород с извлечением хвостохранилища; карьер Брюго, В – Водоотстойник, Г – Река Гартемпл



Рис. 6. Отвалы рудника Лодев (Ле-Боск, Эро) в период горнотехнической рекультивации

способом) урановых месторождений, где было добыто 12870406 т руды со средним содержанием 1,81% (из которых было получено 23324 т урана), управлял Горнодобывающий отдел Ла-Крузиль.

Дочерняя компания Areva до 1984 г. осуществляла разработку урановых месторождений на 42 рудниках в Бретани (рис. 4), где было добыто 1112 тыс. т руды, с содержанием урана 4 кг на 1 т.

После своего расцвета в 1980-х годах (1988 г. оказался наиболее рекордным годом, когда из собственно французских урановых месторождений было извлечено 3420 т урана, что на тот период времени составляло практически 5,6 % мирового производства, в совокупности оцениваемого в 61000 т), экономические ограничения и истощенные месторождения положили в 1990-е годы конец добыче урановых руд во Франции. Так, последний урановый рудник и карьер Жуак (г. Бернардан в Верхней Вьенне), руда которого содержала 0,55% U, был закрыт в 2001 г.

По завершению эксплуатации все горные предприятия (карьеры, рудники и шахты) подлежали обязательной рекультивации (рис. 5), с горнотехническим и биологическим этапом для отвалов (рис. 6).

Примерно около 2 млн. т пустой породы горного производства (из 200 млн. т, извлеченных из недр на урановых рудниках во Франции) были использованы в общественном секторе: под автодорогами, трассами для мотокросса и автостоянками, в городских и сельских переулках, под развлекательными центрами, в садах, фермах, на набережных, на дне прудов, и т.д. Еще 600 тыс. т извлеченных горных пород урановых рудников было потеряно и рассеяно в окружающей среде.

Кроме рекультивации накопленных отвалов урановых рудников требовалось осуществлять постоянный мониторинг и очистку рудничных (шахтных и карьерных) вод.

В настоящее время урановые рудники Fanau и Augères находятся среди холмистой и густо засаженной деревьями местности, района гор Амбазак, в 3 км с севера на юг и 2,5 км с востока на запад от г. Разеса. Эти рудники включают в себя 17 подземных довольно протяженных выработок, соединенных между собой технологическими туннелями.

В Марньяке, урановые рудники (включающие 10 подземных выработок, также соединенные технологическими туннелями) находятся в пределах периметра, который проходит в 3 км с востока на запад и 3,5 км с севера на юг от г. Разеса и в 1 км к северо-востоку от г. Компреньяка.

Водоочистительная станция Ожер обрабатывает поступающие сюда шахтные воды, собираемые из 70 км подземных горных выработок законсервированных урановых рудников Fanau и Augères. Бассейн для сбора шахтной воды находится в долине несколько ниже уровня реки, чтобы избежать возможного перелива в неё. Оттуда шахтные воды перекачиваются на водоочистную станцию, расположенную перед несколькими отстойниками.

Необходимо отметить, что до очистки шахтная вода из прудонакопителя имеет содержание урана от 100 до 150 мкг/л и около 0,7 Бк/л радия. Для очистки шахтных вод компания Areva NC использует физико-химический процесс, основанный на добавлении солей $Al_2(SO_4)_3$ и $BaCl_2$. При этом сульфат алюминия вызывает осаждение урана, а хлорид бария - радия. Химически этот процесс представляет собой соосаждение урана с осадком гидроксида железа ($Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$). В итоге, очищенные шахтные воды, покидающие водоочистительную станцию, имеют содержание урана от 30 до 70 мкг/л и радия около 0,05 Бк/л. Таким образом, в настоящее время около 20% первоначального загрязнения U и Ra всё еще попадает в окружающую среду (гидросферу).

Урановый карьер Puy de l'Age расположен в 4,5 км к юго-востоку от хвостохранилища Bessines, на северной стороне гористого и крутого лесного региона Bois des Echelles. В настоящее время он представляет собой искусственное озеро (с максимальной глубиной 25 м), окруженное лугами и предоставленное в пользование ассоциации рыбаков «Le Martin Pêcheur» для развития нахлыстовой рыбалки.

Здесь вода обрабатывается на месте с помощью физико-химического процесса, который не намного отличается от процесса, применяемого на рудниках Augères и Penu. В этом процессе вода с высоким содержанием железа соли, для достижения значения pH около 9,5, сначала смешивается с гашеной известью ($Ca(OH)_2$), вызывающей осаждение железа в виде гидроксида железа $Fe(OH)_3$. Это приводит к соосаждению урана. Оба образуемых комплекса (Fe и U) осаждаются довольно быстро. $BaCl_2$ добавляется для осаждения Ra-226. Перед выпуском в озеро очищенная вода проходит через 2 отстойных пруда. Объем очистки составляет 100 м³ воды в час. Если чаша карьера в настоящее время уже полностью заполнена водой, то выработанное пространство рудника всё ещё заполняется (со скоростью около 15 м³/час). По экспертным оценкам, его полное заполнение займет еще 10 лет.

Образующая в результате извлечения из недр или после гидрометаллургической переработки урановых руд радиоактивная геомасса складировалась в отвалы или хвостохранилища. В частности, участки

хранения радиоактивных минеральных отходов имеются в Бельзани и Монмассахро в Верхней Вьенне, Бертолен в Авероне, Рофин в районе Пюи-де-Дом, Рибьер в Ла-Крез, Ла Командери, граничащие с Вандейскими аренами, а также Дез-Север и Тойфельсхох в Верхнем Рейне и др. территориях.

В результате в настоящее время во Франции имеются 2 типа радиоактивных минеральных отходов урановой промышленности:

– отвалы вмещающих пород и от переработки урановых руд на предприятиях КВ, характеризующиеся довольно низким содержанием (порядка 300-600 частей на миллион урана) со средней общей концентрацией активности 44 Бк/г (из которых около 4 Бк/г приходится на радиий-226). Эта геомасса (около 20 млн. т), извлеченная из недр или полученная в результате статического выщелачивания в штабелях КВ, хранится в отвалах или насыпках карьеров, либо использовалась в качестве начального покрытия поверхности хвостохранилищ ГМЗ;

– пески гидрометаллургической переработки (около 30 млн. т, содержащие до 1% урана), со средней общей концентрацией активности 312 Бк/г (из которых около 29 Бк/г приходится на радиий-226). Эти пески хранятся в старых карьерах (иногда с дополнительной дамбой), либо в специальных хвостохранилищах, закрытых кольцевой дамбой, либо за дамбой, блокирующей тальвег. В целом во всех хвостохранилищах ГМЗ Франции заскладированно примерно 52 млн. т радиоактивных песков (технологических продуктов переработки урановых руд).

Кроме того, во Франции загрязнение окружающей среды продуктами природного выщелачивания законсервированных рудников особенно остро стоит в Верхней Вьенне, на озере Сен-Парду (которое, используется как водоем для рекреационных целей) и в пруду Крузиль (используемым, как резерв для обеспечения водой г. Лимож). В обоих случаях концентрации урана, обнаруженные в донных отложениях, достигли значений, превышающих 10000 Бк/кг по урану-238.

В ходе исследования было установлено, что концентрация радона во многом зависит от топографии местности хранения радиоактивной геомассы [7]. Так, самые высокие концентрации радона обнаруживаются не на поверхности мест хранения отвалов и хвостохранилищ, а в плохо проветриваемых узких долинах. При этом концентрация радона в районе Лимузена часто бывает очень высокой.

Переработку добытых урановых руд во Франции осуществляли 8 гидрометаллургических заводов, а их радиоактивные минеральные отходы (пески) были заскладированы в 16 объектах долговременного хранения (рис. 6).

В период с 1958 по 1993 г. вся добытая урановая руда из близрасположенных рудников перерабатывалась на обогатительной фабрике Бессин-сюр-Гартемп, которая также получала минеральное сырье из других месторождений и предприятий.

Общее количество переработанной здесь урановой руды составляет:

- на ГМЗ - 14839000 т;
- в штабелях кучного выщелачивания (КВ) - 8614000 т.

Исходный минералогический и химический состав добываемых урановых руд, как правило, обуславливают последующие составы горной массы отвалов урановых рудников (карьеров и шахт) и песков хвостохранилищ гидрометаллургических заводов [4, 5]. Необходимо отметить, что во Франции различные ГМЗ имели не только разную мощность (табл. 1), но и непосредственно переработка урановых руд производилась с учетом их отдельных сортов, получаемых после первичной сортировки, с профилизацией отдельных заводов по определенному сорту руды, что отразилось и на физико-химическом составе и характеристиках песков из хвостохранилищ.

Так, гидрометаллургический завод в Гуеньоне перерабатывал богатые (штуфные) руды, отбираемые на различных рудниках Франции. Заводы в Бессинес и Экарпьер перерабатывали руду как с ближайших рудников, так зачастую и с более отдаленных. После закрытия гидрометаллургического завода Bessines в 1993 г. оставшаяся урановая руда перерабатывалась на фабрике горнодобывающей компании в Жуаке (в Бернардане). На заводе в Буа Нуар низкосортные руды предварительно обогащались посредством радиометрической

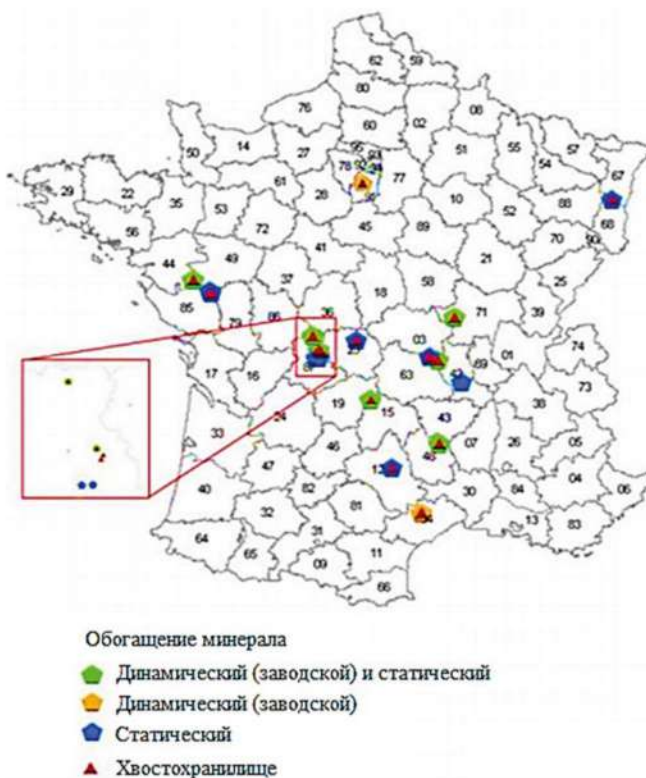


Рис. 7. Размещение площадок по переработке и хранению радиоактивных минеральных отходов во Франции

Таблица 1
Характеристика гидрометаллургических заводов Франции [9]

Район и месторождение	Местоположение завода	Годовая производительность		Содержание урана в отсортированной руде, %
		руды, тыс. т	урана, т	
Вандея Экарпьер	Экарпьер	300	350	1,0
Шалель Ларжо, Коммандери Лимузин (Крузиль)	Бессине	600	900	1,25
Бружо, Марнак Сань, Фанэ Форез	Буа Нуар	180	330	1,85
Морван Грюри	Гуеньон	30	200	6,0
Всего:	–	1100	1780	–

ской сепарации, а затем поступали для концентрации на флотацию [9]. Полученные богатые концентраты направлялись на дальнейшую переработку на ГМЗ в Гуеньоне.

Для физико-химических свойств образуемых песков важным представляется, что последние 3 завода применяли обычную схему выщелачивания урана, включающую обработку растворами серной кислоты, ионообменное извлечение и осаждение ураната магния [9]. А на заводе в Гуеньоне для переработки богатых концентратов применялся процесс, основанный на осаждении из продуктивных растворов промежуточного продукта, содержащего значительное количество ураната кальция.

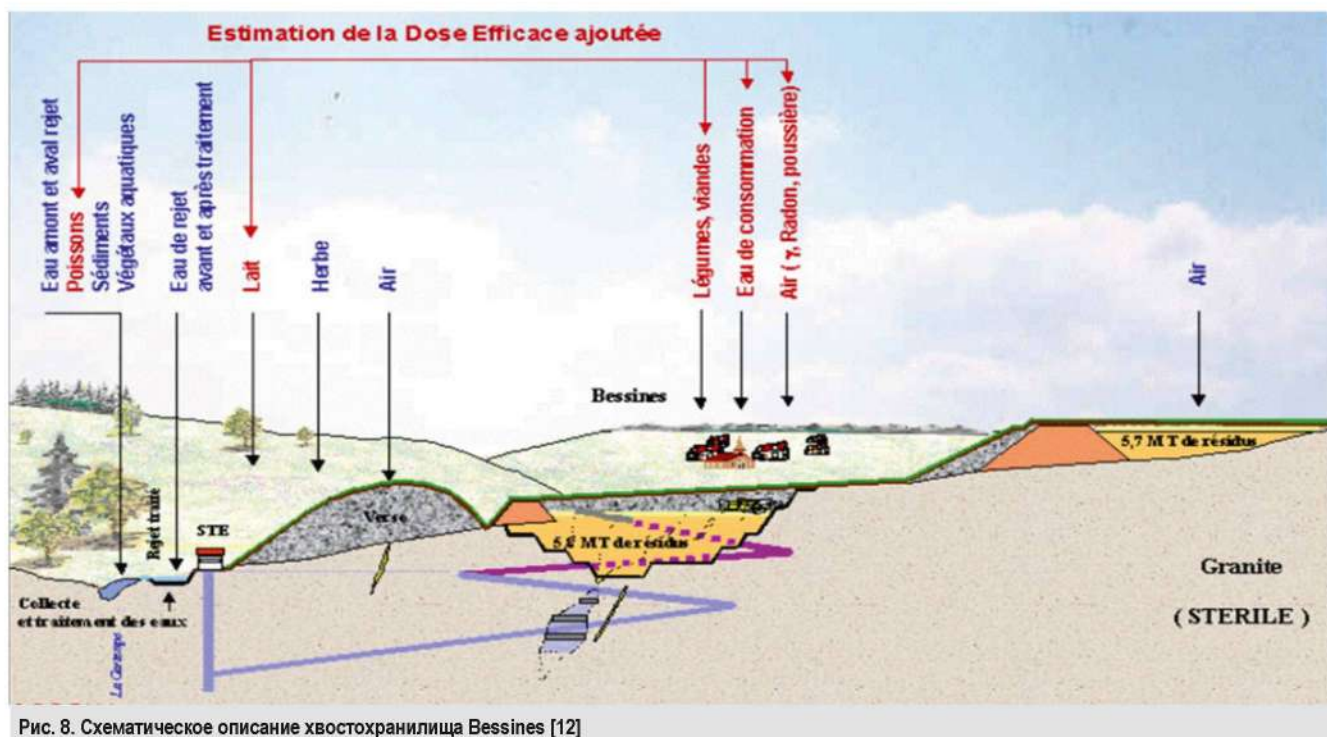


Рис. 8. Схематическое описание хвостохранилища Bessines [12]

В 1956 г. СЕА был открыт специальный торанитовый цех (по производству тория и урана из торанита), а в 1958 г. СЕА начала строительство нового перерабатывающего завода COMURHEX в Мальвези (открытый в 1969 г.), освободив центр СЕА в Ле Буше, который работал с 1948 г., для специального или дополнительного производства.

После закрытия Le Bouchet в 1971 г. Мальвези стал единственным действующим перерабатывающим заводом во Франции. До 2018 г. примерно от 50 до 75% потребностей французских АЭС в уране производится при переработке рудного концентрата («желтого кека») на заводе в Мальвези во Франции.

На этих объектах осуществляется не только радиологический мониторинг, но и мероприятия по рекультивации и реконструкции, проводимые Areva NC, как, например, на хвостохранилище Bessines (рис. 8), расположенном на плато, в нижней части которого протекает р. Гартемпле.

Все стоки, фильтрация, дренажные воды и т.д. с хвостохранилища Bessines собираются, идентифицируются и перекачиваются на обрабатывающую установку. В ней очищаемые воды проходят через 2 отстойника, а затем сбрасывается в р. Гартемпле.

Кроме того, пески ГМЗ хранятся в хвостохранилищах Lavaugrassie (в долине, перекрытой плотиной) и Brugéaud (бывшем карьере). Эти

два объекта были полностью рекультивированы, с покрытием поверхности хвостохранилища 2-х метровым отходом после КВ и 0,5 м плодородного грунта. На их поверхностях компания Areva NC выкашивает траву и следит за тем, чтобы на этом покрытии не росли деревья или кусты, которые могли повредить его своими корнями.

Кроме того, на минералогический и химический состав песков хвостохранилищ довольно существенно влияют и принятые технологии их переработки на ГМЗ. Так, процессы очистки (концентрирования), используемые во Франции, включают производство уридата магния, диурдата аммония, уридата натрия или уранилнитрата.

При чем, необходимо отметить, что во время выщелачивания на ГМЗ из урановых руд удаляется от 60 до 95% урана (т.е. уран-238, уран-234 и уран-235) [2, 11]. Однако, эта технология лишь частично удалит 2 изотопа урана, а именно – уран-238 и уран-234. А около 100% дочерних продуктов - от тория-230 до полония-210 (10 дочерних продуктов) – остается в песках хвостохранилищ с тем же значением радиоактивности, что и в необработанной руде.

Таким образом, можно подсчитать, что остаточная радиоактивность, оставшаяся в хвостах, равна 70% (а иногда и 80%) начальной радиоактивности исходной урановой руды (табл. 2).

Таблица 2

Остаточная радиоактивность «хвостов» уранового производства (по данным ЦНИИРАД)

Уран-238 концентрация в руде, %	Уран-238 активность в руде, (Бк/кг)	Общая активность урана-238 цепочка распада в руде (Бк/кг)	Уран восстановление (%)	Остаточный уран-238 активность в хвостах (Бк/кг)	Остаточный торий-230 активность в хвостах (Бк/кг)	Общий остаток активность урана-238 цепочка распада в хвостах	Остаточная активность распад урана-238 цепочка в хвостохранилищах по сравнению с исходной радиоактивность, %
А – урановая руда переработанная методом кучного выщелачивания							
0,03	3 750	52 500	60	1 500	3 750	43 500	83
0,03	3 750	52 500	80	750	3 750	40 500	77
0,06	7 500	105 000	60	3 000	7 500	87 000	83
0,06	7 500	105 000	80	1 500	7 500	81 000	77
В – урановая руда, переработанная на обычной мельнице							
0,1	12 500	175 000	95	625	12 500	127 500	73
1	125 000	1 750 000	60	50 000	125 000	1 450 000	83

При этом общая радиоактивность хвостов обычно превышает 40000 Бк/кг – в случае кучного выщелачивания и более 100000 Бк/кг – в случае песков гидрометаллургического заводов. В некоторых случаях радиоактивность песков может даже превышать 500000 Бк/кг.

Кроме того, пески хвостохранилищ урановых ГМЗ могут содержать такие металлы и полезные элементы, как золото, ванадий, молибден, иттрий, рений, скандий и редкоземельные элементы (РЗЭ). Поэтому они представляют собой значительный потенциальный источник указанных металлов и элементов, однако лишь в ограниченном количестве современных исследований сообщается о извлечении из них РЗЭ.

Это объясняется тем, что уран и РЗЭ имеют довольно схожие физические характеристики (например, ионный радиус), что приводит к включению *U* в минералы, содержащие РЗЭ, путем замещения в решетке. И наоборот, значительные концентрации РЗЭ могут быть обнаружены в некоторых *U*-содержащих рудных минералах (таких, как уранинит [*UO*₂]), которые в конечном итоге попадают в хвостохранилища.

Также целесообразно учитывать, что пески переработки урановых руд на ГМЗ обычно представляют собой тонкодисперсную массу, образовавшуюся в результате содового или кислотного извлечения

урана из измельченной руды. Они состоят из минеральных остатков и гидратных осадков (гидроксидов, сульфатов, карбонатов и т.д.).

При этом необходимо отметить, что распределение разных типов песков и их состав как по площади хвостохранилища, так и по разрезу его многометровой толщ, крайне гетерогенно. Так, вследствие гидравлической дифференциации пульпы на хвостохранилищах механический состав их песков, варьирует вниз по профилю от зоны выпуска пульпы к центральной зоне, что особенно выражено в промежуточной и центральной зонах. В результате, в центральной зоне хвостохранилища механический состав песков колеблется от супеси до суглинка тяжелого.

Всё это будет накладывать определенные ограничения на технологию последующей их повторной переработки [8,10].

С учетом длительного хранения песков в хвостохранилищах, относительно низкого (не промышленного) содержания в них ценных металлов и трудности технологического разделения радиоактивных, редких и редкоземельных элементов, целесообразно пропускать сбрасываемые воды через слой геохимических барьеров [6]. При этом необходимо учитывать, что скандий предпочтительнее сорбируется ферригаллуазитом, а германий – галлуазитом.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2021, №3 (86) pp. 96-101

THE PRACTICE OF RECULTIVATION AND PROCESSING OF DUMPS AND TAILINGS OF URANIUM MINES IN FRANCE

Vorobiev A.E., Doctor of Technical Sciences, Professor.

Traore M.A., environmental consultant, University of Rouen Normandy, France

Russian Peoples' Friendship University, Moscow, Russia.

University of Rouen Normandy, France.

The practical experience of recultivation and peculiarities of processing of dumps and tailings of uranium mines in France is presented. The history of the development and closure of the uranium industry in France is described: the time of the beginning of the development of uranium deposits by quarries and mines, as well as processing at hydrometallurgical plants. Information is given on four geological regions where uranium ores and ore occurrences are located: Limousin, Vendée, departments of Saone-et-Loire, Puy-de-Doma. Uranium ores were found in sedimentary, uranium-bitumen, paleo-channel and lagoon sediments, clay-sandy and hydrothermal deposits, and their genotype was given. In explored deposits and ore occurrences, uranium ores are represented by pitchblende, coffinite and uranite mineralization (with a uranium content of 2-3%), as well as plant residues (with a uranium content of 0.1%), vein and vein-disseminated ores. In total, about 30 uranium deposits were explored in France, with total uranium resources in the amount of more than 23 thousand tons of uranium. The development of uranium deposits in France is described. The features of reclamation of dumps and tailing dumps are detailed, with the allocation of purification of mine waters from uranium and radium. It is shown how the mineral and chemical compositions of the tailings sands are formed, which determine the features of the technologies for their subsequent recycling. Due to the insignificant initial concentrations, in accordance with the processing technologies used at hydrometallurgical plants, the sands of the tailings (except for the main metal - uranium) contain such metals and useful elements as gold, vanadium, molybdenum, yttrium, rhenium, scandium and rare earth elements. These elements, in accordance with their mass, form different zones in the body of the tailings.

Keywords: France, uranium mines, dumps and tailings, sands, formation, monitoring, reclamation and recycling.

References:

1. Atomic energy // Academy of Sciences of the USSR. Volume 6. Issue. 2. – Moscow, 1959. 227-229 pp.
2. Vdovenkov P.M., Vorobiev A.E., Shchelkin A.A., Romanov A.M. Characteristics of the outputs of long-lived radionuclides from the dumps of uranium mining industries with surface waters // Materials of the I International conference "Resource-producing, low-waste and environmental technologies of subsoil development". – M.: RUDN, 2002. 91-92 pp.
3. Vorobiev A.E., Chekushin A.V. Radiation safety of uranium ore mining regions // Gorniy Vestnik, No. 2, 1998. 61-65 pp.
4. Vorobiev A.E., Chekushina E.V., Drebenstedt K., Chekushina T.V., Shchelkin A.A. Geochemistry of technogenesis of uranium mine dumps as the basis for effective reclamation and utilization of stored rock mass. – M.: RUDN, 2010. – 190 p.
5. Vorobiev A.E., Chekushina E.V., Sinchenko A.V., Baylagasova I.L., Roman A.T., Mastonov R.A. and others. The role of natural factors in assessing the conditions for the development of deposits and reclamation of the consequences of the activities of uranium mines // Natural and technical sciences, No. 6 (56), 2011. 302-306 pp.
6. Vorobiev A.E., Chekushina T.V. Method for selective storage and storage of tailings: A.S. 1717818 USSR, MPK E 21 S 41/00, BI No. 9, 1992.
7. Vorobiev A.E., Chekushina T.V., Chekushina E.V., Sinchenko A.V., Roman A.T. et al. Natural leaching of uranium and the mechanism of destruction of ore bodies and rocks // Bulletin of RUDN, No. 1, 2012. 101-108 pp.
8. Vorobiev A.E., Yurov V.M., Portnov V.S. Influence of natural factors on hydrodynamic processes and processes of destruction in dumps of uranium mines // Bulletin of Karaganda University. Series "Physics", No. 4 (64), 2011. 67-78 pp.
9. Minerals of France // <https://france.promotour.info/minerals.php>.
10. Portnov V.S., Vorobiev A.E., Tursunbaeva A.K., Khamitova A.S., Ermek E.E., Kamarov R.K. Influence of natural factors on dumps and open pits of uranium mines. Karaganda (Kazakhstan). KRU. 2012. – 148 p.
11. Ren Philip. Uranium ore mining in France // <https://fis.wikireading.ru/1956>.
12. Report: Verification under article 35 of the Euratom treaty // France - uranium – FR-10/06. 2010. – 81 p.

ГОРНОЕ ДЕЛО В УЗБЕКИСТАНЕ. ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ



Огай Д.А.,
начальник Юридического управления
Министерства туризма и спорта Республики Узбекистан,
кандидат юридических наук (PhD)

Taqdim etilgan maqolada muallif tog'-kon sanoati sohasidagi O'zbekiston Respublikasining qonun hujjatlarini tahlil qiladi, tog'-kon sanoatini qonunchilik bilan tartibga solish bo'yicha xorijiy tajribani taqdim etadi, dunyoning ayrim mamlakatlarining yalpi ichki mahsulotidagi tog'-kon sanoati ulushi tahlil qilingan, mamlakat mustaqilligining birinchi kunlaridan to hozirgi kungacha O'zbekiston Respublikasi qonunchiligi batafsil o'rganilgan, ma'lumotlar berilgan, pandemiyadan keyingi davrda mamlakatning tog'-kon sanoatining paydo bo'lishi, rivojlanishi va kelgusi istiqbollari, mamlakatning eng yirik kon-metallurgiya korxonalari (Navoiy KMK va Olmaliq KMK) faoliyati to'g'risida, "Tog'-kon, metallurgiya va metallga ishlov berish" xalqaro ko'rgazmasi haqida ma'lumot berilgan, tog'-kon sanoati korxonalarini ishlab chiqarayotgan mahsulotlar hajmi, hududlar kontekstida, miqdoriy va foizli nisbati to'g'risida ma'lumot berilgan, maxsus platforma yaratish, geolog va konchi kasbini ommalashtirish, shuningdek, tog'-kon sanoati sohasida xalqaro va mintaqaviy tashkilotlar bilan hamkorlikda mamlakatning tog'-kon sanoatini to'liq raqamlashtirish orqali sa'y-harakatlarni kuchaytirish bo'yicha taklif qilinmoqda.

Tayanch iboralar: O'zbekiston Respublikasi qonunchiligi, tog'-kon sanoati, xorijiy tajriba, mamlakat kon sanoati istiqbollari, xalqaro ko'rgazma, maxsus platforma, tog'-kon sanoatini raqamlashtirish.

В представленной статье автор исследует законодательство Республики Узбекистан в области горной промышленности, приведен передовой зарубежный опыт законодательного регулирования горной промышленности, анализируется доля горнодобывающей промышленности во внутреннем валовом продукте некоторых стран мира, проведено подробное изучение законодательства Республики Узбекистан начиная с первых дней независимости страны до настоящего времени, предоставляется информация о возникновении, развитии и дальнейших перспективах горной промышленности страны в постпандемический период, отдельно указано на деятельность крупнейших горно-металлургических предприятий страны (Навоийский ГМК и Алмалыкский ГМК), дана информация о международной выставке «Горное дело, Металлургия и Металлообработка», приведена информация об объеме продукции, произведенной предприятиями горнодобывающей промышленности и разработки карьеров, в разрезе регионов, количественном и процентном соотношении, предложено создать специальную платформу по популяризации профессии геолога и горняка, а также активизировать усилия во взаимодействии с международными и региональными организациями в горнопромышленной сфере путем полной цифровизации горнодобывающей промышленности страны.

Ключевые слова: законодательство Республики Узбекистан, горная промышленность, зарубежный опыт, перспективы горной промышленности страны, международная выставка, специальная платформа, цифровизация горнодобывающей промышленности.

Горнодобывающая промышленность – это очень важная отрасль, которая влияет на экономику и техническое развитие стран всего мира. Существует она еще с древних времен, когда человек взял в руку первый примитивный инструмент и начал добычу минералов и топливных ресурсов. Сейчас горное дело стремительно развивается, в промышленности заняты миллионы человек и огромное количество техники. Характеристика горнодобывающей промышленности, история развития ее с древних времен до нашего времени.

Узбекистан – промышленно ориентированное государство, промышленность различных отраслей составляет более пятидесяти процентов внутреннего валового продукта. Далее идут такие отрасли, как сельское хозяйство, строительство, грузовые и пассажирские перевозки, торговля и оказание услуг.

Страна имеет богатые недра, на ее территории имеются крупные месторождения нефти и природного газа, урана, золота, каменного угля, серебра, вольфрама и многих других полезных ископаемых. В связи с этим в Узбекистане хорошо развита горнодобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность, цветная и черная металлургия, золотодобыча и переработка [1].

Узбекистан занимает 14 место в мире по добыче природного газа, третье место в мире по экспорту и шестое место по производству хлопка, седьмое место в мире по запасам урана (4% мировых запасов урана), по общим запасам золота Узбекистан стоит на четвертом месте в мире, а по уровню добычи золота – на седьмом [2].

В целом, горнодобывающая отрасль подразумевает: геологию и ресурсы; услуги в области горного производства; управление водными ресурсами; горная геомеханика; управление отходами горного производства; металлургическое извлечение и переработка полезных ископаемых; проектирование зданий и сооружений.

Горнодобывающая промышленность делится на следующие основные группы:

- 1) топливодобывающую (нефтяная добыча природного газа, угольная, сланцевая, торфяная);
- 2) рудодобывающую (железорудная, марганцеворудная, добыча руд цветных, благородных и редких металлов, радиоактивных элементов);
- 3) промышленность неметаллических ископаемых и местных стройматериалов (добыча мрамора, гранита, асбеста, мела, доломита, кварцита, каолина, глины, гипса, мергеля, полевого шпата, известняка);
- 4) горно-химическую (добыча апатита, калийных солей, нефелина, селитры, серного колчедана, борных руд, фосфатного сырья);
- 5) гидроминеральную (минеральные подземные воды, вода для водоснабжения и других целей) [3].

Как известно, 90% добываемого в мире минерального сырья приходится на следующие его виды: нефть, природный газ, уголь, уран, железные, марганцевые и хромовые руды, бокситы, медные, свинцово-цинковые, никелевые, оловянные, вольфрамовые, молибденовые,

кобальтовые, ванадиевые, титановые руды, металлы платиновой группы, золото, серебро, алмазы, калийные соли, фосфориты и серу. Полным набором всех видов минерального сырья не обладает ни одна страна мира. Важнейшими горнодобывающими странами мира являются Россия, Китай, США, Австралия, Бразилия, Индия, ЮАР и Канада. Из всех стран мира в России добывается наибольшее количество видов минерального сырья. Крупнейшим потребителем продукции мировой горнодобывающей промышленности остается Китай [4].

Горнодобывающая отрасль вносит важный вклад в экономику Армении и является одним из самых быстрорастущих секторов экспорта за последние годы – руды и металлы составляют более половины экспорта страны. В Армении имеются богатые месторождения железа, меди, молибдена, свинца, цинка, золота, серебра, алюминия и нефелиновых сиенитов. В настоящее время в Армении эксплуатируются семь медно-молибденовых рудников, три медных рудника, тринадцать золотых и золото-полиметаллических рудников, два полиметаллических рудника, два железных рудника. Экологическая безопасность – одна из важнейших проблем отрасли. С этой точки зрения при одобрении программ по горной добыче государство будет отдавать предпочтение применению самых современных и безопасных технологий [5].

Правительство Кыргызской Республики определило горнодобывающую промышленность как одну из стратегических отраслей экономики. Существует целый ряд институциональных, законодательных и налоговых реформ, начатых в отношении кыргызской горнодобывающей отрасли, направленных на привлечение инвестиций международных геологоразведочных и горнодобывающих компаний, которые приведут к активизации геологоразведочной деятельности, увеличению поступлений от горных проектов, социально-экономическому развитию в регионах. Однако, несмотря на усилия Правительства страны, начатые реформы не приводят к увеличению иностранных инвестиций в кыргызскую горнодобывающую отрасль, в основном, из-за нестабильной и неопределенной правовой базы, противодействия местного населения горным разработкам, а также юридических споров вокруг нескольких крупнейших горнодобывающих проектов, таких как золотодобывающие проекты Кумтор и Джеруй [6].

На уровне Правительства принята Стратегия устойчивого развития промышленности Кыргызской Республики на 2019-2023 гг. [7].

За последние 10 лет темпы экономического роста Кыргызстана демонстрируют умеренный рост. В 2019 г. темпы роста в некоторой степени ускорились за счет роста добычи золота на месторождении «Кумтор». Промышленное производство занимает около половины ВВП страны, и существенная его часть – добыча золота (около 60%).

Темпы экономического роста в Таджикистане – самые высокие в регионе, в последние несколько лет ВВП рос со средним темпом 6-7% в год. Однако в 2020 г. экономический кризис, вызванный пандемией COVID-19, прервал этот тренд.

Основа экономики Казахстана – нефтедобыча, важную роль также играют сектора горнодобывающей и обрабатывающей промышленности, а также сектор оптовой и розничной торговли. Вместе они составляют более 40% ВВП.

Кроме того, в Казахстане кодекс «О недрах и недропользовании» (от 27 декабря 2017 года № 125-VI ЗРК) [8]. Также, реализуется проект ОЭСР «Повышение конкурентоспособности горной промышленности в Казахстане» [9].

В Украине принят отдельный горный закон (от 6 октября 1999 года № 1127-XIV) [10].

Среди стран, которые занимаются горнодобывающей промышленностью, выразительно выделяются 8, и бьют мировые рекорды по добыче сырья: Китай; США; Россия; Индия; Бразилия; Австралия; Южно-Африканская республика (табл. 1).

Сырье, которое добывается в этой отрасли, имеет огромное значение в металлургии, строительстве, мировом хозяйстве, энергетике. Огромная ресурсная база приходится на США, Россию, Китай, Индию и Австралию. Там добывается 75% полезных ископаемых мира [11].

Таблица 1

**Горнодобывающая промышленность:
таблица стран-лидеров по производству**

Полезное ископаемое	Страны
Железная руда	Китай, Австралия, Индия, Бразилия, Россия, Украина, США, ЮАР, Иран, Канада
Медь	США, Китай, Перу, Россия, Казахстан, Чили, Замбия, Австралия
Боксит (алюминиевая руда)	Китай, Австралия, Бразилия, Ямайка, Венесуэла, Суринам, Индонезия, Россия, Индия
Каменный уголь	Китай, США, Индия, Россия, Украина, Индонезия, Индия, ЮАР, Казахстан, Польша, Австралия
Нефть	США, Саудовская Аравия, Китай, Иран, Ирак, Бразилия, ОАЭ, Россия, Бразилия, Мексика, Кувейт, Венесуэла
Газ	Канада, США, Катар, Россия, Норвегия, Китай, Иран, Нидерланды, Саудовская Аравия, Алжир
Золото	США, Австралия, Перу, Россия, Узбекистан, Индонезия, Канада, Гана, ЮАР, Китай
Алмазы	Индия, ЮАР, Австралия, Ангола, Канада, Россия, Ботсвана,

Например, Чили обладает крупнейшими в мире запасами меди, которые составляют 170 млрд т, или 23% мировых, что более чем в два раза превышает доказанные резервы Перу – второго в мире производителя меди. Горная промышленность Чили выступает крупнейшим реципиентом прямых иностранных инвестиций с долей в 38% от общего их объема.

Сравнительный анализ с другими странами, богатыми минеральными ресурсами, свидетельствует, что доля горной промышленности в прямых иностранных инвестициях находится на уровне Южной Африки (32%) и Австралии (33%). В Норвегии горная промышленность получает 28% всех прямых инвестиций в страну, а Канада – 16%. В Индии этот показатель составляет 0,62%, а в Китае – 0,26% [12].

Помимо обычной горнодобывающей промышленности на планете Земля также в последнее время набирает обороты такой вид горнодобывающей промышленности как космический, так, в США и Германии уже приняты законы регулирующие данную сферу.

Кроме того, благодаря финансовой поддержке со стороны Федерального управления окружающей среды Швейцарии реализуются проекты под эгидой Конвенции Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН) о трансграничном воздействии промышленных аварий.

В частности, пилотный проект ЕЭК ООН по укреплению безопасности горнодобывающих операций, в частности хвостохранилищ, в Казахстане и за его пределами в Центральной Азии (2017-2019 гг.); проект ЕЭК ООН по укреплению безопасности горнодобывающих операций, в частности хвостохранилищ, в Таджикистане и Центральной Азии (2019-2020 гг.); проект по оказанию поддержки странам Центральной Азии по укреплению безопасности хвостохранилищ (2020-2021 гг.) [13].

За последние 30 лет структура ВВП Узбекистана претерпела серьезные изменения: доля сельского хозяйства снизилась за счет роста доли промышленности. Существенная часть ВВП Узбекистана складывается из горнодобывающей промышленности и обрабатывающей промышленности, также связанной с добычей природных ресурсов: Узбекистан занимает 13-е место в мире по добыче природного газа, 9-е место по добыче золота, 7-е место по добыче урана, 20-е место по добыче меди. Объем промышленного производства за последние 10 лет ежегодно растет в среднем на 8,4 %.

Полномасштабное развитие горнодобывающей промышленности Узбекистана началось с первых дней независимости страны. В настоящее время принято свыше 100 нормативно-правовых актов.

Первым законодательным актом в данной сфере стал закон «Об охране природы», принятый на следующий день после принятия Основного закона государства 9 декабря 1992 года.

Данный закон установил правовые, экономические и организационные основы сохранения условий природной среды, рационального использования природных ресурсов с целью обеспечить сбалансированное гармоничное развитие отношений между человеком и природой, охрану экологических систем, природных комплексов и отдельных объектов, гарантировать права граждан на благоприятную окружающую среду.

При этом, необходимо отметить, что спустя почти 30 лет, установленные в нем положения еще актуальны. Так, в частности, законом определены: объекты охраны природы и охраняемые природные территории; цели охраны природы; полномочия органов государственной власти и управления в области регулирования правоотношений по охране природы; права и обязанности жителей республики Узбекистан в области охраны природы; нормативное регламентирование качества окружающей природной среды; регулирование использования природных ресурсов; экологическая экспертиза; экоконтроль; экономические меры обеспечения охраны природы; чрезвычайные экологические ситуации; экологические требования к хозяйственной и иной деятельности; ответственность за нарушение природоохранного законодательства, разрешение споров в области охраны природы.

7 мая 1993 года был принят Закон «Об особо охраняемых природных территориях», определяющий общие правовые, экологические, экономические, организационные основы охраны уникальных и ценных с экологической, экономической, научной, культурной, санитарно-оздоровительной, эстетической точек зрения природных комплексов, являющихся национальным богатством и общенародным достоянием, в интересах настоящего и будущих поколений. Его задачами были определены: сохранение уникальных природных комплексов, памятников природы, генетического фонда растений и животных, изучение естественных процессов и мониторинг природной среды, экологическое воспитание населения, ограничение хозяйственного использования территорий, имеющих природоохранное значение.

На замену этого закона в 2004 г. был принят закон «Об охраняемых природных территориях».

В данном законе определены: охраняемые природные территории и их категории, а также земельные участки и участки акватории таких территорий; доступ граждан на охраняемые природные территории; государственный контроль в области охраны и использования охраняемых природных территорий; управление охраняемыми природными территориями; территории для сохранения, воспроизводства и восстановления отдельных природных объектов и комплексов; государственные биосферные резерваты, национальные парки и межгосударственные охраняемые природные территории.

Помимо вышеуказанного закона, 23 сентября 1994 года был принят Закон «О недрах», который состоял из 10 разделов и 51 статьи. Задачами данного Закона были определены регулирование отношений, возникающих при владении, пользовании и распоряжении недрами (горные отношения), в целях обеспечения рационального, комплексного использования недр для удовлетворения потребностей в минеральном сырье, подземных водах и других нужд, охраны недр, окружающей природной среды и безопасности ведения работ при пользовании недрами, защиты интересов государства и граждан, а также охрана прав пользователей недр.

В частности, Законом предусматривалось государственное регулирование горных отношений; пользование недрами; геологическое изучение недр; проектирование предприятий, связанных с использованием недрами; основные требования к разработке месторождений полезных ископаемых, переработке минерального сырья и безопасному ведению работ; использование и охрана недр; государственный учет работ, связанных с использованием недрами; государственный контроль и надзор за использованием и охраной недр, геологическим изучением недр и рациональным использованием минеральных ресурсов; рассмотрение споров по вопросам использования и охраны недр, ответственность за нарушение законодательства о недрах.

Впоследствии, в 2002 г. закон был изложен в новой редакции, который был принят с учетом международного права, изменившихся отношений в этой сфере, практической значимости, а также в целях определения основных понятий, конкретизации полномочий субъектов, ответственных за регулирование горных отношений, установления требований пользования недрами, в том числе рационального использования и охраны недр.

В целях регулирования отношений, возникающих в процессе заключения, исполнения и прекращения соглашений о разделе продукции при осуществлении инвестиций в поиске, разведке месторождений и добыче полезных ископаемых на территории Республики Узбекистан, в 2001 г. был принят Закон «О соглашениях о разделе продукции».

Так, согласно данному закону, под соглашением о разделе продукции понимается договор, в соответствии с которым Республика Узбекистан предоставляет иностранному инвестору на возмездной основе и на определенный срок исключительные права на поиск, разведку месторождений и добычу полезных ископаемых на участке недр, указанном в соглашении, и на ведение связанных с этим, работ, а инвестор обязуется осуществить проведение указанных работ за свой счет и на свой риск.

В соответствии с законами «Об охране природы», «Об охране труда» и «О недрах», а также в целях обеспечения надзора за безопасным ведением работ при добыче радиоактивных материалов, эксплуатации ядерно-опасных объектов сотрудничества с МАГАТЭ, 10 января 1996 года за № 17 принято постановление Кабинета Министров «О совершенствовании деятельности Государственного комитета Республики Узбекистан по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору».

В частности, создан Навоийский государственный горный институт, утверждены типовые положения о геологической и маркшейдерской службах, а также положения о военной горноспасательной части Госкомпромпобезопасности, об Узбекской военизированной части по предупреждению и ликвидации открытых нефтяных и газовых фонтанов НКХ «Узбекнефтегаз», приняты меры по реализации инвестиционных проектов «Проведение геологоразведочных работ на инвестиционных блоках Сечанкуль, Ақджар и Чимбай, а также разработка месторождений Урга, Акчалакской и Чандырской группы», «Отработка карьера «Мурунтау», «Строительство новой плавильной печи на медеплавильном заводе», «Организация производства оборудования для горно-шахтных работ», «Строительство подземного рудника на месторождении "Кайрагач", «Реконструкция и расширение рудника Кальмакир», инвестиционных блоков «Узбекистон мустақиллиги», «Сечанкуль, Ақджар и Чимбай, а также разработка месторождений Урга, Акчалакской и Чандырской группы», проекта «Отработка полиметаллических руд месторождения Хандиза».

В целях дальнейшего совершенствования управления и обеспечения эффективности надзора за безопасностью ведения работ в промышленности и горному надзору Государственный комитет Республики Узбекистан по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору преобразован в Агентство по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору (Указ Президента Республики Узбекистан от 07.02.2000 г. № УП-2535) [14].

Во исполнение данного Указа Президента Республики Узбекистан утверждены: организационная структура Агентства, его Положение и Положение о Фонде безопасности труда и охраны недр Агентства (постановление Кабинета Министров от 07.04.2000г. № 130) [15].

В последующем Агентство по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору преобразовано в Государственную инспекцию по надзору за безопасным ведением работ в промышленности, горном деле и коммунально-бытовом секторе (Указ Президента Республики Узбекистан от 09.07.2004г. № УП-3454 [16] и постановление Кабинета Министров от 10.07.2004 г. № 323).

Одним из значимых шагов в развитии данной отрасли стало принятие постановления Кабинета Министров от 31.05.2017г. № 328, которым был утвержден Перечень перспективных площадей страте-

гически важных видов твердых полезных ископаемых, для геологического изучения которых привлекаются иностранные инвестиции (Султанувайский, Центрально-Кызылкумский, Нуратинский, Южно-Узбекистанский, Приташкентский, Зиаэтдин-Зирабулакский, Ауминза-Бельтауский горнорудные районы).

В целях дальнейшего совершенствования системы организации геологоразведочных работ, ускорения проведения и повышения эффективности геологических изысканий, ориентированных на конечные результаты — опережающее развитие минерально-сырьевой ресурсной базы, обеспечивающей увеличение прироста промышленных запасов и добычи полезных ископаемых, устойчивое развитие ведущих базовых отраслей реальной экономики республики, расширение экспортного потенциала приняты постановление Президента Республики Узбекистан от 27.08.2010 г. № ПП-1396 «О мерах по дальнейшему повышению эффективности системы организации и проведения геологоразведочных работ» и постановление Кабинета Министров от 11.05.2011 г. № 131 [17].

При Государственном комитете Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам создана Инспекция по контролю за горно-геологической деятельностью (постановление Президента Республики Узбекистан от 01.03.2018г. № ПП-3578).

Утверждены положения о порядке предоставления горных отводов для разработки месторождений полезных ископаемых; о порядке предоставления горных отводов для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых; о порядке списания с учета пользователя недр запасов полезных ископаемых, добытых и потерянных в процессе добычи; о порядке осуществления государственного контроля в сфере геологического изучения, использования и охраны недр; и единые правила охраны недр при разработке месторождений полезных ископаемых (постановление Кабинета Министров от 04.12.2018г. № 983).

В целях усовершенствования системы управления и обеспечения эффективного государственного надзора в сферах промышленной, радиационной и ядерной безопасности на базе Государственной инспекции по надзору за геологическим изучением недр, безопасным ведением работ в промышленности, горном деле и коммунально-бытовом секторе при Кабинете Министров Республики Узбекистан и его региональных инспекций образован Государственный комитет промышленной безопасности Республики Узбекистан (Госкомпромбез) и его территориальные управления (Указ Президента Республики Узбекистан от 12.12.2018 г. № УП-5594, постановление Президента Республики Узбекистан от 12.12.2018 г. № ПП-4058), и, соответственно, утверждено его положение (постановление Кабинета Министров от 01.02.2019 г. № 75).

Предусматривается увеличение к 2026 г. производства продукции в ГП «Навоийский ГМК» на 30%, в АО «Алмалыкский ГМК» привлечение инвестиций в объеме 2,9 млрд. долларов США и увеличение к 2023 г. производства меди на 28%, цинка на 75% (постановление Президента Республики Узбекистан от 17.01.2019 г. № ПП-4124).

Под председательством Премьер-министра Республики Узбекистан образованы Республиканская комиссия по реформированию горно-металлургической отрасли и Специальная комиссия по созданию и развитию Кластера научной промышленности, а также в Департаменте по вопросам развития геологии, энергетики, промышленности и ее базовых отраслей структуры исполнительного аппарата Кабинета Министров образованы Сектор развития металлургической отрасли и Кластера медной промышленности [18].

С 2006 г. при Кабинете Министров действует Республиканский проектный институт «УзИнжиниринг», основными задачами которого являются: координация научно-технического и проектного обеспечения проводимых в стране структурных преобразований, подготовка на высоком уровне и качественное сопровождение реализации крупных инвестиционных проектов по строительству, реконструкции и модернизации предприятий базовых отраслей промышленности, имеющих важное значение для устойчивого и сбалансированного развития экономики республики [19].

В рамках СНГ Узбекистан присоединился к Соглашению о сотрудничестве в области изучения, разведки и использования минерально-сырьевых ресурсов (Москва, 27 марта 1997 года) [20].

В недрах Узбекистана больше 2 700 месторождений разных полезных ископаемых, включающих около 100 видов минерального сырья.

В Узбекистане ежегодно проходит Международная выставка «Горное дело, Металлургия и Металлообработка», так с 3 по 5 ноября 2021 года в НВК «Узэкспоцентр» (Ташкент) открывает свои двери 15-я Юбилейная Международная выставка «Горное дело, Металлургия и Металлообработка – MiningMetals Uzbekistan 2021».

«MiningMetals Uzbekistan» – лидирующая специализированная выставка в Узбекистане, представляющая весь комплекс технологий и услуг для горнодобывающей и металлургической, машиностроительной промышленности и металлообработки входит в деловой календарь руководителей, главных инженеров и главных металлургов ведущих промышленных предприятий Узбекистана и Центральной Азии, отвечающих за закуп оборудования и внедрение новейших технологий в индустрии. Государственная поддержка, широкое участие крупнейших зарубежных производителей, охват всех секторов отрасли, насыщенная деловая программа подтверждают значимость выставки как главного события отрасли.

В 2019 г. свои достижения на выставке представили более 100 компаний из 16 стран, в том числе: Австралия, Республика Беларусь, Германия, Иран, Италия, Казахстан, Китай, Республика Корея, Латвия, Польша, Россия, Турция, Узбекистан, Франция, Швеция, Эстония. Выставку посетило свыше 3 000 специалистов.

Ежегодно в рамках деловой программы выставки проходит Международный горный форум Узбекистана – UIMF, программа которого предусматривает обсуждение активизации проектов по геологоразведке, а также вопросов по раскрытию инвестиционного потенциала горной отрасли страны [21].

Так, на сегодняшний день, как отмечает UzDaily.uz, по предварительным данным, в январе-апреле 2021 г. основными факторами роста физического объема промышленного производства стало его увеличение на предприятиях горнодобывающей промышленности – на 1,8%, обрабатывающей промышленности – на 7,7%, электроснабжения, подачи газа, пара и кондиционирования воздуха – на 11,8%, в водоснабжении, канализации, сборе и утилизации отходов – на 3,9%.

Объем продукции, произведенной предприятиями горнодобывающей промышленности и разработки карьеров за январь-апрель 2021 года, составил 12,7 трлн. сумов, или 10,2% от общего объема промышленности.

Сегодня в республике действуют 87,1 тыс. предприятий промышленности, из них 16,1 тыс. (18,5% от общего количества действующих предприятий) приходится на г. Ташкент, 9,5 тыс. (10,9%) – Ферганскую, 8,9 тыс. (10,2%) – Ташкентскую, 8,9 тыс. (10,2%) – Андижанскую, 7,4 тыс. (8,5%) – Самаркандскую и 6,9 тыс. (7,9%) – Наманганскую области.

В январе-апреле 2021 года в республике было вновь создано 7634 предприятия промышленности, из них 828 (10,8% от общего количества вновь созданных) приходится на Ферганскую, 718 (9,4%) – Самаркандскую, 670 (8,8%) – Наманганскую, 643 (8,4%) – Кашкардарьинскую области и 837 (11,0%) – г. Ташкент.

На сегодняшний день наибольшее количество действующих промышленных предприятий расположено в городах Андижан (3215 ед.), Наманган (2635 ед.), Самарканд (1653 ед.), Коканд (1457 ед.), а также в следующих районах города Ташкент: Алмазарском (2173 ед.), Чиланзарском (1993 ед.), Учтепинском (1896 ед.), Юнусабадском (1748 ед.), Шайхантахурском (1429 ед.) и Мирзо-Улугбекском (1344 ед.).

По состоянию на 1 мая 2021 г. минимальное количество действующих промышленных предприятий находится в г. Ширин (60 ед.) Сырдарьинской области; Тамдынском районе (64 ед.) и г. Газган (32 ед.) Навоийской области; Арнасайском (87 ед.) и Янгибадском (70 ед.) районах Джизакской области; Кегейлийском (81 ед.), Канлыккульском (70 ед.), Тахтакупырском (76 ед.) и Бозатауском (36 ед.) районах Республики Каракалпакстан; Бандиханском районе (53 ед.) Сурхандарьинской области [22].

Учитывая важное значение горно-металлургической промышленности в развитии и укреплении экономического потенциала страны, отмечая вклад многотысячных коллективов предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых в развитие горно-металлургической промышленности и подготовку кадров третье воскресенье мая месяца установлено «Днем работников горно-металлургической промышленности Республики Узбекистан» [23].

Отдельного внимания заслуживает привлечение международных и иностранных инвестиций в страну в целях развития горной промышленности и соответствующих инфраструктур. Это стало особенно проявляться в последние пять лет развития государства.

Так, в целях внедрения эффективной системы управления на предприятиях геологической отрасли путем их трансформации на основе передового международного опыта, снижения себестоимости геологоразведочных работ, направленных на открытие новых месторождений полезных ископаемых, увеличения потока прямых иностранных инвестиций на промышленную разработку месторождений, коренного реформирования деятельности Государственного комитета по геологии и минеральным ресурсам, а также организации современных производственных мощностей и создания новых рабочих мест в регионах, 21 апреля 2021 г. за № ПП-5083 было принято постановление Президента Республики Узбекистан «О дополнительных мерах по активному привлечению инвестиций в сферу геологии, трансформации предприятий отрасли и расширению минерально-сырьевой базы республики».

В частности, указанным постановлением Президента Республики Узбекистан утверждена «Дорожная карта» по реформированию предприятий, осуществляющих деятельность в системе Госкомгеологии, повышению инвестиционной привлекательности и широкому внедрению цифровизации в данную сферу [24].

Проводимые реформы служат дальнейшему росту потока в экономику как отечественных, так и иностранных инвестиций, способствующего модернизации и переоснащению существующей инфраструктуры, а также стимулированию развития конкурентной среды [25].

В Узбекистане с 2017 г. активно проводятся реформы для привлечения международных инвестиций, повышения конкурентной

способности промышленности и либерализации финансовой системы. Для повышения эффективности и увеличения объемов добычи золота и меди правительство Узбекистана внедряет масштабные программы модернизации в двух основных государственных горнодобывающих компаниях - АО "Алмалыкский ГМК" и Навоийский горно-металлургический комбинат (НГМК) [26].

В целях дальнейшего совершенствования национального законодательства предлагается создать специальную платформу по популяризации профессии геолога и горняка, поскольку сегодня наблюдается дефицит кадров в геологической и горной отраслях; усилить меры господдержки предприятий промышленного сектора; создать условия для снижения процента нерентабельных и стимулирования клиентоориентированных проектов; привлечь дополнительные инвестиции в промышленные проекты; внедрить цифровые технологии на промышленные производства, развитие цифровых сетей поставок; провести адресную поддержку повышения производительности труда; реализовать меры по инновационному развитию промышленной отрасли, развитию систем производственного экологического контроля.

Помимо этого, предлагается активизировать усилия во взаимодействии с международными и региональными организациями в горнопромышленной сфере на уровне юных геологов, так, например, команда Узбекистана приняла участие в I Международной полевой олимпиаде юных геологов (31 июля – 9 августа 2017 г. в Кемеровской области (РФ), при этом, не приняла участие во II Международной полевой олимпиаде юных геологов (26 июля – 5 августа 2019 г. Новосибирск (РФ).

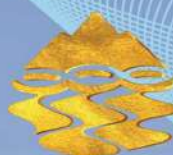
На основе вышеуказанного, в настоящее время предлагается принять необходимые меры по ускорению полной цифровизации горнодобывающей промышленности страны, в перспективе принять документ прямого действия, направленный на реализацию единой политики в сфере недропользования – Горный кодекс, предусматривающий создание целостной системы горного законодательства.

Вместе с вышеуказанным, предлагается организовать специальные ознакомительные туры по горнодобывающим предприятиям и объектам для туристов как местных, так и иностранных. Такой вид туризма окажет положительное влияние как на экономику страны, так и для дальнейшего привлечения инвестиций в эту отрасль.

Библиографический список:

1. База данных «Законодательство Узбекистана». <http://uz.spinform.ru/ekonomics.html> [режим доступа: свободный].
2. Википедия. Свободная энциклопедия. <https://ru.wikipedia.org> [режим доступа: свободный].
3. Студенческие реферативные статьи и материалы. Главная / Экология / География мирового хозяйства. https://studref.com/323399/ekologiya/gotodobuvayushchaya_promyshlennost [режим доступа: свободный].
4. Студенческие реферативные статьи и материалы. Главная / Экология / География мирового хозяйства. https://studref.com/414577/geografiya/gotodobuvayushchaya_promyshlennost [режим доступа: свободный].
5. Сайт Министерства энергетических инфраструктур и природных ресурсов Республики Армения. https://www.fmgnews.info/industry_of_armenia.html. Подробнее см. <http://www.minenergy.am/> [режим доступа: свободный].
6. Всемирный банк Кыргызская Республика: Горной отрасли требуется оценка. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/687851468047369947/text/876860WPO13310100000date0june02013.txt> [режим доступа: свободный].
7. Министерство юстиции Кыргызской Республики. Централизованный банк данных правовой информации Кыргызской Республики. Главная / Нормативные правовые акты / СТРАТЕГИЯ устойчивого развития промышленности Кыргызской Республики на 2019-2023 годы. <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/157190> [режим доступа: свободный].
8. Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K1700000125> [режим доступа: свободный].
9. Отчет ОЭСР - Повышение конкурентоспособности горной промышленности в Казахстане, 2018. <https://www.oecd.org/eurasia/countries/Kazakhstan> [режим доступа: свободный].
10. Верховная Рада Украины. Официальный вебпортал парламента Украины. Законодательство Украины. <https://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1127-14#Text> [режим доступа: свободный].
11. БЛОГ 2СAD. Информационная поддержка горной отрасли. Главная страница «Горное дело» Горнодобывающая промышленность – описание отрасли, состав и значение в мировом хозяйстве. <https://2cad.ru/blog/gomoe-delo/gotodobuvayushchaya-promyshlennost/> [режим доступа: свободный].
12. Горная промышленность. Главная / Статьи / Экономика / Горная промышленность Чили. <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomicheskoe-gornaya-promyshlennost-chili> [режим доступа: свободный].
13. Европейская экономическая комиссия Организация Объединенных Наций. <https://unesco.org/ru/> [режим доступа: свободный].
14. Национальная база данных законодательства Республики Узбекистан «lex.uz». Примечание автора: Акт утратил силу в соответствии с Указом Президента Республики Узбекистан от 09.07.2004г. № УП-3454.
15. Национальная база данных законодательства Республики Узбекистан «lex.uz». Примечание автора: Акт утратил силу в соответствии с постановлением Кабинета Министров от 10.07.2004г. № 323.

16. Национальная база данных законодательства Республики Узбекистан «lex.uz». Примечание автора: Акт утратил силу в соответствии с Указом Президента Республики Узбекистан от 12.12.2018г. № УП-5594.
17. Национальная база данных законодательства Республики Узбекистан «lex.uz». Примечание автора: Акт утратил силу в соответствии с постановлением Кабинета Министров от 01.02.2019г. № 75.
18. Национальная база данных законодательства Республики Узбекистан «lex.uz». <https://lex.uz/docs/> [режим доступа: свободный].
19. Акционерное общество «Узметкомбинат». www.uzbeksteel.uz [режим доступа: свободный].
20. Национальная база данных законодательства Республики Узбекистан «lex.uz». <https://lex.uz/docs/4788176>. Соглашение утверждено постановлением Президента Республики Узбекистан от 17.07.2018 г. № ПП-3862 «О присоединении к международному договору». Вступило в силу для Республики Узбекистан 16 марта 2020 года [режим доступа: свободный].
21. EXPOCLUB.ru – международный выставочный портал. <https://expoclub.ru/db/exhibition/view/7099/> [режим доступа: свободный].
22. Uzdaily. <http://www.uzdaily.com/ru/post/61023> [режим доступа: свободный].
23. Национальная база данных законодательства Республики Узбекистан «lex.uz». Указ Президента Республики Узбекистан от 10 мая 2001 г. № УП-2840 «Об установлении дня работников горно-металлургической промышленности Республики Узбекистан» [режим доступа: свободный].
24. Национальная база данных законодательства Республики Узбекистан «lex.uz». <https://lex.uz/docs/> [режим доступа: свободный].
25. Д. Огай. Инвестиции – фактор роста экономики. Народное слово, 2015/5/6, №89 (6242). – С. 1-2.
26. <https://mining-media.ru/ru/expo/15397-minex-uzbekistan-2020>



Ташкентский государственный технический университет Межотраслевой Центр стратегических инноваций и информатизации, Узбекское отделение Международной Академии наук Высшей школы, Навоийский горно-металлургический комбинат, АО «Алмалыкский ГМК», АО «Узметкомбинат» проводят 26-27 октября 2021 года в г.Ташкенте юбилейную 25-ую Международную научно-практическую конференцию «Инновация-2021».

Специалистов, желающих принять участие в Конференции, просим направлять тезисы докладов, оформленные в соответствии с прилагаемыми требованиями, акт экспертизы и справку об авторах до 30 июня 2021 года на электронный адрес:

conference@innovation.uz

Оргкомитет конференции "Инновация-2021"
100095, г. Ташкент, Вузгородок, ул. Университетская, 2
Центр Стратегических Инноваций и Информатизации,
Тел.: (+99871) 227-10-06, (+998 90) 352-34-68
email: conference@innovation.uz
www.innovation.uz

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА ТЕПЛИЦЫ



Кадиров Ё.Б.,
доцент кафедры
«Автоматизация и управление»
НГГИ, (PhD)



Самадов А.Р.,
докторант кафедры
«Автоматизация и управление»
НГГИ



Туйбоева Д.У.,
студент кафедры
«Автоматизация и управление»
НГГИ

Maqolada bulutli axborotni qayta ishlash texnologiyalari asosida dinamik obyektlarni boshqarishning asosiy vazifalari muhokama qilinadi, lekin virtual bulutli xizmatlarda muammolar paydo bo'lganda, PID (Proportional-Integral-Differentsial) regulyatorlari istiqbolli boshqaruv platformasi sifatida ishlatiladi. Axborot noaniqligi sharoitida ishlaydigan dinamik obyektlarni boshqarishning zamonaviy bulutli texnologiyalariga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Tayanch iboralar: monitoring va nazorat, bulutli texnologiyalar, neyron tarmoq, mikroiklimni boshqarish, avtomatik boshqaruvchi, boshqaruv algoritmi.

В статье рассматриваются основные задачи управления динамическими объектами на основе облачных технологий обработки информации, но при возникновении проблем в виртуальных облачных сервисах в качестве перспективной платформы управления используются ПИД (Пропорционально-интегрально-дифференцирующие) регуляторы. Особое внимание уделяется современным облачным технологиям управления динамическими объектами, работающим в условиях неопределенности информации.

Ключевые слова: мониторинг и управление, облачные технологии, нейронная сеть, контроль микроклимата, автоматический регулятор, алгоритм управления.

Сельское хозяйство является одним из ведущих и крупнейших секторов Узбекистана, вносящих вклад в развитие национальной экономики. Разнообразный рельеф страны предоставляет наиболее благоприятные регионы для выращивания различных продовольственных продуктов [1]. В настоящее время одной из приоритетных задач Республики по отраслям сельского хозяйства является равномерное обеспечение населения свежими и качественными сельскохозяйственными продуктами круглый год. Для выполнения данной задачи до 40% видов сельскохозяйственных продуктов следует выращивать в теплицах при специальных условиях. Кроме того, данную задачу необходимо выполнять во всех регионах Узбекистана при разных агроклиматических условиях, где можно выращивать сельскохозяйственные продукты круглогодично.

Основой климат-контроля в теплице является поддержание температуры и влажности на необходимом уровне. Система жизнеобеспечения растений должна быть выполнена энергоэффективно по многим причинам. Управление температурой с помощью нагрева и вентиляции кажется простым, но энергоэффективное управление может быть затрудненным. А система контроля влажности относительно сложнее. Легко допустимы ошибки в настройках электронного блока управления или компьютера, что может потребовать больших затрат энергии без надобности.

Для хорошего контроля теплицы должна использоваться компьютерная программа, которую мы и предлагаем в этой статье, которая предлагает расширенные параметры управления температурой и контролем влажности. К сожалению, самые простые компьютеры или контроллеры предоставляют очень ограниченные функции энергосбережения. Например, для контроля влажности в простых системах используют минимальный диаметр трубы или минимальное вентиляционное отверстие для продувки. Напротив, современные компьютеры управляют влажностью за счет комбинированного обогрева и вентиляции, с автоматической корректировкой условий микроклимата. Они предлагают отличные возможности для экономии энергии, но в силу своей высокой конфигурации могут быть сложны в реализации.

В таких системах фермер должен понимать, как все работает для выбора необходимых настроек. Эта статья объясняет основные принципы контроля температуры и влажности.

Непрерывное автоматическое регулирование основными микроклиматическими параметрами в теплицах осуществляется по следующим основным признакам:

- контроль микроклимата необходим для обеспечения растительности сельскохозяйственного производства;
- потребность точного автоматического регулирования микроклиматическими параметрами в теплицах.

Решением данной задачи является разработка систем управления параметрами температуры и влажности воздуха, а также влажности почвы в теплицах, основанных на использовании современных облачных технологий, для своевременного отклика системы управления при климатических изменениях. Для системы управления, созданной на основе облачных технологий, характерны такие свойства как искусственный интеллект на программном обеспечении и алгоритмах, прогнозах на основе линейной регрессии. Облачная технология относится к методам обработки информации с интеллектуальными технологиями, основанных на точном прогнозировании множественных моделей линейной регрессии, что в свою очередь обеспечивает высокую эффективность в состояниях входных информационных неопределенностях.

Ещё одним решением при создании систем контроля и управления климатических параметров динамического объекта можно использовать нейронную сеть, в частности, нейрорегуляторы. Управление динамическими объектами на основе нейронной сети является программным воплощением математической модели, которые являются наборами алгоритмов, что служит точному выполнению задач [2].

Но отклонение процесса от алгоритма нейронной сети приводит к бездействию нейрорегулятора на конкретные события и это может привести к неполадкам в процессе управления динамическими объектами.

Применение облачных технологий в системах автоматического контроля и управления является наиболее важным и актуальным, но потребителей облачных вычислений беспокоят критические требования (например, конфиденциальность, репутация поставщика услуг) которые не учитываются при выборе облачных сервисов. Потребителей облачных вычислений также интересует качество услуг. Вместо этого акцент делается на анализе производительности на основе «мониторинга и тестирования производительности»

Кроме того, результаты тестирования производительности могут не отражать фактическое облако. Производительность сервиса на основе реальных пользователей может значительно отличаться [3]. Это может быть связано со многими ограничениями, такими как стоимость, моделируемые задачи, ограниченное количество тестов, качественные аспекты облачного сервиса. А предложенная модель выбора облачных сервисов на основе объединения отзывов от пользователей облака, а также тестирование и анализ производительности от доверенной третьей стороны. Модель классифицирует и объединяет оценки (субъективные и объективные), а затем применяет нечеткую систему взвешивания. Модель также фильтрует необоснованные отзывы пользователей перед агрегированием.

Количественные результаты модели представляют качество облачных услуг. Рис. 1 иллюстрирует структуру выбора облака

Использование виртуальных облачных сервисов для регулирования динамических объектов дает такие возможности как освобождения от необходимости работать с накопителями и дает преимущество по ограничениям объема на жестком диске [4]. Но при отключении интернета процесс не должен отключаться, а наоборот должен переключаться на офлайн режим управления. Для этого разработана структурная схема алгоритма управления (рис. 2) в офлайн режиме:

- ЦУ – цель управления;
- ПДЦ – программа достижения цели;
- АУ – алгоритм управления;
- ИМ – исполнительные механизмы;
- ОУ – объект управления;
- ВС – внешняя среда;
- С – самообучение;

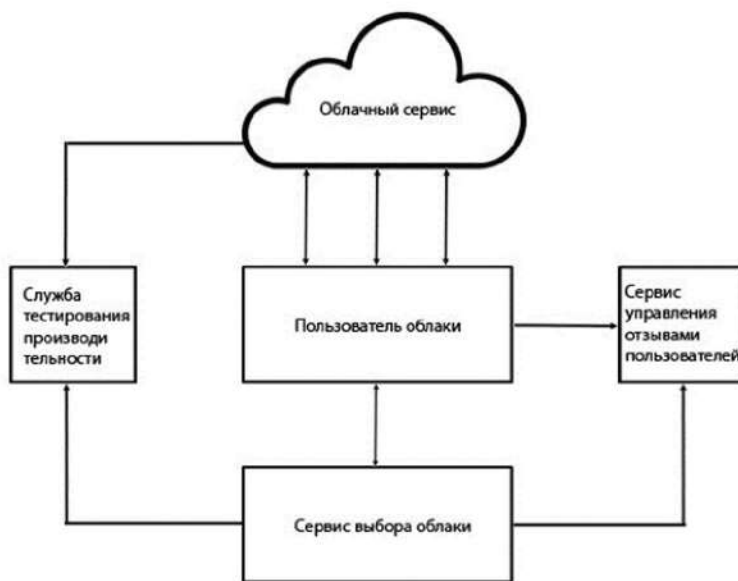


Рис. 1. Структура выбора облачных сервисов для системы управления

- ПРС – прогноз развития событий;
- МЛВ – механизм логического вывода;
- З – знания;
- ИИС – измерительно-информационные средства.

По алгоритму управления разработана математическая модель, которая описывает систему микроклимата в теплице. Разработанная модель показана в дифференциальном виде уравнения [5]. При реализации данной модели рассматривалась система на примере теплицы, обогреваемая с помощью двух нагревателей (рис. 3).

В системе обогрева теплицы температура воздуха $T(x, \tau)$ удовлетворяет следующим уравнением:

$$\frac{\partial T(x, \tau)}{\partial \tau} = a^2 \frac{\partial^2 T(x, \tau)}{\partial x^2} + f_T(x, \tau), \quad (1)$$

где a^2 – коэффициент теплопроводности воздуха;
 $f_T(x, \tau)$ – плотность температурных источников в момент времени τ .

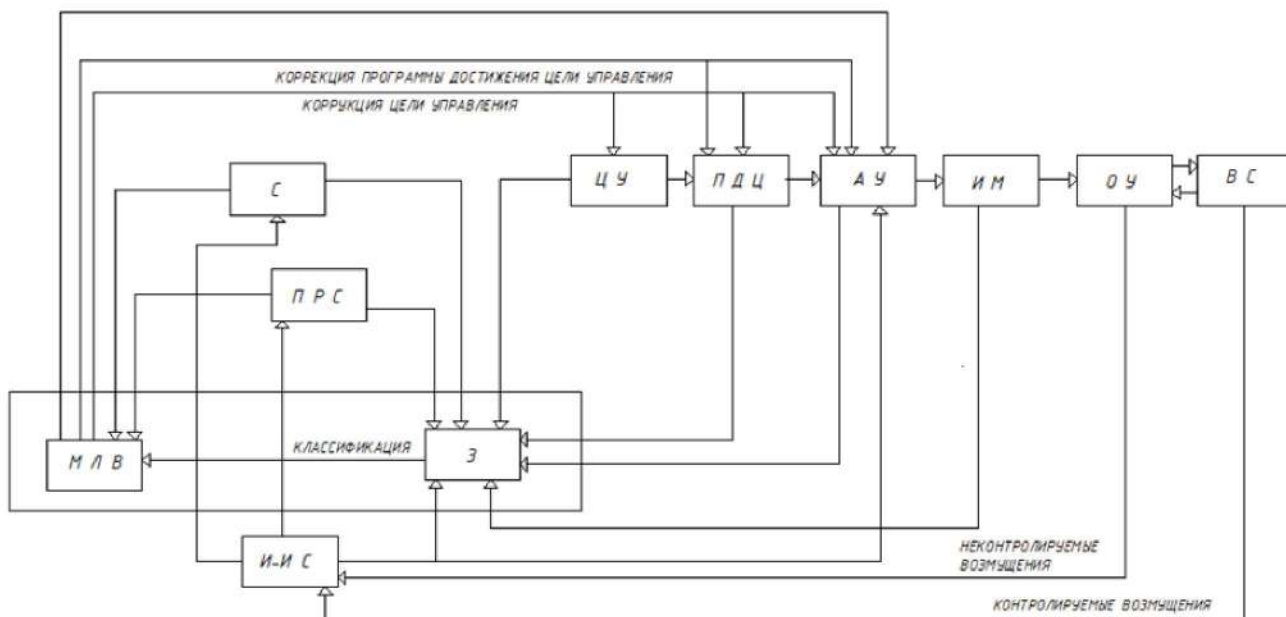


Рис. 2. Структурная схема алгоритма управления

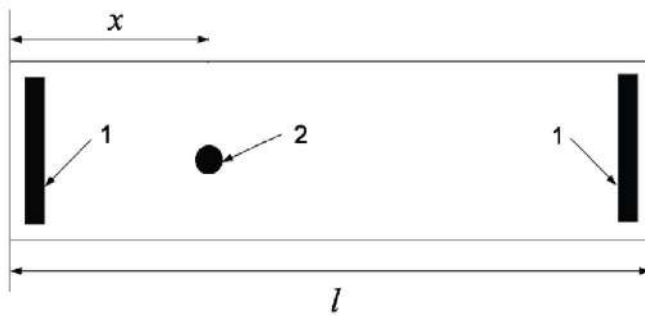


Рис. 3. Системный обогрев теплицы: 1 - нагреватель; 2 – температурный датчик.

Уравнение решается при следующих условиях:

$$T(0, \tau) = T(l, \tau) = q(\tau), \quad (2)$$

Где $q(\tau)$ – управляющая воздействия, а l – длина всей теплицы.

Когда соответствуют формулы 1 и 2, формула для передаточной функции контроля температуры $T(x, \tau)$ будет вычисляется следующим интеллектуальным выражением:

$$W_{qT}(x, p) = \frac{e^{x\sqrt{p}} - e^{-x\sqrt{p}} + e^{(1-x)\sqrt{p}} - e^{-(1-x)\sqrt{p}}}{e^{\sqrt{p}} - e^{-\sqrt{p}}}, \quad (3)$$

где p – безразмерная переменная, $x = x/l$.

Разработан метод оптимального расположения датчиков и минимального количества датчиков температуры на основании полученной модели (3), который обеспечивает качественный контроль температуры в теплице.

Из вышеуказанных рассуждений разработан описываемый метод. Пусть $T_{зд}$ – заданный сигнал температуры воздуха в теплице, в этом случае задачу контроля температуры по всем координатам сформулируем в следующем виде:

$$\max |T_{зд} - T(\tau, x, y, z)| = \min, \quad (4)$$

где точки теплицы указаны по координатам x, y, z в пространстве, на котором выполняется требование формулы (4); τ – время.

Далее необходимо исследовать особенную односвязную систему контроля с одним простым регулятором температуры воздуха, параметры настройки которой определяем, выполняя следующее требование:

$$|T_{зд} - T(\tau, x_{\mu}, y_{\mu}, z_{\mu})| = \min, \quad (5)$$

здесь $x_{\mu}, y_{\mu}, z_{\mu}$ – координаты выбраны так, чтобы обеспечить выполнение следующего требования:

$$|T_{зд} - T(\tau, x_{\mu}, y_{\mu}, z_{\mu})| = \max |T_{зд} - T(\tau, x, y, z)|, \quad (6)$$



Рис. 5. График ПИД контроля температуры воздуха в теплице

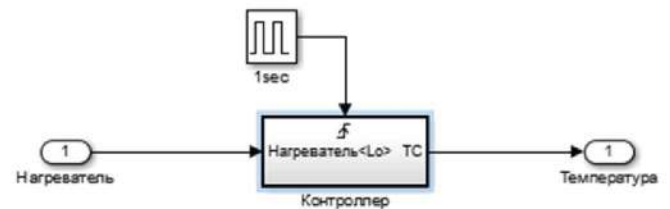


Рис. 6. Схема воздействия нагревателя на контроллер в Матлаб



Рис. 7. Схема воздействия датчика температуры на контроллер в Матлаб

Основываясь на требованиях (6) определяется критическая точка координатами $x_{\mu}, y_{\mu}, z_{\mu}$, при которых отклонения температуры воздуха в теплице $T(\tau, x_{\mu}, y_{\mu}, z_{\mu})$ зависят от заданного значения $T_{зд}$. В это же время, выполнение требований (5) позволяет минимизировать это отклонение. В результате которого обеспечиваются все требования выполнения условий (4).

Управления нагревателями



Рис. 4. Модель ПИД контроля температуры воздуха в теплице в Матлаб

В критических точках следует установить датчики температуры воздуха, для того чтобы обеспечить заданное качество контроля температуры во всей теплице.

На основании математической модели построена модель в Simulink (рис. 4), которая состоит из двух нагревателей и одного датчика температуры как показано на рис. 3. На данном этапе моделирования выбран контроллер для управления температурой воздуха в теплице, который полностью контролирует процесс.

Воздействующие элементы на контроллер являются, датчики температуры и нагреватели, которые служат для оптимального управления температурой воздуха в теплице (рис. 6-7).

Проведенные исследования показали, что наиболее эффективным каналом для управления температурой воздуха в теплице является функция $q(\tau) \rightarrow T(\tau, x_{\mu}, y_{\mu}, z_{\mu})$. В этом случае настройку температуры в ПИД регуляторе, необходимо рассчитать выполняя требования, обеспечивающие более высокое качество контроля температуры воздуха, чем в критических точках теплицы.

В этой статье содержится относительно подробное обсуждение о различных управляющих переменных, их идеальных уровнях и взаимодействии с окружающей средой для климата Узбекистана. Уровни автоматизации и различные стратегии управления, которые находят-ся либо на стадии исследования и эксперимента, либо уже коммерци-

ализированы для использования в реальных теплицах. Идеальный уровень температуры и относительной влажности для тепличного хозяйства были представлены как данные о погоде, чтобы показать природный потенциал среды в обеспечении комфортного условия для роста растений в теплицах. Можно сделать вывод, что понимание физиологии растений и изменений окружающей среды в теплице вместе с анализом контроля параметров и их взаимодействие с окружающей средой позволяют оптимизировать условия для растений. Инженерное моделирование, концепции моделирования и управление аппаратно-программными инструментами, позволяют более эффективно и успешно проектировать АСУ ТП программно-аппаратной системы, которая в свою очередь может правильно управлять и контролировать параметры окружающей среды для анализа данных и оценки производительности.

Для создания АСУ ТП в качестве контроллера выбран контроллер Simatic s7-1200 который одновременно управляет и температурой воздуха и влажностью воздуха в теплице.

Исследования показали, что, как динамический объект можно рассматривать одинаково и температуру и влажность воздуха в теплице. А это означает, что рассмотренные математические модели в программе Матлаб аналогично подходят к контролям управления влажностью воздуха.

Библиографический список:

1. Нурбеков А., Аксой У., Муминджанов Х., Шукуров А. Органическое сельское хозяйство в Узбекистане: Состояние, практика и перспективы. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО). – Ташкент, 2018.
2. Yusupbekov, N., Mukhitdinov, D., Kadirov, Y., Sattarov, O., Samadov, A. Control of non-standard dynamic objects with the method of adaptation according to the misalignment based on neural networks (2020) *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8 (9), No 62, pp. 5273-5278. DOI: 10.30534/ijeter/2020/62892020
3. Медведев А. Облачные технологии: тенденции развития, примеры исполнения // *Современные технологии автоматизации*. № 2. 2013. – С. 6-9.
4. Kadirov, YB; Boybutayev, SB; Samadov, AR, MATHEMATICAL MODELING OF A BALL MILL IN GMZ-2 NGMK BASED ON THE DIFFUSION MODEL, "Chemical Technology, Control and Management", 2020, №5. 46-53 pp.
5. Jumaev, OA; Sayfulin, RR; Samadov, AR; Arziyev, EI; Jumaboyev, EO; Digital control systems for asynchronous electrical drives with vector control principle, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 862, 3, 032054, 2020, IOP Publishing.

УДК 159.9. 62

SANOAT KORXONALARIDA MEHNAT SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA IJTIMOY – PSIXOLOGIK MUHITNING AHAMIYATI



Xoldorova S.B.,
TDPU tadqiqotchisi

Maqola ishlab chiqarish jarayoniga mehnat jamoasidagi ijtimoiy-psixologik iqlim ta'sirining dolzarb jihatlari bag'ishlangan. Jamoada sog'lom psixologik iqlimni yaratishda rahbarning roliga e'tibor qaratiladi. Ishlab chiqarishda hamfikir odamlar jamoasining shakllanishi va mehnat jamoasini boshqarish usullari Navoiy kon-metallurgiya kombinati misolida ko'rsatilgan.

Tayanch iboralar: *Ijtimoiy - psixologik muhit, mehnat unumdorligi, ishchi -ikimlarni boshqarish, psixolog muxitni optimal tanlash.*

Статья посвящена актуальным аспектам влияния социально-психологического климата в трудовом коллективе на производственный процесс. Уделено внимание роли руководителя в создании здорового психологического климата в коллективе. Формирование команды единомышленников на производстве и методы управления трудовым коллективом показаны на примере Навоийского горно-металлургического комбината.

Ключевые слова: *социально-психологический климат, производительность труда, управление персоналом, оптимизация психологического климата.*

O'zbekiston Respublikasini 2030 yilga qadar ijtimoiy-iqtisodiy kompleks rivojlantirish kontsepsiyasida makroiqtisodiy barqarorlikni va iqtisodiy o'sish barqarorligini ta'minlash, iqtisodiyot tarmoqlarining raqobatbardoshligini, investitsion va eksport salohiyatini oshirish, tadbirkorlikni rivojlantirish va himoya qilish uchun qulay shart-sharoitlar yaratish, mehnat bozorida keskinlik darajasini pasaytirish, aholi daromadlari o'sishi va kam ta'minlanganlikni qisqartirish nazarda tutilgan. Bunda mehnat resurslarini aniq maqsadni ko'zlab tartibga solish mexanizmlarini ishlab chiqish va inson kapitalini kuchaytirish, iqtisodiy o'sishning resurslaridan samarali foydalanish asosiy omillardan biri sanaladi.

Davlatimiz va jamiyatimiz oldida turgan ushbu keng ko'lamlı vazifalarni amalga oshirishda mamlakatimizda faoliyat yuritayotgan yuzlab ishlab chiqarish korxonalarida sog'lom ijtimoiy-psixologik muhitni shakllantirish muhim qadam bo'lib xizmat qiladi. Yuqorida ko'rsatilgan vazifalar echimining muhim shartlaridan biri har bir xodimdan o'z jamoasi muvaffaqiyati uchun samimiy mehnat qilish xohishini shakllantirish, jamoa ishiga daxldorlik hissini paydo qilishdan iborat bo'lib, bunda etakchi omillardan biri jamoadagi ijobiy ijtimoiy-psixologik muhit hisoblanadi.

Ijtimoiy-psixologik muhit tushunchasiga Yu.P.Platonov quyidagicha ta'rif beradi; "psixologik muhit - bu jamoaning kompleks emotsional-psixologik holatini aks ettiruvchi holat bo'lib, u ishchi-xodimlarning turli hayotiy pozitsiyalardagi qoniqish darajasini aks ettiradi. Guruhdagi butunlikni saqlashga intilish, bir-birini qo'llab-quvvatlash, hamjihatlik, jipslik, kirishimlilik, shaffoflik, javobgarlik mehnat jamoadagi ijtimoiy-psixologik muhitning asosiy belgilari sanaladi"[1].

Bugungi kunda mehnat jamoalaridagi ijtimoiy-psixologik muhit va unga ta'sir ko'rsatuvchi omillarni o'rganish har qachongidan ko'proq dolzarblık kasb etmoqda. Bunga zamonaviy sharoitda insonlarning mehnat faoliyatiga mas'uliyat bilan chuqurroq yondashuviga bo'lgan talablarning ortib borayotganligi, qolaversa odamlarning ruhiy holati murakkablashib, ehtiyojlari kundan kunga oshib borayotganligi sabab bo'lmoqda.

Ijtimoiy-psixologiya fenomenlari va mexanizmlaridan foydalangan holda, ijtimoiy psixologiyani boshqarishni bilish, zarur komil ishonchni shakllantirish – allaqachon ilmiy asosga ko'tarish kerak bo'lgan juda muhim ishlardan biridir. Sog'lom ijtimoiy-psixologik muhitning ishlab chiqarish samaradorligiga qanchalik ijobiy ta'sir ko'rsatishini his qilgan rahbar bu muhim ishga qat'iyat bilan kirishishi zarur. Zero, ijtimoiy-psixologik muhit hodisasi jamoa va jamoaviy harakatlar integrallashuvi, jamoa oldida turgan vazifalarni muvaffaqiyatli bajarish, mehnat unumdorligini oshirish, shaxs va butun davlatni rivojlantirish yo'lidagi zarur zahira hisoblanadi.

O'tkazilgan ijtimoiy tadqiqotlarning natijalariga ko'ra, sog'lom ijtimoiy-psixologik muhitda nosog'lom muhitga qaraganda:

– Mehnat unumdorligi samarasi uch marotaba yuqori;

– Mehnat intizomining buzilish holatlari sakkiz barobar kam;

– Ishonchlilik va jipslik darajasi yuqori;

– Tanqid va o'z-o'zini tanqid yuqori darajada bo'ladi.

Sog'lom ijtimoiy-psixologik muhit rahbarning ish yuritish yo'sinlari, uslublari va shaxsiga bog'liq. Rahbar qo'l ostidagilarning eng zarur talablariga maksimal darajada e'tibor qaratishi, xodimlarni qarorlar qabul qilishga jalb qilishi, jamoada erkin ijodiy atmosfera yaratishga harakat qilishi zarur.

Me'nat jamoasi istiqbollari ko'zlagan rahbar oldida "Buni qanday amalga oshirish mumkin?" degan savol ko'ndalang turadi. Albatta javoblar bir xil bo'lmasligi tabiiy. Biroq uni avvalambor, ijtimoiy-psixologik muhitning ishlab chiqarish jarayonining ob'ektiv va sub'ektiv talablariga mos kelishi yoki kelmasligidan izlash kerak.

Agarda shunday moslashuv mavjud bo'lsa, u har bir odamning o'zi mehnat qilayotgan ishlab chiqarish jarayoniga maksimal darajada kirishib ketganidan dalolat beradi. Agarda ishchi-xodim o'z rahbaridan, ishni tashkil qilinishidan, mehnat haqi va boshqalardan norozi bo'lsa, uni mehnat majburiyatlarini to'laqonli bajarishga majbur qilib bo'lmaydi. B.D.Parginning ta'kidlashicha, shaxsning ishga maksimal darajada kirishganligini quyidagi ko'rsatkichlar orqali aniqlash mumkin:

– Mehnat unumdorligi darajasi;

– Jamoaning ijtimoiy rivojlanish darajasi;

– Shaxsning ma'naviy salohiyatini yuzaga chiqarish darajasi.

Rahbar muvaffaqiyatli faoliyat yuritishi uchun jamoa hayotiy faoliyati jarayonida o'z o'rini bilishi, jamoa hayotidagi muammo va ziddiyatlarni to'g'ri anglashi, unga berilgan imkoniyatlarni ishga solish yo'li bilan ushbu ziddiyatlarning maqsadi, vositasi va hal qilish usullarini belgilab olishi zarur. Jamoa hayotiy faoliyatiga kirishishning shaxsiy usulini tanlash, ya'ni jamoaga tegishli bo'lgan muammo va ziddiyatlarni hal qilish yo'lini topish rahbarning o'z-o'zini ta'riflash muammosi mohiyatini tashkil qiladi. Ko'rsatilgan muammolarni echish rahbarning jamoada shaxsiy pozitsiyasini ishlab chiqish bilan bog'liq.

Shakllanish va amalga oshirishning boshlang'ich bosqichlarida rahbarning ushbu pozitsiyasi jamoa hayotiy faoliyatining ijtimoiy-psixologik sharoitlarining butun holatini yomonlashuviga imkon tug'dirmaydi. Biroq, bunday to'laqonli pozitsiyani amalga oshirishda rahbarda tuzatuvchi ta'sirning mavjud emasligi natijasida jamoa hayotiy faoliyatining ijtimoiy-psixologik sharoitlari tizimida bir qator salbiy siljishlar sodir bo'ladi" [2].

Oltin va uran ishlab chiqarish bo'yicha dunyodagi eng kuchli kompaniyalar o'ntaligiga kiruvchi Navoiy kon-metallurgiya kombinati dunyo standartlari darajasida sifatli mahsulot ishlab chiqarish hajmini ko'paytirish, ish o'rinlari yaratish, yosh kadrlarni tayyorlash va boshqa ijtimoiy masalalarni hal etish bo'yicha mamlakatimizda etakchi o'rinni egallab kelmoqda.

Kombinatning innovatsion rivojlanish yo'lining sarmahsulligi xalqaro mutaxassislar tomonidan e'tirof etilib, dunyo konchilari va texnologlarini hayratga solmoqda. Qizilqum mintaqasining murakkab sharoitlarida gigant korxonaning muvaffaqiyatli faoliyat yuritishining asosiy omillaridan biri kombinatda joriy qilingan qat'iy tartib-intizom, uzoq yillik an'analarga og'ishmay amal qilish va boshqaruv tizimining oqilona tashkil etilganligidir.

Kombinat tizimida og'ir ishlab chiqarish komandasini shakllantirishda adolat muhiti va xizmat pillapoyalaridan o'sish uchun teng sharoitlar yaratilgan. Kombinat tizimida ishchi-xodimlar ichki mehnat tartib qoidalari-ga og'ishmay amal qiladilar. Mehnat jamoalarda ijro nazorati uchun eng ishonchli vosita bo'lgan kompyuterdan foydalaniladi. Boshqaruv xodimligiga va muhandis-texnik vazifasiga kadrlar faqat jamoa ishini samarali tashkil qilish qobiliyatiga qarab tanlanadi.

Navoiy kon-metallurgiya kombinati bosh direktori Q.Sanaqulovning "Yangi istiqbollar sari" kitobida kombinatning so'nggi o'n yillikdagi rivoji, unda uran va oltin tarkibli rudalarni qazib olish hamda qayta ishlashda qo'llanilgan innovatsion texnologiyalar, dunyo standartlari darajasida sifatli mahsulot ishlab chiqarish hajmini ko'paytirish kabi masalalar bilan bir qatorda, katta mehnat jamoani ulug'vor ishlarga ruhlantirish mexanizmlari va muvaffaqiyatli boshqaruv usullari haqida hikoya qilinadi. Katta mehnat jamoada murakkab masalalarni komanda bo'lib hal etishga to'g'ri keladi. Muallif komanda ishini tashkil qilish haqida fikr yuritar ekan, taniqli amerikalik menejer Li Yakokkaning "Menejning shuhrat qozonishi" nomli kitobidagi quyidagi iqtibosga e'tiborni qaratadi: "Maydonga chiqqandan keyin, har bir futbolchi o'yinga boshidan tovonigacha butunlay berilishi kerak. Uning tanasining har bir qarichi o'yin bilan band bo'lishi lozim. Eng asosiysi, u futbolga jon-jahdi bilan kirishishi shart" [3]. Demak, ishlab chiqarishda ham mehnat jamoadagi har bir xodim ishga katta ixlos bilan yondashishi, yuklatilgan vazifalarni tezkorlik bilan uddalashi muvaffaqiyat garovidir.

Muallif ta'kidlaganidek, "Inson faqat yangi bilim va mahorat talab qilinadigan sharoitdagina o'sadi, ko'nikma va tajriba orttiradi". Og'ir ishlab chiqarishga ixtisoslashtirilgan kombinatda rejalashtirilgan ulkan bun-

yodkorlik ishlari har bir mutaxassis va ishchi-xodimdan bor bilim-salohiyati va kuch-quvvatini ishga solib, sidqidildan mehnat qilishni talab qiladi. Korxonada barqaror ravishda jahon talablari darajasidagi sifatli oltinga bo'lgan davlat buyurtmasini va xorijiy iste'molchilarga uran etkazib berish shartnomalarini ishonchli tarzda bajarib kelayotganligi buning isbotidir.

Navoiy kon-metallurgiya kombinatida yirik investitsion dasturlar amalga oshirilmoqda. Kombinat tomonidan 2017-2026 yillarda qimmatbaho metallar ishlab chiqarishni ko'paytirish dasturi doirasida 27 ta yirik investitsiya loyihalar amalga oshirilishi evaziga 3,1 mlrd dollar mablag' o'zlashtiriladi. Natijada qimmatbaho metallar ishlab chiqarish hajmi 30 foizga oshib, 30 mingdan ortiq ish o'rinlari yaratiladi. Kombinat erishayotgan yutuqlarda yosh rahbar kadrlarning o'rni beqiyosdir. Bugungi kunda kombinatda qobiliyatli yoshlarni tarbiyalash hamda ularni boshqaruv sohasiga keng jalb etish borasida ko'plab ishlar amalga oshirilayotir. Jamoaning o'rta yoshi 37 yosh bo'lsa, rahbar va mutaxassislar orasida 30 yoshgacha bo'lganlar ulushi 32 foizni tashkil etadi. Yoshlarning ko'pchiligi ishlab chiqarish korxonalaridagi zamonaviy texnika va texnologiyalarni puxta o'zlashtirmoqdalar. Kombinatda ilm-fan yutuqlari, innovatsion g'oyalar va ishlanmalar ishlab chiqarishga tezkorlik bilan tatbiq etilayapti.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, sanoat korxonalarida mehnat samaradorligini oshirishda jamoadagi ijtimoiy-psixologik muhit muhim ahamiyat kasb etadi. Ishchilarning o'z ishidan qoniqish darajasi, korxonada rahbariga munosabati, jamoa hayotida shaxsning o'rni va ishtiroki darajasi, xodimning o'ziga beriladigan bahoga bo'lgan munosabati kabilar asosiy omillar bo'lib xizmat qiladi. Aynan ishlab chiqarish uchastkalaridagi jamoa bajaradigan ishlarning murakkablik va xavflilik darajasining yuqoriligi jamoadagi jipslik va jamoa a'zolari o'rtasidagi o'zaro yordam va o'zaro ishonch yuqoriligini ta'minlab beradi. Demak, bunday jamoalarda ishga nisbatan ijobiy munosabat yuzaga keladi. Qulay va sog'lom psixologik muhit umumjamoaaviy maqsad va qiziqishlarni idrok qilish yangi g'oyalar, ish uslublari, yuzaga keladigan qiyinchiliklarni tashabbuskorlik bilan engishga undaydi va mehnat unumdorligiga katta hissa qo'shadi.

Bibliografik ro'yxat:

1. Platonov Yu.P., Moskva davlat gumanitar instituti ilmiy ishlari to'plami. Moskva: 2018 yil, 4-son – 108 b.
2. Pargin B.D., Regulyatsiya sotsialno-psixologicheskaya klimata trudovogo kollektiva. Leningrad: 1986 g. Izdatelstvo «Nauka», – 105 s.
3. Sanaqulov Q.S., "Yangi istiqbollar sari", Toshkent: "MASH-HUR-PRESS" nashriyoti, 2018 yil, – 126 b.

Лаборатория обработки керна

приём, резка, документирование,
подготовка проб для анализа,
складирование



Аналитическая лаборатория

анализ геологических, технологических
проб, включая отделения
пробоподготовки и пробирной плавки



Технологическая лаборатория

исследования физико-механических
свойств руд, процессов дробления,
измельчения, классификации,
гравитации, флотации, магнитной
сепарации, цианирования и др.



Телефоны/ WhatsApp для оперативной связи:

США +1 603 275 2000 ☎ СНГ +7 926 224 02 04 ☎ Узбекистан +998 91 162 140

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

Сервисное обслуживание и запасные части Epiroc

Мы предлагаем решения для обслуживания вашего оборудования, которые обеспечивают безопасность, высокую производительность и надежную работу вашего оборудования



 Epiroc