



SANOATDA

RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR

Volume 3
No 2
June, 2025

ILMIY JURNAL

E-mail:
info@srt-journal.uz
Web-address:
www.srt-journal.uz



**ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

научно-технический журнал

**DIGITAL TECHNOLOGIES
IN INDUSTRY**

scientific and technical journal

ISSN (ISSN-L): 3030-3214

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
QARSHI DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

SANOATDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR
Ilmiy-texnik jurnali

**ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**
Научно-технический журнал

DIGITAL TECHNOLOGIES IN INDUSTRY
Scientific and technical journal

№3(2) / 2025

QARSHI – 2025

Ilmiy-texnik jurnal O'zbekiston
Respublikasi Prezidenti
Administratsiyasi huzuridagi Axborot
va ommaviy kommunikatsiyalar
agentligi tomonidan 26.07.2023 yilda №
106679 raqamli guvohnoma berilgan

Ta'sischi

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti,
Olmaliq kon-metallurgiya kombinati AJ

BOSH MUHARRIR

Sherzod Nematov

Qarshi davlat texnika universiteti rektori

E-mail: rektor@kstu.uz

Bosh muharrir o'rinbosari

Abdurashid Hasanov

OKMK ilm-fan bo'yicha bosh muhandis
o'rinbosari

E-mail: abdurashidsoli@mail.ru

Ma'sul kotib

Abbos Shodiyev

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti
t.f.d., dotsent

E-mail: a.shodiyev@srt-journal.uz

Tahririyat manzili

180100, Qarshi shahri, Mustaqillik shoh
ko'chasi 225-uy, Qarshi muhandislik-
iqtisodiyot instituti

Tel: (+998) 94 376 05 05,

(+998) 90 673 64 33

E-mail: info@srt-journal.uz

Sayt: www.srt-journal.uz

Kompyuter sahifasi

Najmiddin Boymurodov

Tahliliy qurush

Najmiddin Boymurodov,

Uchqun Eshonqulov,

Oybek Qayumov,

Xusan Nurxonov,

Dizayn

Najmiddin Boymurodov

Jurnalning chop etilishi va elektron shaklini yangilab boruvchi mas'ul

Abbos Shodiyev

Chop qilindi

Terishga topshirilgan sana

15.06.2025-y.

Chop etilgan sana 27.06.2025-y.

Bichimi 60x84 1/8. Times garniturası.

Shartli bosma tabog'i 13,5.

Nashr bosma tabog'i 13,63.

Adadi 30. Buyurtma № 089

QDTU "INTELLEKT" MIU

nashriyotida chop etildi. Qarshi shahri,
Mustaqillik ko'chasi, 225.

©Sanoatda raqamli texnologiyalar

(E)ISSN: 3030-3214

DOI: 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025

TAHRIRIYAT HAY'ATI

Orifjan Bazarov, f.m.f.n., prof. Qarshi davlat texnika universiteti, O'zbekiston
Abdulla Xursanov, t.f.f.d., Olmaliq kon-metallurgiya kombinati, O'zbekiston
G'ulom Uzoqov, t.f.d., prof. Qarshi davlat texnika universiteti, O'zbekiston
Abdirashid Hasanov, t.f.d. prof. Olmaliq kon-metallurgiya kombinati,
O'zbekiston

Xayit Turayev, k.f.d., prof., Termiz davlat universiteti kimyo fakulteti dekani,
O'zbekiston

Eshmurat Pirmatov, t.f.d., prof. Yevroosiyo fanlar akademiyasi akademigi,
Qozog'iston

Bum Sung Kim, t.f.d., prof., Koreya nodir metallar instituti, Janubiy Koreya
Irina Shadrinova, t.f.d., prof. Rossiya fanlar akademiyasi M.V.Melnikov
nomidagi Mineral resurslardan kompleks foydalanish instituti, Rossiya

Gabor Mucsi, PhD, DSc, prof. Mishkols universiteti, Vengriya

Marcin Lutynski, PhD, DSc, prof. Sileziya texnologiya universiteti, Polsha

Anatoliy Gets, t.f.d., prof., Belarussiya milliy texnika univesiteti, Belarussiya

Pyotr Tsubulenko, t.f.d., prof., Belarussiya milliy texnika univesiteti,
Belarussiya

Sherali Umedov, t.f.d., prof., Toshkent davlat texnika universiteti, O'zbekiston

Nodir Doniyarov, t.f.d., prof., Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar
universiteti, O'zbekiston

Sanjar Berdiyev, t.f.d., prof., O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va
innovatsiyalar vazirligi boshqarma boshlig'i, O'zbekiston

Behzod Tolibov, t.f.d., prof., O'zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish
agentligi, O'zbekiston

Abbos Shodiyev, t.f.d., prof. Qarshi davlat texnika universiteti, O'zbekiston

Baxriddin Voxidov, t.f.d., dots., Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar
universiteti, O'zbekiston

O'tkir Nosirov, t.f.d., prof., Milliy texnologik tadqiqotlar universiteti MISiS
ning Olmaliq filiali, O'zbekiston

Gafur Nutfulloyev, t.f.d., dots., Milliy tadqiqotlar universiteti "MISIS" ning
Olmaliq shahridagi filiali, O'zbekiston

Shahboz Turdiyev, t.f.d., dots., Qarshi davlat texnika universiteti, O'zbekiston

Zuhriddin Latipov, t.f.f.d., dots. Qarshi davlat texnika universiteti,
O'zbekiston

Kamol Xakimov, t.f.f.d., dots., Termiz muhandislik va agrotexnologiyalar
universiteti, O'zbekiston

Sarvar Parmonov, t.f.d., dotsent, Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq
filiali, O'zbekiston

Ulug'bek Hasanov, t.f.f.d., Olmaliq kon-metallurgiya kombinati, O'zbekiston

Baxrom Xamidullayev, t.f.f.d., Mineral resurslar ilmiy-tadqiqot instituti,
O'zbekiston

Ulug'bek Rajabov, t.f.f.d., dots., Qarshi davlat texnika universiteti,
O'zbekiston

Rustam Nomdorov, t.f.f.d., Qarshi davlat texnika universiteti, O'zbekiston

Uchqun Eshonqulov, t.f.f.d., dots., Qarshi davlat texnika universiteti,
O'zbekiston

Oybek Qayumov, t.f.f.d., dots., Qarshi davlat texnika universiteti, O'zbekiston

Jamoliddin Todjiyev, k.f.f.d., dots., O'zbekiston Milliy universiteti,
O'zbekiston

*"Sanoatda raqamli texnologiyalar" (e-ISSN:3030-3214) ilmiy-texmik jurnali
O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi
Oliy attestatsiya komissiyasining 30-iyul 2024 yildagi №358-sonli qaroriga
asosan quyidagi ixtisosliklar bo'yicha texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori
(PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya
ishlari yuzasidan dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya
etilgan:*

- 05.00.00 - Texnika fanlari
- 04.00.00 - Geologiya-mineralogiya fanlari
- 02.00.00 - Kimyo fanlari

MUNDARIJA

KON-METALLURGIYA VA ISHLAB CHIQARISH SANOATI

<i>Xasanov Abdurashid Salievich, Xakimov Kamol Jurayevich, Axmedov O'ral Choriyevich, Eshonqulov Uchqun Xudaynazar o'g'li.</i> Sulfid, perrenat va ion almashinuvi usullari orqali reniyni ajratib olishning ilmiy asoslari	10
<i>Abduazizov Nabijon, Abdullayev Sardor.</i> Sharli tegirmon barabani qoplamalarining takomillashtirilgan konstruksiyasini ishlab chiqish	15
<i>Turdiyev Shahboz Shermamat o'g'li, Eshonqulov Uchqun Xudaynazar o'g'li, Haqberdiyev Dilshod Qodir o'g'li.</i> Polimetall rudalarni flotatsion boyitish texnologiyalarini takomillashtirish, jarayonlarning reagent rejimlari va samaradorligini oshirish	20
<i>Yusupov Ural Sadullayevich, Usmankulov Orifjon Naziraliyevich, Ergashev Mahmud Axbaraliyevich, Mamaisakova Zebo Bahodir qizi.</i> Texnogen chiqindilarni gidrometallurgiya usulida qayta ishlash texnologiyasi	27
<i>Nomdorov Rustam Uralovich, Xasanov Shahzod Rasul o'g'li.</i> Yer ostidagi kapital lahimlarni mustahkamlash va muhofaza usullari	32
<i>Turdiyev Shahboz Shermamat o'g'li, Abdirazakov Akmal Ibragimovich, Normatov Shaxzod Xudayberdi o'g'li.</i> Qimmatbaho metallar manbai sifatida platina metallarining mineral-xom ashyo bazasi tahlili	38
<i>Sayfullayev Farruxjon Ibodovich, Nurmuratova Shahlo Oybek qizi.</i> Murakkab tarkibli xom-ashyolardan qimmatbaho metallarni ajratib olish jarayonida kombinatsiyalashgan usullarning qo'llanilishi	43
<i>Mamaraimov G'ayrat Farhodovich.</i> Turli xomashyolardan vanadiy ajratib olish texnologiyasi	51
<i>Qurbonov Oybek Muxammadqulovich, Ataqulov Lazizjon Ne'matovich, Safarova Maftuna Davronovna.</i> Qum namoyon bo'lishining Qizilqum mintaqasi sharoitida nasos uskunalarining ish rejimlariga ta'sirini o'rganish	60
<i>Qurbonov Oybek Muxammadqulovich, Ataqulov Lazizjon Ne'matovich, Safarova Maftuna Davronovna.</i> Cho'kma nasoslardagi nosozliklarning asosiy sabablarini o'rganish va dvigatel atrofidagi oqim tezligini hisoblash	66
<i>Aripov Avaz Rozikovich, Sayfullayev Farruxjon Ibodovich, Qurbonov Mehrob Nuriddinovich, Xalilova Shaxnoza Isroilovna.</i> Mishyak saqlagan qiyin eritiladigan oltin rudalariga dastlabki ishlov berish jarayonining nazariy asoslari	73
<i>Istablavey Fevzi Feratovich, Ataqulov Lazizjon Nematovich, Haydarov Shoxidjon Bahridinovich.</i> Karyer avtosamosvallarining katta o'lchamli shinalarini ta'mirlash usullarini ko'rib chiqish va tahlil qilish	81
<i>Nomdorov Rustam Uralovich, Olimov Farusxon Muzaffar o'g'li, Xasanov Shahzod Rasul o'g'li, Eshnazarov Mustafu Shaymardonovich.</i> Panel qazib olishda gorizontlar o'rtasidagi masofa va xavfli deformatsiyalarni boshqarish	91
<i>Qayumov Oybek Azamat o'g'li, Uzoqov Shaxrizod Zafarjon o'g'li.</i> Velslash jarayonida hosil bo'lgan klinkerni qayta ishlash usullarini ishlab chiqish uchun tadqiq qilish	101
<i>Saidakhmedov Aktam Abdisamievich, Ruziev Ulugbek Mamarasulovich, Kayumov Oybek Azamat ugli.</i> Mahalliy xomashyodan glinozyom olish texnologiyasini ishlab chiqish	105

GEOLOGIYA VA NEFT-GAZ SANOATI

<i>Yuldashev Tashmurza Raxmanovich, Eshniyozov Akmal Dilmurodovich, Bekmurodov Azamat Alisher o'g'li.</i> Tabiiy gazni aminli tozalash jarayonida ko'pik hosil bo'lish jarayonini tadqiqotlash	112
<i>Yuldashev Tashmurza Raxmanovich, Eshniyozov Akmal Dilmurodovich, Jabborov Nodirbek Xolto'rayevich.</i> Tabiiy gazni nordon komponentlardan tozalash qurilmalarida ko'pik hosil bo'lishining muammolari	119
<i>Yuldashev Jahongir Baxtiyor o'g'li.</i> Neft-gaz quduqlari uchun kompleks hosil qiluvchi korroziya ingibitori olishning texnologiyasi	127
<i>Dustqobilov Eldor Nurmamatovich, Raxmatullayev Kozimjon Salim o'g'li.</i> Og'ir va vakuumli gazoyni gidrotozalash jarayonini tadqiqi	130
<i>Jurayev Fazliddin Ochilxonovich, Axmedov Shovdullo Shuxratovich, Xaydarov Kozimbek Megliyevich, Sultonov Shuxrat Adxamovich.</i> Neftgaz konlari yerosti suvlaridan oqilona foydalanish va muhofazalash muammolari	134
<i>Agzamov Avaz Xamidillaevich, Turdiyev Shoxjaxon Shermamat o'g'li, Agzamova Sevara Avazovna, Sultonov Nodir Normurodovich.</i> Buxoro-Xiva mintaqasi terrigen kollektorlarida neftni suv bilan siqib chiqarish koeffitsientiga ta'sir etuvchi omillar ma'lumotdorligini baholash	139

Sultonov Nodir Normurodovich, Raximov Ulugbek Zokirovich, Qilichov Ikrom Komil o'g'li, Omonov Soxibnazar Panjiyevich. Neftni suv bilan siqib chiqarish koeffitsiyenti modellari tahlili	145
Teshayeva Ruxsora Bahodir qizi. Nurafshon shaxri gruntlarining seysmik ta'sirini modellashtirish	151
Eshmurodov Otabek Rajabovich, Komilov Tolib Olimovich, Ruzmanov Farxod Ismoilovich, Axmedov Shovdullo Shuxratovich. Quduqlarni kapital ta'mirlashda foydalaniladigan yuvuvchi suyuqlikning moylash xususiyatini aniqlash ..	156
Ochilov Iles Saidovich, Usmonov Kuvonchbek Mannonovich, Movlonova Dilrabo Nomoz qizi, Boboqulova Zebo Bahodir qizi. Karlin tipidagi apokarbonat oltin ma'danlarining hosil bo'lish sharoitlari	161
Axmedov Xolxo'ja Raxmatullayevich. Neft va gaz konlarini izlashda paleotektonik tahlilning ahamiyati	165

KIMYOVIY TEXNOLOGIYA VA QURILISH

Zokirova Nodira Tursunovna, Muhamedova Busora Ibragimovna, Todjiyev Jamoliddin Nasiriddinovich. Suyultirilgan eritmalarida natriy karboksimetiltellyulozaning povidon-yod bilan o'zaro ta'sirining termodinamikasi	171
Xoshimxanova Muxayyo, Dexkanov Zulfikahar, Sharopova Durdona. Trinatriyfosfat chiqindisi qo'shilgan ammiakli selitra qotishmasi asosidagi azot-fosforli o'g'itlar	177
Umarova Maftuna Mashrabjon qizi, Dexkanov Zulfikahar Kirgizbayevich. Mahalliy va sanoat chiqindilarini qayta ishlash orqali kaliyli o'git olish	183
Xoshimxanova Muhayyo Abralovna, Irsaliyeva Dilnoza Baxtiyor qizi, Samatov Salimjon Olim o'g'li. Angren issiqlik elektr stansiyasi texnogen chiqindilarni qayta ishlash texnologiyasining tadqiqodlari	188
Mo'minova Shaxnoza Normahammadovna, Muqumova Gulvar Jumayevna, Turayev Xayit Xudoynazarovich, Kasimov Sherzod Abduzoirovich. Tiokarbamid, formaldegid, limon kislotasi asosida olingan kationitning reaksiya qobiliyatini kvant-kimyoviy hisoblash natijalari	192
Xakimov Farrux Shokirjonovich, Jalolov Jasurbek Mahmudjon o'g'li, Xamdama Shoxida Sherzodovna, Maksimova Oyto'ra Sitdikovna. Natriy-oltingugurtli batareyalar "shuttle" effektini kamaytiruvchi sopolimerli gelsimon elektrolit sintezi	197
Bozorov Lutfulla Ubaydullayevich, To'raev Xayit Xudaynazarovich, Kasimov Sherzod Abduzairovich, Tojiyev Panji Jovliyevich. Kompleks hosil qiluvchi binar ekstargentlar sintezi va ularning tadqiqoti	204
Avezova Nilufar Rabbanaqulovna, Dexkonova Maxliyoxon Xusniddin qizi. Zamonaviy passiv quyosh isitish tizimlarini matematik modellashtirish usullari va ularning amaliy tatbiqi	209

EKOLOGIYA, MEHNAT MUHOFAZASI VA TEXNIKA XAVFSIZLIGI

Majidov Anvarxon Mahmudxon o'g'li. IOT trafik fraktal o'lchovining statistik xususiyatlari: kitsune ma'lumotlar to'plami misolida	225
Xojiev Alisher Mirzoyevich. Yer osti kon ishlarida mehnat sharoitlari xavfsizligini ta'minlash usullari tahlili	232

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ И ОБРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

<i>Хасанов Абдурашид Салиевич, Хакимов Камол Жураевич, Ахмедов Урал Чориевич, Эшонкулов Учкун Худайназар угли.</i> Научные основы извлечения рения сульфидными, перренатными и ионообменными методами	10
<i>Абдуазизов Набижон, Абдуллаев Сардор.</i> Разработка улучшенной конструкции покрытий барабанов шаровых мельниц	15
<i>Турдиев Шахбоз Шермамат угли, Эшонкулов Учкун Худайназар угли, Хакбердиев Дилишод Кодир угли.</i> Совершенствование технологий флотационного обогащения полиметаллических руд реагентные режимы и эффективность процессов	20
<i>Юсупов Урал Саъдуллаевич, Усманкулов Орифжон Назиралиевич, Эргашев Махмуд Ахбаралиевич, Мамаисакова Зебо Баходир кизи.</i> Технология переработки техногенных отходов гидрометаллургическим методом	27
<i>Номдоров Рустам Уралович, Хасанов Шахзод Расул угли.</i> Методы укрепления и охраны подземных капитальных месторождений	32
<i>Турдиев Шахбоз Шермамат угли, Абдиразаков Акмаль Ибрагимович, Норматов Шахзод Худайберди угли.</i> Рально-сырьевая база платиновых металлов Узбекистана как источник драгоценных металлов	38
<i>Сайфуллаев Фаррухжон Ибодович, Нурмуратова Шахло Ойбек кизи.</i> Применение комбинированных методов в процессе извлечения драгоценных металлов из сырья упорного состава	43
<i>Мамараимов Гайрат Фарходович.</i> Технология извлечения ванадия из различного сырья	51
<i>Курбонов Ойбек Мухамматкулович, Атакулов Лазизжон Нетьматович, Сафарова Мафтуна Давроновна.</i> Исследование влияния пескопроявления на режимы работы насосного оборудования в условиях Кызылкумского региона	60
<i>Курбонов Ойбек Мухамматкулович, Атакулов Лазизжон Нетьматович, Сафарова Мафтуна Давроновна.</i> Исследование основных причин отказов и расчёт скорости обтекания двигателя погружного насоса	66
<i>Арипов Аваз Розикович, Сайфуллаев Фаррухджон Ибодович, Курбанов Мехроб Нуриддинович, Халилова Шахноза Исроиловна.</i> Теоретические основы предварительной обработки упорных золотосодержащих руд, содержащих мышьяк	73
<i>Истаблаев Февзи Фератович, Атакулов Лазизжон Нематович, Хайдаров Шохиджон Бахридинович.</i> Обзор и анализ методов ремонта крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов	81
<i>Номдоров Рустам Уралович, Олимов Фарухсон Музаффар угли, Хасанов Шахзод Расул угли, Эшназаров Мустафа Шаймардонович.</i> Управление расстоянием между горизонтами и опасными деформациями при панельной добыче	91
<i>Каюмов Ойбек Азамат угли, Узоков Шахризод Зафаржон угли.</i> Исследование для разработки методов переработки клинкера, образующегося в процессе вельцевания	101
<i>Саидахмедов Актам Абдисамиевич, Рузиев Улугбек Мамарасулович, Каюмов Ойбек Азамат угли.</i> Разработка технологии получения глинозема из местного сырья	105

ГЕОЛОГИЯ И НЕФТЕГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

<i>Юлдашев Ташмурза Рахманович, Эшнйёзов Акмал Дилмуродович, Бекмуродов Азамат Алишер угли.</i> Исследование процессы пенообразования при аминной очистке природного газа	112
<i>Юлдашев Ташмурза Рахманович, Эшнйёзов Акмал Дилмуродович, Джабборов Нодирбек Холтораевич.</i> Проблемы пенообразования на установках очистки природного газа от кислых компонентов	119
<i>Юлдошев Жахонгир Бахтиёр угли.</i> Технология комплексного производства ингибитора коррозии для нефтяных и газовых скважин	127
<i>Дусткобилов Эльдор Нурмаматович, Рахматуллаев Козимжон Салим угли.</i> Исследование процесса гидроочистки тяжелого и вакуумного газойля	130
<i>Джурев Фазлиддин Очилхонович, Ахмедов Шовдулло Шухратович, Хайдаров Козимбек Меглиевич, Султанов Шухрат Адхамович.</i> Проблемы охраны и рационального использования подземных вод на нефтегазовых месторождениях	134

<i>Аззамов Аваз Хамидиллаевич, Турдиев Шохжахон Шермамат угли, Аззамова Севара Авазовна, Султонов Нодир Нормуродович.</i> Оценка информативности факторов влияющих на коэффициент вытеснения нефти водой в терригенных коллекторах Бухаро-Хивинского региона	139
<i>Султонов Нодир Нормуродович, Рахимов Улугбек Зокирович, Киличов Икром Комил угли, Омонов Сохибназар Панжиевич.</i> Анализ моделей коэффициента вытеснения нефти водой	145
<i>Тешаева Рухсора Баходир кизи.</i> Моделирование реакции грунтов нурафшана на сейсмическое воздействие	151
<i>Эшмуродов Отабек Ражабович, Комилов Толиб Олимович, Рузманов Фарход Исмоилович, Ахмедов Шовдулло Шухратович.</i> Определение смазывающих свойств промывочной жидкости, используемой в капитальном ремонте скважин	156
<i>Очилов Илес Саидович, Усманов Кувончбек Маннонович, Мовлонова Дилрабо Номоз кизи, Бобокулова Зебо Баходир кизи.</i> Условия образования апокарбонатных золотых руд карлинового типа	161
<i>Ахмедов Холходжа Рахматуллаевич.</i> Значение палеотектонического анализа при поиске месторождений нефти и газа	165

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВО

<i>Закирова Нодира Турсуновна, Мухамедова Бусора Ибрагимовна, Тоджиев Джамолиддин Насириддинович.</i> Карбоксиметилцеллюлоза повидон-йод в разбавленных растворах термодинамика взаимодействия с натрия	171
<i>Хошимханова Мухайё, Дехканов Зулфикахар, Шарапова Дурдона.</i> Азотнофосфорные удобрения на основе плава аммиачной селитры с добавкой отхода тринатрийфосфата	177
<i>Умарова Мафтуна Маширабджон кизи, Дехканов Зулфикахар Киргизбаевич.</i> Переработка калийных удобрений через переработку местных и промышленных отходов	183
<i>Хошимханова Мухайё Абраловна, Ирсалиева Дилноза Бахтиёр кизи, Саматов Салимжон Олим угли.</i> Исследование технологии переработки технологических отходов Ангренская ТЭС	188
<i>Муминова Шахноза Нормахаммадовна, Мукумова Гульвар Джумаевна, Тураев Хаит Худайназарович, Касимов Шерзод Абдузоирович.</i> Результаты квантово-химических расчетов реакционной способности катионита, полученного на основе тиокарбамида, формальдегида, лимонной кислоты	192
<i>Хакимов Фаррух Шокиржонович, Джалолов Джасурбек Махмуджон угли, Хамдамова Шохиди Шерзодовна, Максумова Ойтора Ситдиковна.</i> Синтез гелеобразного электролита с сополимером, снижающего «челночный» эффект натриево-серных аккумуляторов	197
<i>Бозоров Лутфулла Убайдуллаевич, Тураев Хаит Худайназарович, Касимов Шерзод Абдузаирович, Таджиев Панджи Жовлиевич.</i> Синтез и исследование бинарных комплекс образующих экстрагентов	204
<i>Авезова Нилуфар Раббанакуловна, Дехконова Махлиёхон Хусниддин кизи.</i> Современные методы математического моделирования пассивных солнечных систем отопления и их практическая реализация	209

ЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

<i>Маджидов Анвархон Махмудхон угли.</i> Статистические характеристики фрактальной размерности трафика ИОТ: пример на основе датасета kitsune	225
<i>Ходжиев Алишер Мирзоевич.</i> Анализ методов обеспечения безопасных условий труда при проведении подземных горных работ	232

CONTENTS

MINING METALLURGY AND MANUFACTURING INDUSTRY

<i>Khasanov Abdurashid Salievich, Khakimov Kamol Juraevich, Akhmedov Ural Chorievich, Eshonkulov Uchkun Khudaynazar ugli.</i> Scientific basis of rhenium extraction by sulfide, perrenate, and ion-exchange methods	10
<i>Abduazizov Nabijon, Abdullayev Sardor.</i> Development of improved construction of ball mill drum covers	15
<i>Turdiyev Shahboz Shermamat ugli, Eshonkulov Uchkun Khudaynazar ugli, Khakberdiyev Dilshod Kodir ugli.</i> Improvement of flotation enrichment technologies for polymetallic ores, reagent regimes and process efficiency	20
<i>Yusupov Ural Sadullaevich, Usmankulov Orifjon Naziraliyevich, Usmankulov Orifjon Naziraliyevich, Mamaisakova Zebo Bahodir kizi.</i> Technology of processing man-made waste by hydrometallurgical method	27
<i>Nomdorov Rustam Uralovich, Khasanov Shahzod Rasul ugli.</i> Methods of strengthening and protection of underground capital deposits	32
<i>Turdiyev Shahboz Shermamat ugli, Abdirazakov Akmal Ibragimovich, Normatov Shaxzod Xudayberdi ugli.</i> Mineral and raw material base of platinum metals of uzbekistan as a source of precious metals	38
<i>Sayfullaev Farrukhjon Ibodovich, Nurmuratova Shahlo Oybek kizi.</i> Prospects for the application of combined technological methods for the extraction of precious metals from complex ores	43
<i>Mamaraimov Gayrat Farhodovich.</i> Technology of vanadium extraction from various raw materials	51
<i>Qurbonov Oybek Muxammatkulovich, Atakulov Lazizjon Ne'matovich, Safarova Maftuna Davronovna.</i> Study of the influence of sand manifestation on the operating modes of pumping equipment in the conditions of the Kyzylkum region .	60
<i>Qurbonov Oybek Muxammatkulovich, Atakulov Lazizjon Ne'matovich, Safarova Maftuna Davronovna.</i> Investigation of the main causes of failures and calculation of the flow velocity of a submersible pump motor	66
<i>Aripov Avaz Rozikovich, Sayfullaev Farrukhjon Ibodovich, Qurbonov Mehrob Nuriddinovich, Khalilova Shakhnoza Isroilovna.</i> Theoretical foundations of the preliminary processing of refractory arsenic-bearing gold ores	73
<i>Istablaev Fevzi Feratovich, Ataqulov Lazizjon Nematovich, Haydarov Shoxidjon Bahridinovich.</i> Review and analysis of repair methods for large-size tires of mining dump trucks	81
<i>Nomdorov Rustam Uralovich, Olimov Faruskhon Muzaffar ugli, Khasanov Shahzod Rasul ugli Eshnazarov Mustafa Shaimardonovich.</i> Managing the distance between horizons and dangerous deformations in panel mining	91
<i>Kayumov Oybek Azamat ugli, Uzokov Shakhrozod Zafarjon ugli.</i> Research for the development of methods for processing clinker formed during the velcing process	101
<i>Saidakhmedov Aktam Abdisamievich, Ruziev Ulugbek Mamarasulovich, Kayumov Oybek Azamat ugli.</i> Development of technology for obtaining alumina from local raw materials	105

GEOLOGY AND OIL-GAS INDUSTRY

<i>Yuldashev Tashmurza Rakhmanovich, Eshniyozov Akmal Dilmurodovich, Bekmurodov Azamat Alisher ugli.</i> Investigating the antifoaming process in natural gas amine treatment	112
<i>Yuldashev Tashmurza Rakhmanovich, Eshniyozov Akmal Dilmurodovich, Jabborov Nodirbek Kholtorayevich.</i> Problems of foam formation in natural gas purification plants from sour components	119
<i>Yuldoshev Jahongir Baxtiyor ugli.</i> Technology of complex production of corrosion inhibitor for oil and gas wells	127
<i>Dustkobilov Eldor Nurmatovich, Rakhmatullayev Kozimjon Salim ugli.</i> Development of improved construction of ball mill drum covers	130
<i>Juraev Fazliddin Ochilkhonovich, Akhmedov Shovdullo Shukhratovich, Khaydarov Kozimbek Meglievich, Sultonov Shukhrat Adkhamovich.</i> Problems of protection and rational use of groundwater in oil and gas fields	134
<i>Agzamov Avaz Khamidillaevich, Turdiyev Shoxjaxon Shermamat ugli, Agzamova Sevara Avazovna, Sultonov Nodir Normurodovich.</i> Assessment of the informativeness of factors influencing the oil displacement coefficient by water in terrigenous reservoirs of the Bukhara-Khiva region	139
<i>Sultonov Nodir Normurodovich, Rakhimov Ulugbek Zokirovich, Qilichov Ikrom Komil ugli, Omonov Sokhibnazar Panjievich.</i> Analysis of oil displacement efficiency factor models	145

<i>Teshaeva Rukhsora Bahodir kizi</i> . Modeling the response of nurafshan soils to seismic impact	151
<i>Eshmurodov Otabek Rajabovich, Komilov Tolib Olimovich, Ruzmanov Farkhod Ismailovich, Akhmedov Shovdullo Shukhratovich</i> . Determination of lubricant properties of washing fluid used in well workover	156
<i>Ochilov Iles Saidovich, Usmonov Kuvonchbek Mannonovich, Movlonova Dilrabo Nomoz kizi, Bobokulova Zebo Bahodir kizi</i> . Conditions of formation of apocarbonate gold ores of the karlin type	161
<i>Akhmedov Kholkhodja Rakhmatullayevich</i> . The importance of paleotectonic analysis in the search for oil and gas deposits	165

CHEMICAL TECHNOLOGY AND CONSTRUCTION

<i>Zokirova Nodira Tursunovna, Muhamedova Busora Ibragimovna, Todjiyev Jamoliddin Nasiriddinovich</i> . Sodium carboxymethyl cellulose povidone-iodine in diluted solutions thermodynamics of volatile with	171
<i>Khoshimkhanova Muhayyo, Dehkanov Zulfikahar, Sharapova Durdona</i> . Nitrophosphoric fertilizers based on a molten ammonium nitrate with the addition of trisodium phosphate waste	177
<i>Umarova Maftuna Mashrabjon kizi, Dekhkanov Zulfikahar Kirgizbaevich</i> . Producing potassium fertilizer through recycling of local and industrial waste	183
<i>Khoshimkhanova Mukhaya Abralovna, Irsaliev Dilnoza Bakhtiyor kizi, Samatov Salimzhon Olim ugli</i> . Angren thermal power station research of technological waste recycling technology	188
<i>Muminova Shakhnoza Normakhammadovna, Mukumova Gulvar Dzhumaevna, Turaev Khait Khudonazarovich, Kasimov Sherzod Abduzoyirovich</i> . The results of quantum chemical calculations of the reactivity of cationite obtained on the basis of thiocarbamide, formaldehyde, citric ACID	192
<i>Khakimov Farrukh Shokirjonovich, Jalolov Jasurbek Makhmudjon ugli, Khamdamova Shokhida Sherzodovna, Maksumova Oytora Sitdikovna</i> . Synthesis of a gel-like electrolyte with a copolymer that reduces the “shuttle” effect of sodium-sulfur batteries	197
<i>Bozorov Lutfulla Ubaydullaevich, Turaev Khait Khudaynazarovich, Kasimov Sherzod Abduzairovich, Tadzhiev Panji Jovlievich</i> . Synthesis and study of binary complexes of extractive agents	204
<i>Avezova Nilufar Rabbanakulovna, Dexkonova Makhliyokhon Khusniddin kizi</i> . Modern methods of mathematical modeling of passive solar heating systems and their practical implementation	209

ECOLOGY, LABOR PROTECTION AND TECHNICAL SAFETY

<i>Majidov Anvarkhan Makhmudkhan ugli</i> . Statistical characteristics of IoT traffic fractal dimension: a case study of the kitsune dataset	225
<i>Khojiev Alisher Mirzoevich</i> . Analysis of methods for ensuring the safety of working conditions in underground mining work	232

KON-METALLURGIYA VA ISHLAB CHIQUARISH SANOATI
ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ И ОБРАБАТЫВАЮЩАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

MINING METALLURGY AND MANUFACTURING INDUSTRY

UO•K: 546.72:622.765:661.183.2

 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.5

SULFID, PERRENAT VA ION ALMASHINUVI USULLARI ORQALI RENIYNI
AJRATIB OLISHNING ILMIY ASOSLARI



**Xasanov Abdurashid
Salievich**

*Olmalik "KMK" AJ Bosh
muhandisining ilm fan va
innovatsiyalar bo'yicha o'rinbosari,
Olmalik, O'zbekiston
E-mail: abdurashidsoli@mail.ru*



**Xakimov Kamol
Jurayevich**

*Termiz davlat muhandislik va
agrotexnologiyalar universiteti
"Neft-gaz va konchilik ishi"
kafedrası mudiri, texnika fanlari
bo'yicha falsafa doktori, dotsent,
Termiz, O'zbekiston*



**Axmedov O'ral
Choriyevich**

*Termiz davlat muhandislik va
agrotexnologiyalar universiteti,
kimyo fanlari nomzodi, dotsent,
Termiz, O'zbekiston*



**Eshonqulov Uchqun
Xudaynazar o'g'li**

*Qarshi davlat texnika universiteti,
t.f.f.d., dotsent, Qarshi, O'zbekiston*

Annotatsiya. Ushbu maqolada reniyni eritmalardan ajratib olish usullari, jumladan, kaliy perrenat va ammoniy perrenatni cho'ktirish, sulfid tarkibida cho'ktirish va suvda tanlab eritish jarayonlari tahlil qilinadi. Reniyni ajratish texnologik sxemalari, eritish jarayonining kimyoviy mexanizmlari hamda optimal sharoitlar bo'yicha natijalar keltirilgan. Kaliy va ammoniy perrenatlarining cho'ktirish jarayonlari, ion almashinuvi usullari va suvda tanlab eritishning samaradorligi taqqoslab o'rganilgan. Reniyni ajratish jarayonida harorat, reagentlarning konsentratsiyasi va boshqa muhim parametrlarning ta'siri o'rganiladi. Tadqiqot natijalari reniy qazib olish va qayta ishlash sanoati uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so'zlar: reniy, kaliy perrenat, ammoniy perrenat, cho'ktirish, ion almashinuvi, eritmalardan ajratish, texnologik sxema, sulfid tarkibida cho'ktirish, suvda tanlab eritish.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕНИЯ СУЛЬФИДНЫМИ,
ПЕРРЕНАТНЫМИ И ИОНООБМЕННЫМИ МЕТОДАМИ

**Хасанов Абдурашид
Салиевич**

*Заместитель главного инженера
по науке и инновациям
Алмалыкского АО «КМК»,
Алмалык, Узбекистан*

**Хакимов Камол
Жураевич**

*Заведующий кафедрой
«Нефтегазовое и горное дело»,
Термезский государственный
университет инженерии и
агротехнологий, доктор
философии по техническим
наукам, доцент,
Термез, Узбекистан*

**Ахмедов Урал
Чориевич**

*Термезский государственный
университет инженерии и
агротехнологий, кандидат
химических наук, доцент,
Термез, Узбекистан*

**Эшонкулов Учкун
Худайназар угли**

*Каршинский государственный
технический университет,
кандидат технических наук,
доцент, Карши, Узбекистан*

Annotatsiya. В данной статье анализируются методы извлечения рения из растворов, включая осаждение перрената калия и перрената аммония, осаждение в сульфиде и селективное растворение в воде. Приведены результаты по технологическим схемам разделения рения, химическим механизмам процесса плавления и оптимальным условиям. Сравнительно изучены процессы осаждения перренатов калия и аммония, методы ионного обмена и эффективность выщелачивания в воде. В процессе разделения рения изучается влияние температуры, концентрации реагентов и других важных параметров. Результаты исследования имеют важное значение для добычи и переработки рения.

Ключевые слова: рений, перренат калия, перренат аммония, осаждение, ионный обмен, отделение от растворов, технологическая схема, осаждение в сульфидном составе, селективное растворение в воде.

SCIENTIFIC BASIS OF RHENIUM EXTRACTION BY SULFIDE, PERRENATE, AND ION-EXCHANGE METHODS

**Khasanov Abdurashid
Salievich**

Deputy Chief Engineer for Science
and Innovations, Almalik JSC
KMK, Almalik, Uzbekistan
Almaty, Kazakhstan

**Khakimov Kamol
Juraevich**

Head of the Department of "Oil and
Gas and Mining" of the Termez
State University of Engineering and
Agrotechnologies, Doctor of
Philosophy in Technical Sciences,
Associate Professor, Termez,
Uzbekistan

**Akhmedov Ural
Chorievich**

Termez State University of
Engineering and Agrotechnologies,
Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor, Termez,
Uzbekistan

**Eshonkulov Uchkun
Khudaynazar ugli**

Karshi State Technical University,
Doctor of Historical Sciences,
Associate Professor, Karshi,
Uzbekistan

Abstract. This article analyzes methods for extracting rhenium from solutions, including the processes of precipitation of potassium perrhenate and ammonium perrhenate, precipitation in sulfide, and selective dissolution in water. Technological schemes for the extraction of rhenium, chemical mechanisms of the dissolution process, and optimal conditions are presented. The precipitation processes of potassium and ammonium perrenates, ion exchange methods, and the effectiveness of water leaching were studied in a comparative aspect. In the process of rhenium extraction, the influence of temperature, reagent concentration, and other important parameters is studied. The research results are of great importance for the rhenium mining and processing industry.

Keywords: rhenium, potassium perrhenate, ammonium perrhenate, precipitation, ion exchange, separation from solutions, technological scheme, precipitation in sulfide composition, selective dissolution in water.

Kirish. Reniy (Re) tabiatda kam uchraydigan va yuqori iqtisodiy ahamiyatga ega bo'lgan og'ir metallar sirasiga kiradi. U asosan mis va molibden rudalarida uchraydi va ularni qayta ishlash natijasida olinadi. Reniy o'zining yuqori harorat bardoshliligi, katalitik xossalari va korroziyaga chidamliligi sababli metallurgiya, aerokosmik sanoat, katalizatorlar ishlab chiqarish va elektronika sanoatida muhim rol o'ynaydi.

Dunyoda yillik reniy ishlab chiqarish hajmi taxminan 50-60 tonnani tashkil etadi. Asosiy ishlab chiqaruvchi davlatlar Qozog'iston, AQSh, Kanada, Rossiya va Chili hisoblanadi. 2023-yilgi statistikaga ko'ra, reniyni yillik ishlab chiqarish hajmi

quyidagi ko'rinishga ega:

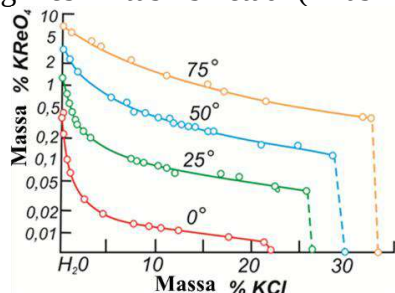
- Chili – 30 tonna
- AQSh – 7 tonna
- Qozog'iston – 8 tonna
- Rossiya – 6 tonna
- Kanada – 5 tonna

Reniy qazib olish jarayonlari murakkab va ekologik jihatdan xavfsiz texnologiyalarni talab qiladi. Uning eng ko'p ishlatiladigan qo'llanilish sohasi superqotishmalar tayyorlashdir. Masalan, reaktiv dvigatellarda qo'llaniladigan Inconel, Hastelloy va Rene qotishmalarida reniy tarkibi 3-6% ni tashkil etadi. Buning natijasida dvigatellar yuqori harorat va bosimga chidamli bo'ladi.

Shuningdek, reniy neftni qayta ishlash sanoatida katalizator sifatida keng qo'llaniladi. Platina-reniy asosidagi katalizatorlar neft mahsulotlarini oktan sonini oshirish va toza yoqilg'i ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. 2022-yilda global katalizator bozorida reniyni ulushi 15% ga yetgan.

Ushbu maqolada reniyni eritmalardan ajratib olish bo'yicha turli usullar, shu jumladan, kaliy perrenat va ammoniy perrenatni cho'ktirish, sulfid tarkibida cho'ktirish hamda suvda tanlab eritish texnologik jarayonlari tahlil qilinadi. Har bir usulning samaradorligi, fizik-kimyoviy jarayonlari va amaliyotga joriy etish imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Ayniqsa, ion almashinuvi usuli, oksidlovchi qo'shimchalar yordamida eritmalarini qayta ishlash jarayonlari va cho'ktirish mexanizmlari batafsil tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari asosida eng samarali va iqtisodiy jihatdan maqbul texnologiyalar aniqlanadi.

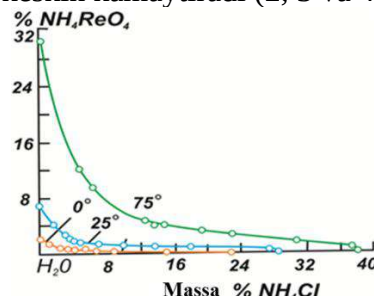
Muhokama. Kaliy perrenatni cho'ktirish eritmalardan reniyni ajratib olishning eng ko'p qo'llaniladigan usullaridan biri hisoblanadi. U $KReO_4$ ning nisbatan past eruvchanligiga asoslangan bo'lib, harorat pasayishi bilan uning eruvchanligi keskin tushib ketadi (1-rasm).



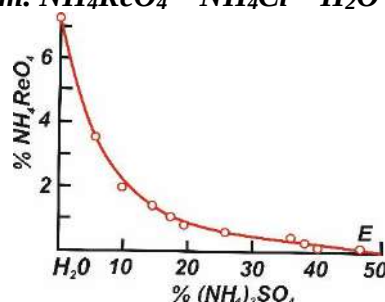
1-rasm. $KReO_4$ - KCl - H_2O tizimi.

Eritmalardagi $KReO_4$ ning ajralish to'liqligi tuzsizlantiruvchi ta'sirga ega bo'lgan kaliy tuzlari, ayniqsa KCl ning ortiqcha miqdori qo'shilganda ortadi (1-rasm). Kaliy perrenat 8-10°C haroratgacha sovutilganda cho'ktiriladi. Kaliy perrenat filtrda yaxshi ajralib turadigan og'ir mayda kristalli cho'kma hosil qiladi. $KReO_4$ cho'kmasini aralashmalardan tozalash maqsadida, odatda uni 2-3 marta qayta kristallash amalga oshiriladi. $KReO_4$ cho'ktirish qoldiq eritmalarida yana 0,4 - 0,5 g/l Re mavjud; u ion almashinuvi usuli bilan qo'shimcha ajratib olinadi. Ammoniy perrenat $KReO_4$ ga nisbatan ancha yaxshi eruvchanligi bilan ajralib turadi (2-rasm). $NH_4 ReO_4$ ni ajratib olish uchun NH_4Cl ,

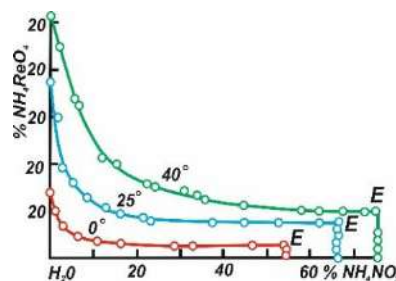
$(NH_4)_2SO_4$ va NH_4NO_3 kabi ammoniy tuzlari erituvchi sifatida qo'llaniladi. Eritmadagi bu tuzlarning ortiqcha miqdori ammoniy perrenatning eruvchanligini keskin kamaytiradi (2, 3 va 4-rasmlar).



2-rasm. NH_4ReO_4 - NH_4Cl - H_2O tizimi.



3-rasm. 25°C haroratda NH_4ReO_4 - $(NH_4)_2SO_4$ - H_2O tizimi.



4-rasm. NH_4ReO_4 - NH_4NO_3 - H_2O tizimi.

Reniyni sulfid tarkibida cho'ktirish usuli reniyni dastlabki boyitish va konsentrlangan eritmalardan miqdoriy ajratib olish uchun qo'llaniladi. Reniy bilan birga erimaydigan sulfidlar hosil qiluvchi barcha metallar cho'kmaga tushadi. Reniyni vodorod sulfid yordamida sulfid ko'rinishida cho'ktirish uchun kuchli kislotali muhit (10% HCl) qo'llaniladi, chunki kamroq kislotali eritmalarida reniyni cho'kishi to'liq bo'lmasligi mumkin. Vodorod sulfidni o'tkazishni 2-3 soat davomida amalga oshirish lozim. Maqbul sharoitlarda cho'kma yaxshi filtrlanadi va filtrlanish jarayoni rangsiz bo'ladi. Re_2S_7 ko'rinishida cho'ktirish usuli 1 litr eritmadan 0,75 milligram reniyni ajratib olishga imkon beradi. Barcha reniy perrenat shaklida bo'lishi lozim.

Cho'ktirish jarayonida quyidagi reaksiya ro'y beradi:

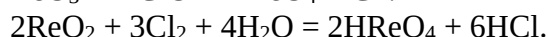
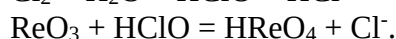
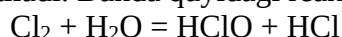


Ko'rsatilgan sharoitlarda reniyni past valentli shakllari cho'kmaga tushmaydi. Cho'ktiruvchi sifatida $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ qo'llanilganda, cho'ktirish jarayoni kislotali eritmalaridan amalga oshiriladi. Hosil bo'lgan cho'kma oltingugurt va metall sulfidlari bilan yuqori darajada aralashgan bo'ladi. Cho'kmaga oltingugurtdan tashqari ammoniy ionlari ham yutiladi. Reniy, reniy kislotasi ko'rinishida, nitron yordamida cho'ktiriladi. Suvda nitron perrenati 0°C haroratda $0,0017-0,0018$ g/l miqdorda eriydi, ammo sirka kislotali nitronning $0,3-0,5\%$ li eritmasida bu tuz amalda erimaydi.

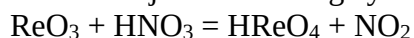
Suvli tanlab eritish usuli chang, kul va shu kabi xomashyolarga qo'llaniladi, ularda reniy eruvchan Re_2O_7 semioksidi shaklida mavjud bo'ladi. Reniy yetti oksidi suvda yaxshi eriydi va natijada reniy kislotasi hosil bo'ladi:



Biroq, kuydirish changlarida reniy faqatgina Re_2O_7 ko'rinishida emas, balki qiyin eriydigan uch oksid va ikki oksid shaklida ham mavjud bo'ladi. Ushbu shakllardan reniyni suvda tanlab eritish uchun oksidlovchi qo'shimchalar qo'llaniladi: ko'pincha xlor, natriy gipoxlorit va pirolyuzit (MnO_2) ishlatiladi. Bunda quyidagi reaksiyalar yuz beradi:



Azot kislotasining qo'shilishi ham qiyin eriydigan reniy uch oksidini oksidlash orqali reniyni ajratib olish darajasini oshirishga yordam beradi:



1-jadvalda tarkibida $0,5\%$ reniy va $4,2\%$ molibden mavjud bo'lgan molibdenitni kuydirish zavodlaridan birining gaz quvuri changidan reniy va molibdenni suv yordamida ajratib olish natijalari keltirilgan.

1-jadval

Changdan reniy va molibdenni suvda tanlab eritish. Q:S nisbati 1:3, aralashtirgich yordamida tanlab eritish, davomiyligi 1 soat

Tanlab eritish jarayoni		Chiqindi tarkibi, %		Eritmaga ajralishi, %	
t, °C	Okislitel	Re	Mo	Re	Mo
20-25	-	0,28	2,8	44,0	33,4
70-75	-	0,20	2,1	60,0	50,0
70-75	MnO_2 (20 kg/t)	0,02	0,3	96,0	92,8

1-jadval natijalaridan ko'rinib turibdiki, tanlab eritish haroratini $70-75^\circ\text{C}$ gacha oshirish va 1 tonna hisobiga 20 kg pirolyuzit qo'shish gaz yo'li changidan reniy va molibdenni juda yuqori darajada ajratib olishni ta'minlaydi. Tanlab eritish uchun boshlang'ich reagent suv bo'lsada, jarayonning o'zi gaz yo'lidagi changda sulfat kislotasi mavjudligi tufayli sulfat kislotali tanlab eritishga kiradi, chunki kuydirilgan gazlar tarkibida CO_3 va suv bug'lari mavjud. Eslatib o'tamizki, MnO_2 ning normal oksidlanish-qaytarilish potentsiali kislotali muhitlarda $1,67$ V ga, ishqoriy muhitlarda esa $0,57$ V ga teng bo'ladi. Reniyni changlardan suv yordamida tanlab eritish orqali ajratib olishning texnologik sxemalari 6.1-bo'limda keltirilgan.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, reniyni eritmalaridan ajratib olishda har xil usullarning samaradorligi eritma tarkibi, harorat, reagentlarning konsentratsiyasi va fizik-kimyoviy sharoitlarga bog'liq holda o'zgaradi. Kaliy perrenat va ammoniy perrenatni cho'ktirish usuli yuqori samaradorlik ko'rsatgan bo'lsa-da, ion almashinuvi usuli eng yuqori darajada toza reniyni ajratib olish imkoniyatini berdi. Sulfid tarkibida cho'ktirish usuli esa dastlabki boyitish bosqichlarida muhim ahamiyatga ega.

Reniyni suvda tanlab eritish usuli qattiq fazadagi xomashyolar uchun samarali bo'lib, bu usulni molibden va mis eritish jarayonlaridan olingan changlardan reniyni ajratib olishda keng qo'llash mumkin. Bu jarayonda oksidlovchi reagentlar qo'shish orqali ajratib olish samaradorligini oshirish mumkinligi aniqlandi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, yuqorida bayon etilgan usullarning har biri turli xil sharoitlarga mos keladi va ularning optimal ishlash sharoitlari aniqlanishi lozim. Kelajakdagi tadqiqotlar ion almashinuvi usulini yanada takomillashtirish, cho'ktirish mexanizmlarini batafsil o'rganish va yangi reaktivlar yordamida jarayon samaradorligini oshirishga qaratilishi lozim.

Reniyni ajratish jarayonlarining rivojlanishi uning aerokosmik, elektronika va katalizator sanoatidagi qo'llanilish doirasini kengaytirishga xizmat qiladi. Shu sababli, yangi texnologiyalar ishlab chiqish va mavjud jarayonlarni modernizatsiya qilish zarur. Ilmiy tadqiqotlar va sanoat tajribalari natijasida yanada iqtisodiy jihatdan samarali va ekologik toza texnologik echimlarni ishlab chiqish

maqsadga muvofiqdir.

|

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Санакулов К., Петухов О.Ф. и др. Способ извлечения рения // Патент Республики Узбекистан IAP 04651, приоритет от 20.11.2009.
2. Кокушева А.А., Дайрабаева Г.А., Усабекова А.Ш., Перфельев Н.А.. Извлечение рения из сернокислотных шламов Дзержинского медеплавильного завода // Цветные металлы. – 1992. - № 5. – С.14 – 15.
3. Палант А.А., Трошкина И.Д., Чекмарёв А.М. Металлургия рения. – М.: Наука, 2007. 298 с.
4. Савицкий Е.М., Тылкина М.А., Поварова К.Б. Сплавы рения. – М.: Наука, 1965.
5. Санакулов К.С., Мухиддинов Б.Ф., Хасанов А.С. Химические Элементы свойства, получение, применение. Тошкент «Турон замин зиё» 2016 г. 493с.
6. Хакимов, К. Ж., Эшонкулов, У. Х., & Умирзоков, А. (2020). Complex Processing Of Lead-Containing Technogenic Waste From Mining And Metallurgical Industries In The Urals. THE AMERICAN JOURNAL OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY (TAJET) SJIF-5.32 DOI-10.37547/tajet, 2(9), 2689-0984.

UO‘K: 621.926.52

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.10

SHARLI TEGIRMON BARABANI QOPLAMALARINING TAKOMILLASHTIRILGAN KONSTRUKSIYASINI ISHLAB CHIQISH



Abduazizov Nabijon

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti o'quv ishlari
bo'yicha prorektori, professor
Navoiy, O'zbekiston
E-mail:
nabiabduazizov@gmail.com



Abdullayev Sardor

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti "Konchilik
elektr mexanikasi" kafedrasida katta o'qituvchisi
Navoiy, O'zbekiston
E-mail:
sardor.abdullayev7000@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada sharli tegirmonlarning ishdan chiqishiga ta'sir etuvchi omillarning asosiy sabablarini o'rganishda qoplama va yuk oqimining orasida yuzaga keladigan ishqalanish kuchlari evaziga qoplamalar yuzalaridagi yemirilishlarda sirpanish tezligi muhim rol o'ynaydi. Sirpanish tezligini o'zgartirish yemirilish intensivligini belgilaydigan yemirilish jarayonlarining sifat xususiyatlariga asosiy ta'sir ko'rsatadi. Muayyan bosim qiymatining o'zgarishi asosan faqat yemirilish intensivligining o'zgarishiga olib keladi. Tegirmon barabani himoya vositalarining yemirilishi qoplamalar joylashuviga qarab turlicha qiymatlarga ega bo'ladi. Bundan tashqari ushbu maqolada "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" AJga qarashli gidrometallurgiya zavodlarida ishlayotgan ruda yanchish tegirmonlarining turlari va ularning ulushi, ishdan chiqish holatlari hamda qoplamalar nosozliklari ko'rsatilgan. O'tkazilgan tajriba-sinov asosida sharli tegirmonlarning to'xtalishlar muddatini kamaytirish maqsadida ularning barabani silindsimon qismi uchun takomillashtirilgan yangi konstruksiyadagi qoplamalar taklif etildi va ularning samaradorligi to'g'risida olingan natijalar keltirilgan.

Kalit so'zlar: sharli tegirmon, qoplama, koeffitsiyent, nosozlik, samaradorlik, o'lcham, ishchi a'zo, takomillashtirilgan, bazaviy, chidamlilik, ish davomiyligi, element, bo'rtma, ko'targich.

РАЗРАБОТКА УЛУЧШЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ БАРАБАНОВ ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦ

Абдуазизов Набижон

Проректор по учебной работе Навоийский государственный
горно-технологический университет, профессор
Навои, Узбекистан

Абдуллаев Сардор

Старший преподаватель кафедры «Горная
электромеханика», Навоийский государственный горно-
технологический университет
Навои, Узбекистан

Аннотация. В данной научной работе значительную роль в изучении основных причин возникновения факторов, влияющих на выход из строя шаровых мельниц, играет скорость скольжения по поверхностям покрытий за счет сил трения, возникающих между покрытием и током нагрузки. Изменение скорости скольжения оказывает существенное влияние на качественные характеристики процессов затухания, которые определяют интенсивность затухания. Изменение величины определенного давления в основном приводит только к изменению интенсивности затухания. Степень износа защитных элементов барабана мельницы будет различной в зависимости от расположения крышек. Кроме того, в этой статье приведе-

ны типы мельниц для измельчения руды, работающих на гидрометаллургических предприятиях АО "Навоийский горно-металлургический комбинат", их доля, случаи поломок и повреждения покрытия. На основании проведенного эксперимента были предложены покрытия улучшенной новой конструкции для цилиндрической части их барабана, чтобы сократить продолжительность простоев шаровых мельниц, и представлены результаты, полученные в отношении их эффективности.

Ключевые слова: шаровая мельница, покрытие, коэффициент, отказ, эффективность, размер, рабочий орган, усовершенствованный, основание, долговечность, продолжительность работы, элемент, выпуклость, лифтеры.

DEVELOPMENT OF IMPROVED CONSTRUCTION OF BALL MILL DRUM COVERS

Abduazizov Nabijon

Vice-rector for academic affairs of Navoi State University of
mining and Technology, Navoiy, Uzbekistan

Abdullayev Sardor

Senior Lecturer, Department of "Mining electrical mechanics",
Navoi State University of mining and technology
Navoiy, Uzbekistan

Abstract. In this scientific paper, a significant role in the study of the main causes of factors affecting the failure of ball mills is played by the rate of slip on the surfaces of coatings at the expense of the friction forces that occur between the coating and the load current. Changing the slip rate has a major effect on the quality characteristics of the decay processes that determine the decay intensity. A change in the value of a certain pressure mainly only leads to a change in the intensity of Decay. The decay of Mill drum protectors will have different values depending on the location of the covers. In addition, this article shows the types of ore milling mills operating in hydrometallurgical plants under the Navoi mining and Metallurgical Combine JSC and their share, failure cases and coating failures. Based on the experiment conducted, coatings of improved new construction for the cylindrical part of their drum were proposed in order to reduce the duration of interruptions of ball mills, and the results obtained on their effectiveness were presented.

Keywords: ball mill, plating, coefficient, failure, efficiency, size, working member, improved, base, durability, working duration, element, bulge, lifters.

Kirish. Yanchish jarayonida tegirmonning ish rejimi, barabanning aylanish tezligi, qoplamalarga ta'sir etuvchi kuchlar va ularni yemirilishiga ta'sir etuvchi omillarni o'rganish maqsadida "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" AJ ga qarashli 2-gidrometallurgik zavodining MMS rusumli o'ziyanchar tegirmonlari joylashgan sexlari tadqiqot obyekti sifatida tanlangan. Zavodda jami 33ta MMS tipidagi tegirmonlar mavjud bo'lib, 27 tasi MMS-7000x2300 va 6 tasi MMS-9000x3000 tegirmonlaridir. Sexlarning quvvati yiliga 53 million tonna rudani tashkil etadi. Yanchiladigan rudalarning mustahkamlik chegarasi Protodyakonov shkalasi bo'yicha $f < 10 \div 14$ gachani qabul qiladi.

Sharli tegirmonlarda yanchish jarayonini o'rganish hamda tahlil qilish, undagi qoplamalarni yemirilishini ko'rib chiqishda dastlab tegirmon barabanining ichki sirti bo'ylab qoplamalarni

ketma-ket o'rnatishdan boshlanadi [1].

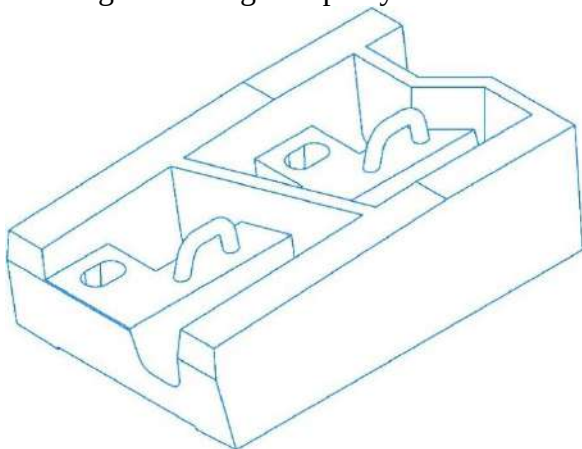
Tegirmon unumdorligini oshirish, birlamchi yanchish samaradorligini yaxshilash va to'xtalishlar vaqtini kamaytish maqsadida Hindistonda ishlab chiqarilgan rezina metall qoplamalari MMS-7000x2300 tipidagi o'ziyanchar tegirmonlarida o'rnatilib sinovdan o'tkazildi. Qoplamalarning yemirilishga chidamliligi va yemirilish darajasi o'lchab borildi. Bu turdagi qoplamalar to'plami besh oy mobaynida ishlatildi. Rezina metall qoplamalarni ishlatishda quyidagi kamchiliklar aniqlandi: ko'targichlarning yemirilish darajasi yuqoriligi, qoplamalarda sinish holati kuzatilishi, yukning harakati davrida barabanda deformatsiya hosil qilishi. Bundan ko'rinadiki o'rganilayotgan MMS-7000x2300 o'ziyanchar tegirmonida rezina metall qoplamalarni ishlatish samarasiz ekanligi ko'rinadi. Bu turdagi qoplamalarni ishlatilishida

xarajatlar juda katta bo'ladi. Ya'ni qoplamalar uzoq Hindiston mamlakatida ishlab chiqariladi va qoplamalarning bizgacha yetib kelishi uchun oylab vaqt sarflanadi. Bu esa tegirmonlarning uzoq vaqt ishlamay qolishiga sabab bo'ladi [2;3;4].

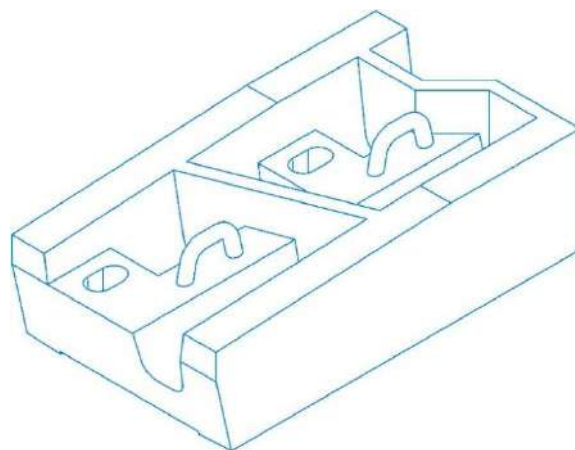
Shu sababli hozirgi vaqtda 110G13L po'latdan tayyorlangan metall qoplamalar ishlatilib kelinmoqda. Bu turdagi po'latdan tayyorlangan qoplamalarning ishlash vaqtini hamda uning afzalligini aniqlash uchun yillar mobaynida monitoring olib borildi. Qoplamalarning ishlashi, yanchiladigan mahsulot hajmini hisobga olib, ishchi yuzalardagi yemirilishlarni oraliq tekshirishlarda o'rganilib ma'lumotlar yig'ib borildi. Tegirmonlarda 110G13L po'latidan tayyorlangan qoplamalarning almashtirilishiga asosiy sabab ko'targichlarining yemirilishidir [5;6;7].

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, o'ziyanchar tegirmon barabani qoplamalarining ishlatilish davomida ularning elementlaridagi o'zgarishlari ularga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchlari o'zgarishi va yanchish sifati va qoplamaning ishlash davrining davomiyligi oshishi aniqlangan.

Yanchish jarayonida yemirilgan qoplamalar bilan ishlaydigan tegirmonning energiya yo'qotilishi yangi qoplamalar o'rnatilgan tegirmonga qaraganda 25-30% yuqori bo'ladi. MMS-7000x2300 o'ziyanchar tegirmonining ishlash amaliyoti shuni ko'rsatdiki, uning qoplamalarining yemirilishi sababli to'xtalishlar deyarli 10 kungacha davom etib, qoplamalarning yemirilishi hamda ularni yangisiga almashtirish evaziga tegirmonning unumdorligi 20-22% gacha pasayadi.



1-rasm. MMS-7000x2300 tegirmon barabanining silindrsimon qismi qoplamasining umumiy ko'rinishi.



2-rasm. MMS-7000x2300 tegirmon barabanining silindrsimon qismi tuynuk (lyuk) laridagi qoplamasining umumiy ko'rinishi.

Sharli tegirmon barabani qoplamalarining hozirgi kunda bir qancha turlari mavjud bo'lib, "Navoiy kon metallurgiya kombinati" AJga qarashli barcha gidrometallurgiya zavodlaridagi MMS-7000x2300 tegirmonlari barabanining silindrsimon qismi uchun yuqoridagi 1 – rasmda va barabanining silindrsimon qismidagi tuynuk (lyuk) lari uchun 2 – rasmda ko'rsatilgan standart ishlab chiqariladigan qoplamalar qo'llanib kelinmoqda.

Tajriba qismi. Tegirmon barabanlarida qoplamalarni almashtirish uchun sarflangan vaqt uning unumdorligini tushishiga va to'xtalish vaqti uzoq muddat davom etishi esa, ekspluatatsion xarajatlarni oshib ketishiga olib kelmoqda.

Nazariy hamda amaliy tadqiqotlar va ishlab chiqarishdagi tegirmon barabani qoplamalarining ekspluatatsiyasini kuzatishlar natijasida, qoplama elementlarini shar yuki va tog' jinslari bilan eng ko'p aloqa hosil qiladigan ikki yon tomon ko'targichlari, o'rtasidagi bo'rtik qismi elementlariga konstruktiv o'zgartirishlar kiritilishi zarurligi aniqlandi.

Tegirmon barabanining silindrsimon qismi hamda barabanning silindrsimon qismidagi tuynuk (lyuk) lari qoplamalaridagi muammoni yechimi sifatida qoplamaning o'rta qismidagi ko'ndalang bo'rtmaning balandligini 165 mm dan 95 mm ga o'zgartirish hamda ko'ndalang ko'targichlar va ko'ndalang bo'rtmaga nisbatan $\alpha=25-35^\circ$ burchak ostida joylashgan ikki dona qovurg'a (rebro) larini olib tashlab, konstruksiyasini o'zgartirish orqali ularning yemirilishga chidamliligini oshirish evaziga, sharli tegirmonlarning yanchish ishlari sama-

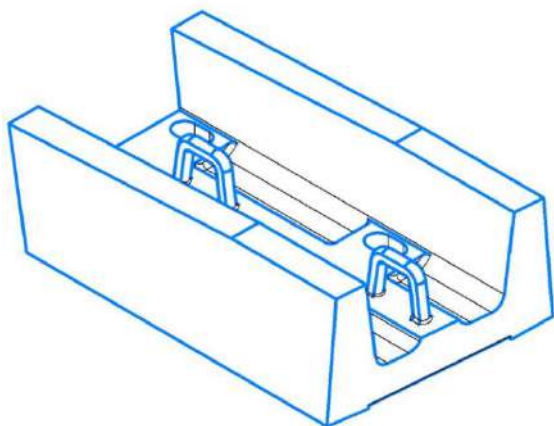
radorligini oshirish mumkinligi aniqlandi va takomillashtirilgan turdagi qoplama konstruksiyalari ishlab chiqildi.

Tegirmon barabanining silindrsimon qismi hamda barabanning silindrsimon qismidagi tuynuk (lyuk) laridagi amaldaga standart qoplamalarining ishlash jarayonida uning qovurg'a (rebro) lari orasiga metal sharlarning va tog' jinslarining kirib qolishi natijasida sirpanish va ishqalanish kuchlarini yuzaga keltirib, yanchish sifatini yomonlashishiga hamda tegirmon samaradorligini tushib ketishiga olib kelgan.

Natijalar. Takomillashtirilgan yangi konstruksiyadagi qoplamalarda bunday kamchiliklar kuzatilmaydi.

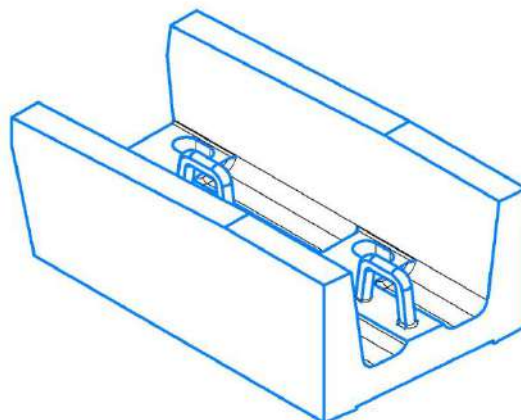
Takomillashtirilgan qoplama konstruksiyasi oldin ishlab turgan qoplama konstruksiyasidan uning rebrolari yo'qligi hamda qoplamaning o'rta qismidagi bo'rtmaning o'lchami bilan farq qilib, novsimon ko'rinishga ega. Takomillashtirilgan qoplamalarning materiali o'zgartirilmasdan qoldirilgan, ya'ni 110G13L turdagi po'latdan tayyorlangan.

Ishlab chiqilgan sharli tegirmon barabani qoplamasining yangi takomillashtirilgan konstruksiyasida standart qoplama elementlaridan farqli bo'lgan o'rta qismidagi bo'rtikning o'lchamlarini o'zgartirish hamda ko'ndalang ko'targichlar va ko'ndalang bo'rtmaga nisbatan $\alpha=25-35^\circ$ burchak ostida joylashgan ikki dona qovurg'a (rebro) larni olib tashlash taklif etildi. Takomillashtirilgan qoplamaning konstruksiyasi ko'rinishi va o'lchamlari 3 – rasm va 4 – rasmda keltirilgan.



3-rasm. MMS-7000x2300 tegirmon barabanining silindrsimon qismi uchun qovurg'asiz hamda bo'rtmasi pasaytirilgan takomillashtirilgan qoplamasining umumiy ko'rinishi.

O'ziyanchar tegirmon barabanining silindrsimon qismining takomillashtirilgan qoplamalarining tayyorlanish jarayonida qoplamaning yon tomonlarining uzunligi 888 mm ga 842 mm ni tashkil qiladi. Qoplamaning asos qismining eni 538 mm ni, yuqori qismidan esa 488 mm ni tashkil etadi. Uning asosi plita qismining qalinligi 75 mm, ikki yon tomon ko'ndalang ko'targichlarining balandligi 265 mm ni, ko'targichlarning pastki qismi qalinligi 100 mm ni va yuqori qismlarining qalinligi esa 75 mm ni, plita asosining pastki qismidan qoplama o'rtasidagi ko'ndalang bo'rtmaning yuqori qismigacha bo'lgan balandlik 95 mm ni, bo'rtmaning yuqori qismining qalinligi esa 90 mm ni tashkil qiladi hamda uning ko'rinishi yuqoridagi 3 – rasmda keltirilgan.



4-rasm. MMS-7000x2300 tegirmon barabanining silindrsimon qismi tuynuk (lyuk) lari uchun qovurg'asiz hamda bo'rtmasi pasaytirilgan takomillashtirilgan qoplamasining umumiy ko'rinishi.

MMS-7000x2300 o'ziyanchar tegirmoni barabanining silindrsimon qismi tuynuk (lyuk) laridagi takomillashtirilgan qoplamalarining tayyorlanish jarayonida qoplamaning yon tomonlarining uzunligi barabanning silindrsimon qismi qoplamasining uzunligi bilan bir xil bo'lib, 888 mm ga 842 mm ni tashkil qiladi. Qoplamaning asos qismining va yuqori qismining eni bir xil bo'lib, 498 mm ni tashkil etadi. Uning asosi plita qismining qalinligi 77 mm, ikki yon tomon ko'ndalang ko'targichlarining balandligi 265 mm ni, ko'targichlarning yuqori qismlarining qalinligi esa 75 mm ni, plita asosining pastki qismidan qoplama o'rtasidagi ko'ndalang bo'rtikning yuqori qismigacha bo'lgan balandlik 97 mm ni, bo'rtikning yuqori qismining

qalinligi esa 90 mm ni tashkil qiladi hamda uning ko'rinishi yuqorida 4 – rasmda keltirilgan. Tegirmon barabanining bunday takomillashtirilgan qoplamalarida uning novsimon qismida shar va tog' jinslarining kirib qolishi kuzatilmaydi. Natijada qoplamalarda ham metall sharlarda yemirilishlar keskin kamayadi.

Muhokama. Ishlab chiqilgan texnik yechimda MMS o'ziyanchar sharli tegirmoni barabani qoplamasining yemirilishga chidamliligini va ishlash muddatini oshirish maqsadida 3 – rasmda va 4 – rasmda keltirilgan tegirmon barabanining silindrsimon qismi hamda barabanning silindrsimon qismidagi tuynuk (lyuk) laridagi qoplamalarining takomillashtirilgan yon tomonlar ko'targichlarining balandligiga o'zgartirish kiritilgan konstruksiyasida qoplamalarning xizmat qilish muddatlari oshdi.

Takomillashtirilgan qoplamalarning tayyorlanish jarayonida plita qismi ustida joylashgan ikki

yon tomon ko'targichlarining balandligi 265 mm o'zgarmasdan, plita ustidagi bo'rtmasining balandligi 165 mm dan 95 mm ga pasaytirib, ko'ndalang ko'targichlar va ko'ndalang bo'rtmaga nisbatan $\alpha=25-35^\circ$ burchak ostida joylashgan ikki dona qovurg'a (rebro) larini olib tashlash qoplamaning xizmat qilish muddatini hamda tegirmonning samaradorligini oshirdi.

Xulosa. Ishlab chiqilgan yangi konstruksiyadagi qoplamalarni MMS-7000x2300 rusumli tegirmonlarda joriy qilish natijasida taklif etilayotgan takomillashtirilgan yangi konstruksiyadagi tegirmon barabanining silindrsimon qismi hamda silindrsimon qismidagi tuynuk (lyuk) laridagi qoplamalari avvalgi qo'llanilgan qoplamalarga nisbatan yemirilishga chidamliligi 25% ga yuqori bo'lishiga erishildi. Shuningdek, har bir tegirmonning to'xtalishlar vaqtini yiliga 2-3% hamda qoplamalarga bo'lgan ehtiyojni 22% ga kamayishiga erishildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Перов В.А., Андреев Е.Е., Биленко Л.Ф. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – Санк-Петербург, 2007. – 440с.
2. Болобов В.И., Баталов А.П., Бойцов Ю.П., Бочков В.С. О возможности увеличения срока службы футеровки шаровой мельницы // Горный журнал. 2014. С. 100 – 106.
3. Болобов В.И., Баталов А.П., Бойцов Ю.П., Чупин С.А. Износостойкость стали 110Г13Л в различных абразивных средах. Санк-Петербург. 2014. С. 17–22.
4. Doll A. G. SAG Mill + Ball Mill circuit sizing. 2013. Доступно на sagmilling.com.
5. Wei Liu, Weimin Liu, Hongchao Ji, Xuefeng Tang, Mingming Wang, Changzhe Song, Xiaoming Yang. Hot deformation behavior and hot working map of MN-CR-Ni-Co steel for ball mill liner forging process // Journal of Materials Research and Technology 30 (2024), 2024. 5685-5700 p.
6. Klas-Goran Eriksson Развитие систем мельничных футеровок /Gunder Marklund, А.Л. Гребенешников, В.Ю. Фищев // Горная промышленность. – 2003. - № 1(43).
7. Ball mill simulation in wet grinding using a tumbling mill and its correlation to grinding rate / H. Mori, H. Mio, J. Kano, F. Saito // Powder Technology. – 2004. – Vol. 143 – 144. – P. 230 – 239. DOI: 10.1016/j.powtec.2004.04.029.

УДК: 622.765:622.346:622.7

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД РЕАГЕНТНЫЕ РЕЖИМЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ



**Турдыев Шахбоз
Шермат угли**

д.т.н., доц. Қариинский
государственный технический
университет,
Қарши, Ўзбекистан
E-mail:
shahboz_01011991@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-4116-9799



**Эшонқулов Учқун
Худайназар угли**

д.ф.т.н., доц. Қариинский
государственный технический
университет,
Қарши, Ўзбекистан
ORCID ID: 0009-0002-8415-7218



**Хакбердыев Дилшод
Қодир угли**

докторант, Қариинский
государственный технический
университет,
Қарши, Ўзбекистан
ORCID ID: 0009-0009-0097-7616

Аннотация. Полиметаллические руды содержат ценные минералы, такие как галенит, сфалерит, сульфиды меди и пирит. Основным методом обогащения таких руд является флотация, однако в некоторых случаях применяется предварительное гравитационное обогащение. Флотационный процесс зависит от химического состава и физических свойств руды, а также от используемых реагентов, включая ксантогенаты, медный купорос и сернистый натрий. Наиболее распространёнными схемами флотации являются коллективная флотация, селективная флотация и гравитационные методы. В данной статье рассматриваются флотационные процессы обогащения полиметаллических руд, их эффективность и применение различных реагентов. Определение оптимальных условий флотации для различных типов руд играет ключевую роль. Результаты исследований показывают, что для повышения эффективности коллективной флотации необходимо детальное изучение физико-химических свойств руды. Кроме того, рассмотрено влияние шламов на процесс флотации и методы их минимизации.

Ключевые слова: полиметаллические руды, флотация, обогащение, сфалерит, галенит, сульфиды меди, реагенты, гравитационное обогащение.

POLIMETALL RUDALARNI FLOTATION BOYITISH TEKNOLOGIYALARINI TAKOMILLASHTIRISH, JARAYONLARNING REAGENT REJIMLARI VA SAMARADORLIGINI OSHIRISH

**Turdiyev Shahboz
Shermamat o'g'li**

t.f.d., dots. Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O'zbekiston

**Eshonqulov Uchqun
Xudaynazar o'g'li**

t.f.f.d., dots. Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O'zbekiston

**Haqberdiyev Dilshod
Qodir o'g'li**

Qarshi davlat texnika universiteti
doktoranti, Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya. Polimetall rudalar tarkibida galenit, sfalerit, mis sulfidlari va pirit kabi qimmatbaho minerallar mavjud. Bunday rudalarni boyitishning asosiy usuli flotatsiya hisoblanadi, ammo ba'zi hol-

larda dastlabki gravitatsion boyitish qo'llaniladi. Flotatsiya jarayoni rudaning kimyoviy tarkibi va fizik xususiyatlariga, shuningdek, ishlatiladigan reagentlarga, jumladan, ksantogenatlar, mis kuporosi va natriy sulfidga bog'liq. Eng keng tarqalgan flotatsiya sxemalari kollektiv flotatsiya, selektiv flotatsiya va gravitatsion usullardir. Ushbu maqolada polimetall rudalarni boyitishning flotatsion jarayonlari, ularning samaradorligi va turli reagentlarning qo'llanilishi ko'rib chiqiladi. Turli xildagi ma'danlar uchun flotatsiyaning optimal sharoitlarini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, kollektiv flotatsiya samaradorligini oshirish uchun rudaning fizik-kimyoviy xususiyatlarini batafsil o'rganish zarur. Bundan tashqari, shlamlarning flotatsiya jarayoniga ta'siri va ularni minimallashtirish usullari ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: polimetall rudalar, flotatsiya, boyitish, sfalerit, galenit, mis sulfidlari, reagentlar, gravitatsion boyitish.

IMPROVEMENT OF FLOTATION ENRICHMENT TECHNOLOGIES FOR POLYMETALLIC ORES, REAGENT REGIMES AND PROCESS EFFICIENCY

**Turdiyev Shahboz
Shermamat ugli**

DSc, doc. Karshi State Technical
University, Karshi, Uzbekistan

**Eshonkulov Uchkun
Khudaynazar ugli**

PhD, doc. Karshi State Technical
University, Karshi, Uzbekistan

**Khakberdiyev Dilshod
Kodir ugli**

Doctoral student of Karshi State
Technical University, Karshi,
Uzbekistan

Abstract. Polymetallic ores contain valuable minerals such as galena, sphalerite, copper sulfides, and pyrite. The main method of enriching such ores is flotation, however, in some cases, preliminary gravitational enrichment is used. The flotation process depends on the chemical composition and physical properties of the ore, as well as the reagents used, including xanthogenates, copper sulfate, and sodium sulfide. The most common flotation schemes are collective flotation, selective flotation, and gravitational methods. This article examines the flotation processes of polymetallic ore beneficiation, their effectiveness, and the application of various reagents. Determining the optimal flotation conditions for different types of ores plays a key role. The research results show that to increase the effectiveness of collective flotation, it is necessary to study the physical and chemical properties of the ore in detail. Furthermore, the influence of sludge on the flotation process and methods for minimizing it are examined.

Keywords: polymetallic ores, flotation, beneficiation, sphalerite, galena, copper sulfides, reagents, gravitational beneficiation.

Введение. Полиметаллические руды представляют собой сырьё, содержащее несколько ценных минералов, имеющих промышленное значение. В их состав входят галенит (PbS), сфалерит (ZnS), сульфиды меди и пирит (FeS₂). Обогащение таких руд направлено на выделение и повышение концентрации полезных компонентов.

На сегодняшний день наиболее эффективным методом обогащения полиметаллических руд является флотация. В процессе флотации руда измельчается до необходимой крупности, после чего при помощи специальных реагентов осуществляется разделение полезных минералов. В ряде случаев применяется гравитационное обогащение, особенно если полезные

минералы представлены крупными зёрнами.

Выбор оптимальных условий флотации и реагентного режима оказывает значительное влияние на конечное качество получаемого продукта. Например, для активирования сфалерита используются медный купорос и сернистый натрий, а основными собирателями в флотации являются ксантогенаты. Кроме того, важную роль играет уровень pH среды, в которой осуществляется процесс флотации.

Анализ литературы и методология. В данной статье подробно рассматриваются флотационные методы обогащения полиметаллических руд, влияние реагентов на минералы, способы повышения эффективности флотации и оптимальные схемы обогащения для различных

типов руд. Также анализируется влияние шламов на флотацию и методы их устранения.

Основные полезные минералы полиметаллических руд - галенит, сфалерит, сульфиды меди и пирит. В зонах окисления месторождений полиметаллических руд распространены церуссит $PbCO_3$, англезит $PbSO_4$, смитсонит $ZnCO_3$, каламин $Zn_4 [Si_2O_7] (OH)_2 \cdot H_2O$, окисленные медные минералы, оксиды и карбонаты железа.

Основной процесс обогащения полиметаллических руд в настоящее время - флотация. Однако, если вкрапленность полезных минералов благоприятна, осуществляется предварительное гравитационное обогащение этих руд, позволяющее в некоторых случаях выделить значительную часть (до 30-35%) минералов породы после сравнительно крупного дробления. Наиболее распространенный гравитационный процесс - обогащение в тяжелых суспензиях.

Схемы, применяемые в большинстве случаев при обогащении полиметаллических руд, показаны на рис.1. Кроме того, на некоторых фабриках используется также схема прямой селективной флотации руд, содержащих медные минералы.

Схема коллективной флотации с последующим разделением коллективного концентрата, как показано А.С.Коневым и Л.Б.Дебриной, особенно эффективна в тех случаях, когда при грубом измельчении всей руды можно выделить отвальные хвосты и коллективный концентрат с небольшим выходом требующий для селекции более тонкого измельчения. По данным М.А.Фишмана и Д.С.Соболева, эта схема применяется также при наличии в рудах природно-активированного сфалерита, подавление которого затруднено, или карбонатов железа и марганца, препятствующих подавлению сфалерита цинковым купоросом и цианидом. При коллективной флотации карбонаты остаются в хвостах и не мешают разделению концентрата. Коллективная флотация проводится при измельчении руды до крупности 45-55% класса - 0,074 мм. При неравномерной вкрапленности сульфидов коллективная флотация осуществляется в две стадии и отвальные хвосты выделяются при

крупности измельчения 80-85% класса - 0,074 мм.

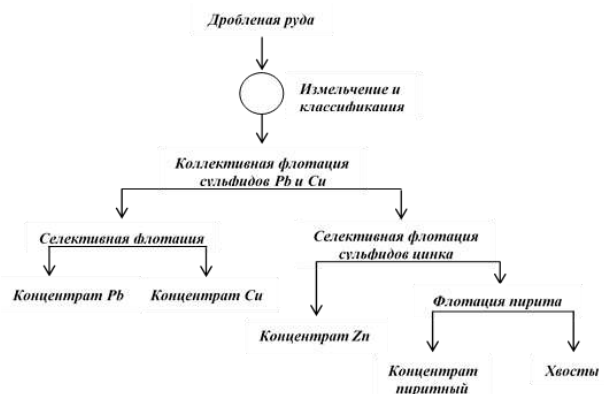


Рис.1. Схема флотации полиметаллических руд, содержащих четыре компонента.

Обычно сульфиды флотируют в содовой среде при pH 8-9,5 с использованием в качестве собирателя ксантогенатов (бутилового, изопропилового и др.). В ряде случаев флотацию ведут при pH 7-7,5. При необходимости для активации сфалерита применяют медный купорос, а при наличии в руде окисленных минералов свинца и меди - сернистый натрий. Из пенообразователей в коллективной флотации применяют Т-92, Э-1, сосновое масло, БКК.

Если сфалерит представлен двумя разновидностями, то сначала, совместно с другими сульфидами извлекают хорошо флотируемый сфалерит, а затем с добавками медного купороса получают цинковый продукт, который направляется в цинковый цикл либо присоединяется к цинковому концентрату.

При большом содержании пирита в руде коллективная флотация проводится в высокощелочной среде, при этом значительная часть пирита подавляется. Из хвостов коллективной флотации доизвлекают цинк, направляя полученный цинковый продукт в цинковый цикл, а затем флотируют пирит.

Наличие в руде первичных шламов отрицательно влияет на флотацию. Поэтому первичные шламы выделяют перед дроблением руды оттиркой или промывкой на грохотах и флотируют в отдельном цикле. Коллективный шламовый концентрат затем объединяют с коллективным концентратом, полученным из руды.

Для разделения коллективного концен-

трата необходимо десорбировать собиратель с поверхности сульфидов, извлеченных в коллективный концентрат. От полноты осуществления десорбции во многом зависит эффективность применения схемы коллективной флотации.

В Механобре А.С.Коневым и Л.Б.Дебрина предложен способ десорбции собирателя сернистым натрием с последующей отмывкой реагентов, находящихся в жидкой фазе пульпы, внедренный на ряде фабрик. Степень отмывки реагентов, рассчитываемая как отношение оставшегося количества реагентов в жидкой фазе пульпы к количеству реагентов, имевшихся в пульпе после десорбции, составляет 1:3-1:10.

Из других методов десорбции собирателя с поверхности сульфидов применяют сгущение и фильтрование коллективного концентрата; десорбция сернистым натрием и активированным углем без отмывки реагентов, а также пропарку коллективного концентрата в щелочной среде.

Коллективный концентрат, полученный при грубом измельчении руды, перед разделением обычно доизмельчается до крупности 85-90% класса -0,074 мм. Если коллективная флотация проводилась стадийно и отвальные хвосты выделялись при тонком измельчении, то при разделении концентрата сначала извлекают свободные зерна флотируемого минерала, затем хвосты разделительной флотации доизмельчают для раскрытия сростков и снова ведут разделение. В некоторых случаях концентрат доизмельчается в рудно-галечных мельницах.

В зависимости от вещественного состава, вкрапленности и флотируемости основных компонентов концентрат разделяют по одной из схем, показанных на рис.1 Эти схемы аналогичны схемам селективной флотации полезных минералов непосредственно из руды. Так, сначала флотируют галенит, а при наличии в руде сульфидов меди — галенит совместно с сульфидами меди. В дальнейшем свинцово-медный концентрат разделяют на свинцовый и медный. Из хвостов свинцовой флотации последовательно флотируют сфалерит и пирит. Иногда проводится цинково-пиритная флотация с последующим получением цинкового и пиритного концентратов. Реагентные режимы, примен-

яемые при разделении коллективного концентрата и флотации минералов из руды, также аналогичны и рассматриваются ниже.

Схемы включают флотацию в цикле измельчения или межцикловую флотацию свинцовых и медных минералов при крупности 35-55% класса - 0,074 мм, основную и контрольную флотацию при крупности измельчения 55-90 % класса - 0,074 мм, доизмельчение черного концентрата и промпродуктов; флотацию промпродуктов в отдельном цикле. Практикуется отмывка первичных шламов перед дроблением, их сгущение и флотация в отдельном цикле с направлением концентрата в свинцово-медную флотацию руды.

Если свинцовая или свинцово-медная флотация проводится из коллективных концентратов, когда порода в основном отсутствует, а сростки сульфидов преимущественно раскрыты, то схема включает основную и контрольную флотации и перечистки концентрата.

При наличии в руде талька, загрязняющего сульфидные концентраты, его можно флотировать перед сульфидами в голове процесса одним вспенивателем при небольшом расходе подавателей сульфидов.

Свинцовая или свинцово-медная флотация обычно осуществляется в известковой или содовой среде при pH 7-10,5. Иногда pH создается гидроксидом натрия. Для подавления сфалерита и пирита применяют цианид, цинковый купорос, сульфит натрия, сочетания цианида с цинковым купоросом и сульфитом натрия или сернистым газом. Реагенты загружают в мельницу или подают с питанием флотации.

В качестве собирателя используют различные ксантогенаты (этиловый, изопропиловый, бутиловый и изобутиловый, амиловый и изоамиловый), аэрофлоты, сочетания низших и высших ксантогенатов, аэрофлотов и ксантогенатов. Из вспенивателей применяют Т-92, циклогексанол, БКК, ТЭВ, Дауфрос 250.

Основные окисленные минералы свинца - церуссит $PbCO_3$, англезит $PbSO_4$, пироморфит $Pb_5[PO_4]_3Cl$, крокоит $PbCrO_4$, миметезит $Pb_5[AsO_4]_3Cl$, вульфенит $PbMoO_4$, ванадинит $Pb_5[VO_4]_3Cl$, плюм- боярозит $PbFe_6[SO_4]_4(OH)_{12}$ Основные окисленные минералы цинка -

смитсонит $ZnCO_3$, каламин $Zn_4 [Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$, гидроцинкит $Zn_5 [CO_3]_2(OH)_6$.

В смешанных и окисленных свинцово-цинковых рудах содержатся также галенит и сфалерит. Другие рудные минералы представлены сульфидами и оксидами меди, карбонатами, оксидами и гидроксидами железа и марганца, баритом. Из нерудных минералов в смешанных и окисленных свинцово-цинковых рудах присутствуют кварц, силикаты, кальцит, доломит.

Окисленные свинцовые минералы флотируются сульфидрильными собирателями после предварительной сульфидизации сернистым или гидросернистым натрием.

В отличие от малахита для успешной флотации церуссита желательна глубокая сульфидизация, необходимая для создания на его поверхности сульфидной пленки определенной толщины, при этом отслаивания пленки не наблюдается. Такая пленка образуется при довольно больших расходах сернистого натрия (200-300 г/т и выше). По данным Г.И.Шоршера и С.И.Горловского, дальнейшее увеличение расхода сульфидизатора приводит (вследствие снижения скорости диффузии сульфидных ионов через пленку) к возрастанию концентрации сульфидных ионов в пульпе и подавлению церуссита.

Сульфидизация проводится при обычной температуре в контактных чанах или непосредственно во флотационных машинах, иногда требуется длительное время перемешивания с сульфидизатором. В некоторых случаях сульфидизатор загружается в мельницы.

Из окисленных свинцовых минералов лучшей флотируемостью обладает церуссит; англезит и вульфенит флотируются хуже; остальные минералы извлечь еще труднее, хотя при флотации руды, содержащей миметезит, НИ.Кудряковой и В.И.Копатиловым были получены достаточно высокие результаты. Плюмбозит - самый труднофлотируемый окисленный минерал свинца, проблема его селективной флотации в настоящее время не решена.

Результаты обогащения окисленных и смешанных свинцовых руд в большой степени зависят не только от состава окисленных свинцовых минералов, но и от вещественного сос-

тава руды. Легче всего обогащаются руды, в которых порода представлена силикатными минералами, хуже - руды с карбонатной породой (доломитизированными известняками), наибольшую трудность представляет обогащение руд, содержащих значительное количество гидроксидов железа, с которыми связана основная часть свинца. Поэтому, если возможно, применяется предварительное гравитационное обогащение в тяжелых суспензиях, отсадкой и винтовых сепараторах, позволяющее выделить часть породы в отвальные хвосты перед флотацией.

При обогащении смешанных и окисленных свинцовых руд совместно с сернистым натрием обычно используется жидкое стекло, диспергирующее шламы и подавляющее флотацию минералов породы. Предполагается, что сернистый натрий при загрузке в пульпу сначала выполняет роль дисцергатора, а затем - сульфидизатора. Поэтому жидкое стекло частично заменяет сернистый натрий.

Применяется флотация окисленных минералов свинца совместно с галенитом и после извлечения галенита. Последующие сульфидизация и окисленная флотация позволяют избежать подавляющего действия сернистого натрия на галенит.

При неравномерной вкрапленности минералов проводится совместная стадияльная флотация. Сульфидизатор загружается в каждую стадию флотации. В некоторых случаях удается выделить отвальные хвосты при измельчении 95-100% класса -0,074 мм.

В качестве собирателя окисленных минералов свинца используют различные ксантогенаты (этиловый, бутиловый, амиловый), аэрофлоты и их сочетания. Из пенообразователей применяют Т-92, Дауфрос 250, ББК. Пирит подавляется цианидом и известью.

При наличии в рудах сфалерита применяют следующие схемы: 1) коллективная флотация галенита и окисленных свинцовых минералов при депрессии сфалерита цинковым купоросом, цианидом и сернистым натрием, а затем флотация сфалерита после активации медным купоросом; 2) прямая селективная флотация с последовательным выделением галенита, окисленных свинцовых минералов и

сфалерита; 3) прямая селективная флотация галенита, сфалерита, при необходимости - пирита, окисленных свинцовых минералов.

В некоторых рудах наряду с окисленными минералами свинца содержатся окисленные медные минералы. В Механобре Г.И.Шоршером для обогащения окисленных руд одного из месторождений, основными рудными минералами которого являются церуссит и малахит, разработана гравитационно-флотационная схема. Порода представлена кварцем, глинистыми минералами, карбонатами.

Флотация церуссита проводится после предварительного выделения крупнозернистого церуссита отсадкой и отмывки глинистых минералов. Сульфидизация осуществляется сернистым натрием. Малахит депрессируется жидким стеклом, вводимым перед сульфидизацией.

В качестве собирателя церуссита используется этиловый ксантогенат. Хвосты свинцовой флотации обесшламливается, и затем в три приема проводится медная флотация с подачей перед каждым приемом сернистого натрия и собирателя-изоамилового ксантогената. В качестве пенообразователя в обоих циклах применяется сосновое масло.

Окисленные цинковые минералы флотируют после извлечения сульфидов и окисленных свинцовых минералов.

Для флотации окисленных цинковых минералов разработаны два метода - Р. Дэвиса - А.И. Андреевой и М.Рея.

По первому методу окисленные цинковые минералы сульфидизируются при температуре 40-60°C в течение 20-25 мин, активируются медным купоросом и флотируются сульфидными собирателями. На одной из фабрик флотация осуществлялась амиловым ксантогенатом при pH 7-7,5.

По второму методу окисленные минералы цинка флотируются высшими первичными алифатическими аминами, содержащими 12-18 атомов углерода, после предварительной сульфидизации при обычной температуре. При флотации вредное влияние оказывают шламы и глинистые минералы, поглощающие амин. Поэтому перед флотацией пульпу обесшламвливают. В некоторых случаях перед сульфидизацией пульпа перемешивается с содой и

жидким стеклом. Загрузка сульфидизатора и собирателя может быть дробной или единовременной. Флотация проводится при pH 10-11,5, расход амина составляет 80-170 г/т. В качестве пенообразователя используется сосновое масло.

Закключение. Обогащение полиметаллических руд осуществляется на основе флотационной технологии, эффективность которой зависит от ряда факторов. Результаты исследований показывают, что выбор оптимального реагентного режима и условий флотации позволяет значительно повысить извлечение полезных компонентов.

На эффективность флотации влияют состав руды, размер минеральных частиц и комбинация применяемых реагентов. Коллективная флотация часто оказывается наиболее результативной, так как сначала выделяется общий концентрат, а затем он разделяется с помощью селективной флотации. Однако флотация сфалерита и других сульфидных минералов требует применения таких активаторов, как медный купорос и сернистый натрий.

Кроме того, необходимо учитывать негативное влияние шламов на процесс флотации. Важно заранее удалять шламы или флотационно обрабатывать их в отдельных циклах. Исследования показывают, что для повышения эффективности флотации необходимо тщательно анализировать физико-химические свойства руды и подбирать индивидуальные реагентные режимы.

Таким образом, совершенствование технологий обогащения полиметаллических руд играет ключевую роль в металлургической промышленности. Развитие флотационных процессов и применение новых реагентов способствуют повышению эффективности обогащения и увеличению извлечения ценных металлов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Eshonqulov, U. (2023). TEMIR TARKIBLI XOM ASHYODAN VA MA'DANLARDAN TEMIRNI AJRATIB OLISHNING TEXNOLOGIK O'LCHAMLARINI TADQIQ QILISH VA ANIQLASH. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, 1(02).
2. Турдиев, Ш. Ш., & Эшонкулов, У. Х. (2023). ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СОСТАВОВ ЦИНКОВЫХ ОТХОДОВ И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКЕ. *Наука и технология в современном мире*, 2(18), 28-32.
3. Турдиев, Ш. Ш., & Эшонкулов, У. Х. (2023). ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КАЛЬМАКЫР». *Наука и технология в современном мире*, 2(18), 33-38.
4. Турдиев, Ш. Ш., & Эшонкулов, У. Х. (2023). СПОСОБЫ ОЧИСТКИ КОНЦЕНТРАТОВ ПЛАТИНОИДОВ И АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ. *Наука и технология в современном мире*, 2(18), 23-27.
5. Турдиев, Ш. Ш., & Эшонкулов, У. Х. (2023). РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКА КОНЦЕНТРАТОВ ЧЕРНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ХВОСТОВ МОФ-1 И МОФ-2 С КОМПЛЕКСНЫМ ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ. *Наука и технология в современном мире*, 2(18), 43-47.
6. Nasirov, U., Umirzokov, A., Nosirov, N., Fatkhiddinov, A., Eshonkulov, U., & Kushnazorov, I. (2024). Study of the Production and Efficiency of Variable and Loading Equipment in the Mining of Minerals. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 491, p. 02022). EDP Sciences.

UO‘K: 669.041:622.785.5:546.56

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.12

TEXNOGEN CHIQINDILARNI GIDROMETALLURGIYA USULIDA QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASI



**Yusupov Ural
Sadullayevich**

*Tog‘-kon sanoati va geologiya
vazirining o‘rinbosari,
Toshkent, O‘zbekiston*



**Usmankulov Orifjon
Naziraliyevich**

*Tog‘-kon sanoati va geologiya
vazirligi bosh mutaxassisi,
Toshkent, O‘zbekiston*



**Ergashev Mahmud
Axbaraliyevich**

*Islom Karimov nomidagi Toshkent
davlat texnika universiteti Olmaliq
filiali tayanch doktoranti,
Toshkent, O‘zbekiston*



**Mamaisakova Zebo
Bahodir qizi**

*Rossiya davlat MTU Moskva
po‘lat va qotishmalar instituti
Olmaliq filiali doktoranti, Toshkent,
O‘zbekiston*

Annotatsiya. Hozirgi kunda mineral xomashyo resurslaridan to‘liq va oqilona foydalanish har bir konchilik sanoati tarmog‘ining muhim vazifasidan biridir. Shuning uchun ham faqat rudalar tarkibidan emas, xattoki ikkilamchi xomashyo (chiqindi, toshqollar) dan ham kerakli xomashyoni ajratib olish texnologiyalarini yaratish muhimdir. Ushbu maqolada mis toshqollarini kuydirish va tanlab eritish orqali qo‘shimcha mis olishga oid tajriba-sinov ishlarini o‘tkazish tartibi, reglamentlari va tajriba-sinov natijalari asosli jadvallar, grafiklar hamda kimyoviy reaksiyalar bilan birgalikda keltirilgan.

Kalit so‘zlar: fayalit, texnogen chiqindi, kuydirish, termik parchalanish, erish xossasi, quvursimon pech, temir silikati, selektiv ajratish.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ МЕТОДОМ

**Юсупов Урал
Сабдуллаевич**

*Заместитель министра
горнодобывающей
промышленности и геологии
Ташкент, Узбекистан*

**Усманкулов Орифжон
Назиралиевич**

*Главный специалист
Министерства горнорудной
промышленности и геологии,
Ташкент, Узбекистан*

**Эргашев Махмуд
Ахбаралиевич**

*Базовый докторант
Алмалыкского филиала
Ташкентского государственного
технического университета
имени Ислама Каримова,
Ташкент, Узбекистан*

**Мамаисакова Зебо
Баходир кизи**

*Докторант, Алмалыкский филиал
Московского института стали и
сплавов Российского
государственного НИТУ,
Ташкент, Узбекистан*

Аннотация. В настоящее время полное и рациональное использование минерального сырья является одной из важных задач каждой отрасли горнодобывающей промышленности. Вот почему важно создавать технологии извлечения необходимого сырья не только из руды, но и из вторичного сырья (отходов, шлаков). В статье представлены порядок, регламент и результаты экспериментов по получению дополнительной меди путем сжигания и селективной плавки медных руд, а также таблицы, графики и химические реакции.

Ключевые слова: файлит, техногенные отходы, сжигание, термическое разложение, температура плавления, доменная печь, силикат железа, селективное разделение.

TECHNOLOGY OF PROCESSING MAN-MADE WASTE BY HYDROMETALLURGICAL METHOD

Yusupov Ural
Sadullaevich

Deputy Minister of Mining and
 Geology, Tashkent, Uzbekistan

Usmankulov Orifjon
Naziraliyevich

Chief Specialist of the Ministry of
 Mining and Geology, Tashkent,
 Uzbekistan

Usmankulov Orifjon
Naziraliyevich

Basic doctoral student of the
 Almalik branch of the Tashkent
 State Technical University named
 after Islam Karimov, Tashkent,
 Uzbekistan

Mamaisakova Zebo
Bahodir kizi

Doctoral student, Almalik branch
 of the Moscow Institute of Steel and
 Alloys, Russian State Research
 Institute of Steel and Alloys,
 Tashkent, Uzbekistan

Abstract. Nowadays, the full and rational use of mineral raw materials is one of the important tasks of every mining industry. Therefore, it is important to create technologies for extracting the necessary raw materials not only from ores, but also from secondary raw materials (waste, rocks). The article presents the procedure, regulations and results of experiments on obtaining additional copper by burning and selective smelting of copper ores, as well as the main tables, graphs and chemical reactions.

Keywords: fayalite, man-made waste, burning, thermal decomposition, melting temperature, blast furnace, iron silicate, selective separation.

Kirish. Mis ishlab chiqarishda hosil bo'lgan toshqollarni flotatsiyalashdan keyingi texnogen chiqindilari tarkib jihatidan asosan sun'iy fayalit (Fe_2SiO_4)dan tashkil topgan bo'lib, kristall panjaralari orasida oz miqdorda mis saqlaydi. Ushbu turdagi chiqindilardan mis va qimmatbaho metallarni ajratib olish metallurgiya sanoatining hozirgi kundagi dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi. Ayni shu maqsadda toshqollarni flotatsiyalashdan keyingi mis tarkibli texnogen chiqindilarni qayta ishlash bo'yicha laboratoriya va yarimsanoat tajribalari olib borildi.

Muhokama. Yarim sanoat tajribalarini o'tkazish maqsadida tajriba o'tkazish joyiga toshqollarni boyitishdan keyingi chiqindidan 1000 kg miqdorda olib kelindi va tahlil uchun belgilangan tartibda namunalar olindi. Tahlil natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

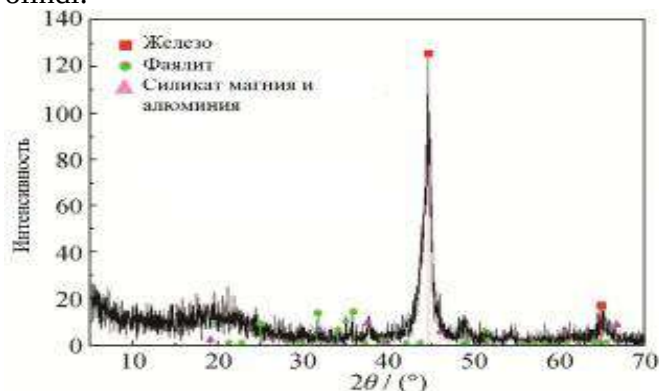
1-jadval

Mis toshqollarini flotatsiya usulida boyitishdan keyingi texnogen chiqindi tarkibidagi elementlar miqdori

Mahsulot	Elementlar miqdori, %, g/t							
	Cu	Mo	SiO ₂	Fe	Re	S	Au	Ag
Toshqolni boyitish chiqindisi	0,53	0,11	33,1	36,0	0,00001	0,7	0,4	2,46
Toshqolni boyitish chiqindisi	0,5	0,07	34,2	34,1	0,00001	1,73	0,23	2,6

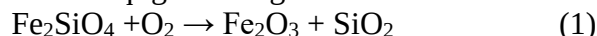
Ushbu texnogen chiqindidan misni ajratib olish bo'yicha tajriba quyidagi ketma-ketlikda amalga oshirildi. Dastlab texnogen chiqindi havo ishtirokida kuydiriladi, bunda fayalit termik parchalanishi (1) va toshqol tarkibidagi mis yuzasi ochilishi, hamda texnogen chiqindi tarkibidagi mis

va mis I oksidi havo ta'sirida oksidlanib, kislotali muhitda erish xossasi ortishi asosiy maqsad qilib olindi.



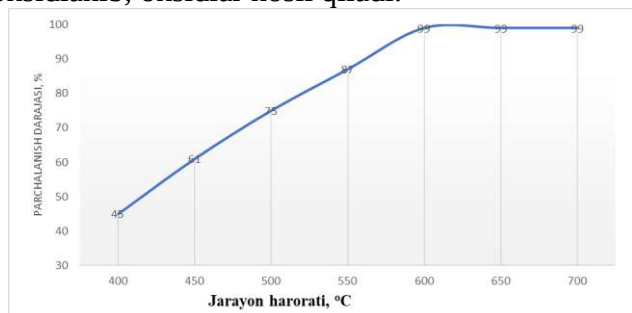
1-rasm. Texnogen chiqindi namunasi rentgenogrammasi.

Chiqindilarni kuydirish va tanlab eritish texnologiyasi. Kuydirish jarayoni bo'yicha tajribalar aylanma quvursimon pechda 400-600°C haroratda havo ishtirokida amalga oshirildi. Tajribadan so'ng olingan kuyindining rangi qizg'ish tusga ega bo'ldi, bu esa fayalit parchalanib, temir oksidini hosil qilganini anglatadi.



Tajriba uchun umumiy massasi 1000 kg bo'lgan namuna olingan bo'lib, kuydirish jarayonlari so'ngida namuna 1035 kg massaga ega bo'ldi. Kuydirish jarayonida namuna massasining ortishini temir silikatining yuqori haroratda parchalanib, havo kislorodi bilan ta'sirlashishi bilan izohlash mumkin. Shuningdek, jarayon davomida texnogen chiqindi namunasi tarkibidagi boshqa ayrim elementlar

oksidlanib, oksidlar hosil qiladi.



2-rasm. Texnogen chiqindi tarkibidagi fayalit birikmasi parchalanish darajasining jarayon haroratiga bog'liqligi.

Kuydirish tajribalari natijalaridan kelib chiqib, jarayon uchun eng maqbul harorat 600°C ekanligi aniqlandi.

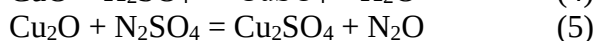
Yarim-sanoat tajribasining keyingi bosqichda kuyindidan mis selektiv ajratib olish maqsadida gidrometallurgik tajribalar amalga oshirildi. Bunda erituvchi sifatida sulfat kislotasi ishlab chiqarish sexining changlarni yuvishda hosil bo'ladigan texnologik eritmasi (promivnaya voda) qo'llanildi. Ushbu texnologik eritma mis eritish pechlaridan ajralib chiquvchi texnologik gazlarni nam usulda tozalashda hosil bo'ladi va uning tarkibida o'rtacha 35 g/l H₂SO₄ hamda 0,8 g/l Cu²⁺ mavjud. Eritmaning sutkalik hosil bo'lish miqdori 1 680 m³ hajmni tashkil qiladi.

2-jadval

Sulfat kislotasi sexi texnologik eritmasining o'rtacha kimyoviy tarkibi

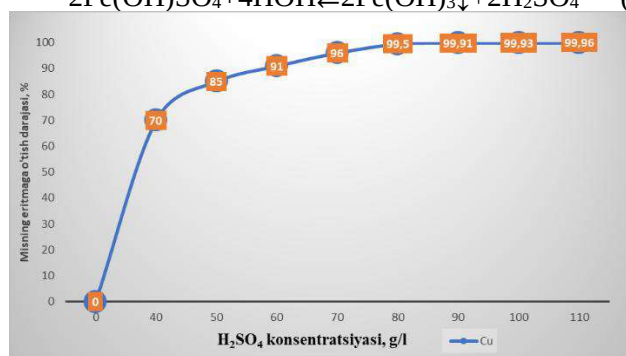
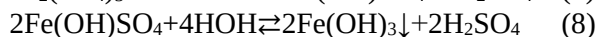
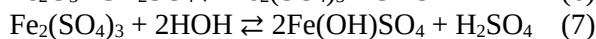
Mahsulot	Elementlar miqdori, g/l							
	H ₂ SO ₄	Cu	Mo	Zn	Fe	Re	Se	Te
Texnologik eritma	35	0,8	0,04	0,32	0,01	0,0015	0,1	0,06

Mis oksidlarining sulfat kislotasi eritmasida eruvchanlik koeffitsiyenti tanlab eritish jarayonining jarayon davomiyligi, harorati va erituvchi konsentratsiyasiga bog'liq. Ushbu parametrlarni hisobga olgan holda kuyindi tarkibidan misni imkon qadar to'liq ajratib olish maqsadida tanlab eritish tajribalari har xil harorat, vaqt davomiyligi va sulfat kislotasi konsentratsiyasida amalga oshirildi. Mis oksidi sulfat kislotasi ishtirokida quyidagi reaksiya asosida eritmaga o'tadi:

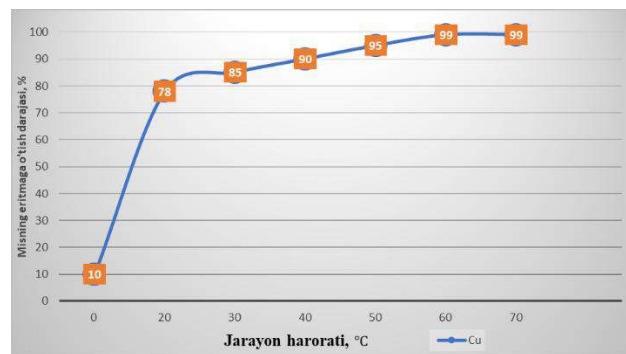


Tarkibiy taxlillardan ma'lumki, texnogen chiqindi tarkibining ko'p qismini temir elementi tashkil

qiladi. Kuydirish tajribalaridan so'ng olingan kuyindi tarkibidagi temir asosan III valentli oksid (Fe₂O₃) holatida. Sulfat kislotali muhitda olib borilgan tanlab eritish tajribalarida temir elementi ham eritmaga o'tadi, biroq temir³⁺ ionlari tezda gidrolizlanishi va gidroksid ko'rinishida cho'kma tarkibiga o'tishi sababli eritmada temir ionlari miqdori juda kam bo'ladi. Temir oksidining gidrometallurgik jarayonlar ta'sirida temir gidroksidiga aylanishi quyidagi reaksiyalar asosida kechadi:



3-rasm. Misning eritmaga o'tish darajasining sulfat kislotasi konsentratsiyasiga bog'liqligi.



4-rasm. Misning eritmaga o'tish darajasining jarayon haroratiga bog'liqligi.

Kuyindi tarkibidan misni tanlab eritish tajribasi sulfat kislotasining 40-110 g/l konsentratsiyali eritmalarida S:Q=4:1 nisbatida, aralashtirish tezligi – 20- aylana/min sharoitda amalga oshirildi (3-rasm). Sulfat kislotasi ishlab chiqarish sexi texnologik eritmasi tarkibida sulfat kislotasining o'rtacha konsentratsiyasi 35 g/l ekanligi sababli texnologik eritmaga texnik sulfat kislotasi qo'shish orqali kerakli konsentratsiyaga yetkazildi.

Tanlab eritish tajribalari natijalaridan ko'rinadiki, kuyindi tarkibidan misni eritmaga o'tka-

zishda sulfat kislotasi eritmasining optimal konsentrasiyasi 80 g/l ekanligi aniqlandi.

Shunindek, misning eritmaga o'tish darajasini oshirishda optimal haroratni aniqlash bo'yicha bir nechta tajribalar amalga oshirildi. Tanlab eritish jarayoniga haroratning ta'siri 4-rasmda keltirilgan.

Natijalar. Texnogen chiqindi namunasini tanlab eritish tajribalarida (Q:S=1:4) jarayon haroratining 60°C va 70°C haroratlarda bir xil natija ko'rsatganligidan kelib chiqib, optimal harorat sifatida 60°C tanlandi. Optimal harorat sifatida 70°C haroratni tanlash esa eritmani qizdirish harajatlarini oshiradi.

Tanlab eritish jarayonida amalga oshadigan ko'pgina kimyoviy reaksiyalar tezligi hamda difuziyasi jarayon davomiyligiga mos ravishda ortadi. Jarayon davomiyligi ortishi bilan eritmada mis, temir va ruxning eritmadagi konsentrasiyasining bosqichma-bosqich ortishi kuzatiladi. Biroq namuna tarkibida misning sulfat kislotasida noeruvchan formada bo'lishi jarayon davomiyligi juda uzoq

davom etsada, misni eritmaga o'tmasligini ta'minlaydi. Tanlab eritish jarayoni davomiyligini aniqlash maqsadida ham tajribalar amalga oshirildi. Tajribalar uchun 80 g/l konsentratyali sulfat kislotasi eritmasi tayyorlandi va jarayonlar 60°C haroratda, S:Q=4:1 nisbatda olib borildi.



5-rasm. Misning eritmaga o'tish darajasining jarayon davomiyliligiga bog'liqligi.

Xulosa. Tanlab eritish tajriba ishlaridan olingan natijalarga ko'ra shunday xulosa qilish mumkin: texnogen chiqindi namunasidan misni eritmaga o'tkazish uchun sulfat kislotasining maqbul

3-jadval

Mis ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan toshqollarni floatatsiyalashdan keying texnogen chiqindilarni qayta ishlash tajribalari moddiy balans

№	Nomlanishi	m kg, V l	Komponentlar					
			Cu		SiO ₂		Fe	
			%, g/l	kg	%, g/l	kg	%, g/l	kg
Kuydirish								
	yuklandi:							
yuklandi	Texnogen chiqindi	1 000	0,53	5,3	33,1	331	36,0	360,0
olindi	Kuyindi	1035	0,51	5,3	31,9	331	34,7	360,0
Tanlab eritish								
yuklandi	Kuyindi	1 035	0,51	5,3	31,9	331	34,7	360,0
	Texnologik eritma (промивная вода)	4 000	0,8	3,2			0,6	2,4
	Sulfat kislotasi	10 (kg)						
	umumiy:			8,5		331		362,4
Filtrlash								
olindi	Eritma	3 700	2,2	8,14			5,6	20,7
	Kek	955	0,04	0,36		331	35	341,0
	umumiy:			8,5		331		362,4
Cho'ktirish								
yuklandi	Eritma	3 700	2,2	8,14			5,6	20,7
	Natriy sulfidi (Na ₂ S)	9,6						
Filtrlash								
olindi	Eritma	3700	0,05	0,185			-	
	Cho'kma	23,7	33,5	7,95			-	
	umumiy:			8,14				
	Ajratib olish darajasi. %		93,5					

konsentratsiyasi – 80 g/l, jarayonning maqbul harorati esa 60°C va davomiyligi 1 soat. Ushbu sharoitlarda texnogen chiqindi tarkibidan misning eritmaga o'tish darajasi 99,0% ni tashkil etdi. Tanlab eritish tajribalaridan so'ng olingan mahsulotlar – eritma hamda kekdan namunalar olinib, tarkibiy tahlil qilindi.

Tanlab eritish jarayoni tugagach mis tarkibli eritma cho'kmadan filtrlash yo'li bilan ajratildi. Filtrlash jarayoni kislotabardosh qotishmadan tayyorlangan 0,4 m³ hajmli nutch filtrda, vakuum nasos yordamida amalga oshirildi. Olingan eritmaga eritmada misning miqdoriga 1,25 barobar ekvivalent

miqdorda natriy sulfidi qo'shib eritmadagi mis ionlari sulfid holatida cho'ktirildi. Cho'ktirish jarayoni aralashtirgichli reaktorda 30 daqiqa davomida amalga oshirildi.



Mis ionlari eritmadan to'liq cho'ktirilgach eritma dekantasiyalandi hamda cho'kma quritilib, misning miqdori bo'yicha tahlil qilindi.

O'tkazilgan sanoat tajribalarining tahlillari, texnologik parametrlari va barcha olingan natijalar asosida tajribalar moddiy balansi shakllantirildi va 3-jadvalda kiritildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. К.С.Санакулов, А.С.Хасанов. Переработка шлаков медного производства. Ташкент. И. – “ФАН” 2007 г.
2. Мусаев Р.А., Хасанов А.С., Мусаев А.М. Особенности минерального состава медеплавильных шлаков АГМК// Матер. науч. конф. Ташкент.2005 С.269-275.
3. Хасанов А.С., Санакулов К.С., Атаханов А.С. Технологическая схема комплексной переработки шлаков Алмаликского ГМК. Москва,Св. металлургия, 2003.-№4.-с.9-12.
4. Воинков Р.С. Комплексная переработка хвостов флотации медеэлектролитных шламов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Екатеринбург – 2015. 25 стр.
5. Хорченко Э.М. Разработка процесса восстановительного обжига медеплавильных тошкоров для технологии нейтрализации кислотных растворов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Екатеринбург – 2013. 24 стр.
6. Khasanov A.S., Atakhanov A.S., Ismailova F.R. The history of Uzbekistan's metallurgy and new technologic processes // Shanghai University of China Nation Republic. Papers of scientific seminar meeting or winner of “Istedod”, 2005 December. P.30-32.

UO‘K: 622.831.2

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.17

YER OSTIDAGI KAPITAL LAHIMLARNI MUSTAHKAMLASH VA MUHOFAZA USULLARI



Nomdorov Rustam Uralovich

Qarshi davlat texnika universiteti “Geologiya va konchilik ishi”
kafedrası, t.f.f.d., dotsenti, Qarshi, O‘zbekiston
E-mail: rustamnmdorov@mail.ru
ORCID ID: 0009-0000-6987-8995



Xasanov Shahzod Rasul o'g'li

Qarshi davlat texnika universiteti “Geologiya va konchilik ishi”
kafedrası, assistant, Qarshi, O‘zbekiston
E-mail: Hasanovshaxzod560@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada yer osti kon lahimlarining mustahkamlanishi va muhofaza usullari haqida batafsil ma'lumot berilgan. Kapital lahimlarni loyihalashda qatlamlarning qazish ishlari ta'siridan tashqaridagi uchastkalarda zarur bo'lgan muhofaza usullarini tanlash muhim hisoblanadi. Maqolada, yer osti kon lahimlarining texnologik va geologik xususiyatlarini hisobga olib, mustahkamlashning turli usullari, shu jumladan kompensatsion o'yiqlar va ankerli mahkamlashni qo'llash bo'yicha ko'rsatmalar berilgan. Shuningdek, lahimlarning o'rtacha siqilish mustahkamligi, ekvivalent quvvat va "shift-ost" konvergentsiyasini hisoblash usullari ham yoritilgan. Kapital lahimlarni mustahkamlash va muhofaza qilishda ularning geologik sharoitlari, qatlamlarning siqilish mustahkamligi va xizmat muddati hisobga olinadi. Maqola kon muhofazasi va barqarorligini ta'minlash uchun kerakli metodologiyani taklif etadi. **Kalit so'zlar:** kapital lahimlar, mustahkamlash, muhofaza usullari, qazish ishlari, ekvivalent quvvat, ankerli mahkamlash, shift-ost konvergentsiyasi, kompensatsion o'yiqlar, texnologik mustahkamlik, siqilish mustahkamligi.

МЕТОДЫ УКРЕПЛЕНИЯ И ОХРАНЫ ПОДЗЕМНЫХ КАПИТАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Номдоров Рустам Уралович

PhD, доцент, Каршинский государственный технический
университет, Карши, Узбекистан

Хасанов Шахзод Расул угли

Ассистент, Каршинский государственный технический
университет, Карши, Узбекистан

Аннотация. В данной статье представлена подробная информация об укреплении и методах защиты подземных горных выработок. При проектировании капитальных выработок важным является выбор необходимых способов защиты пластов на участках, не подверженных воздействию горных работ. В статье приведены указания по применению различных способов крепления, в том числе компенсационных врубов и анкерного крепления, с учетом технологических и геологических особенностей подземных горных выработок. Также освещены методы расчета средней прочности на сжатие выработок, эквивалентной мощности и конвергенции «потолок-потолок». При укреплении и охране капитальных выработок учитываются их геологические условия, прочность на сжатие пластов и срок службы. В статье предлагается необходимая методология для обеспечения охраны и устойчивости месторождений.

Ключевые слова: капитальные выработки, укрепление, методы защиты, горные работы, эквивалентная мощность, анкерное крепление, потолочно-подпольная конвергенция, компенсационные выемки, технологическая прочность, прочность на сжатие.

METHODS OF STRENGTHENING AND PROTECTION OF UNDERGROUND CAPITAL DEPOSITS

Nomdorov Rustam Uralovich

Department of "Geology and Mining" of Karshi State Technical University, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Karshi, Uzbekistan

Khasanov Shahzod Rasul ugli

Department of "Geology and Mining" of Karshi State Technical University, assistant, Karshi, Uzbekistan

Abstract. This article provides detailed information about the methods of strengthening and protection of underground mine workings. When designing capital workings, it is important to select the necessary methods of protection of the seams in areas outside the influence of mining operations. The article provides instructions on the use of various methods of reinforcement, including compensatory recesses and anchor fastening, taking into account the technological and geological characteristics of underground mine workings. Methods for calculating the average compressive strength of workings, equivalent power, and "shift-under" convergence are also described. When strengthening and protecting capital workings, their geological conditions, compressive strength of the formations, and service life are taken into account. The article proposes the necessary methodology for ensuring mine protection and stability.

Keywords: capital workings, reinforcement, protection methods, mining operations, equivalent power, anchor fastening, ceiling-underground convergence, compensating grooves, technological strength, compressive strength.

Kirish. Yer osti konlarini qazish jarayonida eng muhim masalalardan biri – kon lahimlarining mustahkamligi va barqarorligini ta'minlashdir. Kapital lahimlarni loyihalashda qatlamlarning qazish ishlari ta'siridan tashqaridagi uchastkalarda zarur bo'lgan muhofaza usullarini tanlash, konning uzoq muddatli xavfsiz ishlashini ta'minlash uchun juda muhim hisoblanadi. Ushbu maqolada yer osti kon lahimlarining mustahkamlanishi va muhofaza usullari, shuningdek, ularni barqarorlashtirishda qo'llaniladigan texnologik va geologik yondashuvlar haqida batafsil tushuncha beriladi. Kapital lahimlarni mustahkamlashda qatlamlarning geologik xususiyatlari, siqilish mustahkamligi, va kon lahimlarining xizmat muddati asosida turli metodologiyalar ko'rib chiqiladi. Ushbu maqola yer osti konlarida qazib olish jarayonining samarali va xavfsiz amalga oshirilishiga xizmat qiluvchi metodlarni yoritadi.

Materiallar va usullar. Ushbu keltirilgan tadqiqotda qatlamlarning qazish ishlari ta'siridan tashqaridagi uchastkalarida lahimlarni loyihalashda zarur bo'lgan muhofaza usullarini tanlash uchun asos hisoblanadi. Ular vertikal lahimlarga, stvollarni gorizontal lahimlar bilan tutashtirishga, shuningdek, arka va monolit temir-beton mustahkamlagichlar qo'llaniladigan lahimlarga tatbiq etilmaydi.

Kapital lahimlarni mustahkamlash quyida-

gilarni o'z ichiga oladi:

- lahimlarning qatlamda va bir-biriga nisbatan ratsional joylashishi;

- qazib olishning butun xizmat muddati davrida xavfsiz holatini ta'minlaydigan yuklamani kamaytirish lahimlari va kompensatsion o'yiqliq yoki tirgishlari (bo'shliqlari) yordamida qoplovchi tog' jinslarining kuchlanganlik holatini tartibga solish;

- ta'mirlash va mahkamlash.

Tadqiqotni bajarish uchun dastlabki materiallar quyidagilarni o'z ichiga olishi kerak:

- qazib olishni o'z ichiga olgan tog' jinslarining geologik kesimi 1:1 masshtabda yoki barcha gilli qatlamlarning qalinligi ko'rsatilgan holda 1:10, 1:20 masshtabda;

- lahimlarning shiftidan kamida 2 m balandlikda tog' jinslarining fizik-mexanik xossalari (bir o'qli siqilishga mustahkamlik chegarasi (σ_{sj}) va Puasson koeffitsiyenti (ν)) to'g'risidagi ma'lumotlar;

- kon lahimi ko'ndalang kesimining shakli va o'lchamlari to'g'risidagi ma'lumotlar va plandagi ko'rinishi;

- qo'shni lahimlarning qazish maydonida joylashishi;

- kon lahimining joylashish chuqurligi;

- ankerli mahkamlash parametrlari (ankerlar o'lchami, ularni o'rnatish qadami va mahkamlash

qatorlari soni).

Kapital lahimning ko'ndalang kesim shakli va geometrik o'lchamlari uning texnologik vazifasidan, joylashtiriladigan uskunaning o'lchamlaridan va lahimni o'rab turgan tog' jinslarining xususiyatlaridan (bir o'qli siqilishga mustahkamlik chegarasi (σ_{sj}) va Puasson koeffitsiyenti (ν) dan kelib chiqqan holda tanlanadi. Lahimlarning shifti iloji boricha gumbazsimon bo'lishi kerak [1].

Xizmat muddatining oxirgi davrida kapital lahimning prognoz holati unda kichik egilishlar va tog' jinslarining qatlamlarga ajralishini nazarda tutadi.

Kapital lahimlarni mustahkamlash usuli va massivda joylashish joyini tanlash "shift-ost" konvergensiya sinovining kutilayotgan qiymatini hisoblash orqali amalga oshiriladi. Bunda "shift-ost" konvergensiya sinovining ko'rsatilgan qiymati yo'l qo'yiladigan qiymatdan oshmasligi kerak.

Katta uzunlikdagi gorizontal lahimlar uchun "shift-ost" konvergensiya sinovining kutilayotgan katta-liklarini hisoblash intervallar bo'yicha bajariladi. Shu maqsadda loyihalashtirilayotgan kon lahimi uzunligi 1000-1500 m bo'lgan bir nechta uchastkalarga bo'linadi. Hisob-kitoblarda har bir uchastka uchun o'rtacha kon-geologik sharoitlar qabul qilinadi. Ushbu uzun qazib olish uchastkalarining har birining xizmat muddati gorizontalda kon lahimlarini o'tishning kalendar rejasi bilan belgilanadi [2].

Kapital lahimlar shiftining barqarorligini hisoblash usuli quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- lahimlarning ekvivalent o'tishni hisoblash;
- tog' jinslarining geologik tuzilishini (keyingi o'rinlarda matnda ekvivalent quvvat deb yuritiladi) va anker mustahkamlagichning mavjudligini hisobga olgan holda shiftning pastki yuk ko'taruvchi qatlamining ekvivalent quvvatini aniqlash;

- muhofazasiz ushlab turilgan kon lahimining "shift-ost" konvergensiya sinovining maksimal qiymatini aniqlash;

- zaruriy saqlash usullarini tanlash.

Tadqiqot natijalari. Ekvivalent quvvat (m_{ekv1}) shiftda anker mustahkamlagich bo'lmaganda quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$m_{ekv1} = m_p \sqrt{K_{sp}}, m$$

bu yerda m_p – shiftning konturidan 3 mm va undan ortiq qalinlikdagi birinchi gilli qatlamgacha yoki shiftning 1 sm kesmasida uch va undan ortiq

miqdorda to'plangan, umumiy qalinligi 3 mm va undan ortiq bo'lgan yupqa gilli qatlamlar guru-higacha bo'lgan geologik kesim bo'yicha tuzli jinslar pachkasi qalinligi, m;

K_{sp} – tuzli jinslarning birinchi foydalanil-maydigan pachkasi (qatlami)ning qatlamlilik koeffitsiyenti, quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$K_{sp} = \frac{\sum_{i=1}^K K_{si} \cdot m_i}{\sum_{i=1}^K m_i},$$

bu yerda K_{si} , m_i – mos ravishda alohida qatlamning qatlamlilik koeffitsiyenti va alohida qatlamlar pachkasini tashkil etuvchi qalinlik, m; tuzli jinslar qatlamida yupqa (3 mm dan kam) gilli qatlamlar mavjud bo'lmaganda $K_{sp}=1,0$; ikkitadan ko'p bo'lmagan yupqa gilli qatlamlar mavjud bo'lganda $K_{sp}=0,85$, uch va undan ko'p bo'lganda esa - $K_{sp}=0,80$.

Shiftda ankerli metall vintli mustahkamlagich (keyingi o'rinlarda ShAMV) mavjud bo'lganda ekvivalent qalinlik quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$m_{ekv} = (0,45 + 0,55A) / \sqrt{\left(\frac{\sigma_{sjp}}{\sigma_{sj}^{usr} M^2} + \frac{\sigma_{sj}^{usr} M^2 - \sigma_{sjp} m_{ekv1}^2}{\sigma_{sj}^{usr} M^2 m_{ekv1}^2} A \right)}, m$$

bu yerda A - ankerli mahkamlagichning o'rnatish parametrlarini hisobga oluvchi o'lchamsiz koeffitsiyent, 1-jadval bo'yicha aniqlanadi.

1-jadval

Ankerli mahkamlash parametrlariga asoslangan o'lchamsiz A koeffitsiyentining qiymatlari

$\frac{n \cdot M}{b}$	a_p/M		
	1 dan kichik	1 dan 2 gacha	2 dan 3 gacha
	A koeffitsient		
0,3 dan 0,4 gacha	0,7	0,74	0,81
0,4 dan 0,5 gacha	0,6	0,65	0,75
0,5 dan 0,6 gacha	0,5	0,56	0,69
0,6 dan 0,7 gacha	0,4	0,47	0,63
0,7 dan 0,8 gacha	0,3	0,39	0,56
0,8 dan 0,9 gacha	0,2	0,30	0,50
0,9 dan 1,0 gacha	0,1	0,21	0,44
1 dan yuqori	0	0,13	0,38

1-jadvalning tushuntirish belgilari:

a_p – anker mustahkamlagichning qatorga o'rnatish qadami (lahim uzunligi bo'yicha), m;

M - ankerlar bilan mahkamlangan tuzli jinslar to'plamining qalinligi, m;

n - mahkamlash qatorlari soni (lahim kengligi bo'yicha), dona;

b – lahimning kengligi, m, (murakkab geometrik shaklli lahim uchun plani $b = b_{\text{ekv}}$);

σ_{spj} – birinchi foydalanilmaydigan tuzli jinslarning pachkasi (qatlami)ning bir o'qli siqilishga bo'lgan chidamlilik chegarasi m_p , MPa, quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\sigma_{spj_1} = \frac{\sum_{i=1}^K \sigma_{sj_i} \cdot m_i}{\sum_{i=1}^K m_i}, \text{ MPa}$$

Bu yerda $\sigma_{sj_i} \cdot m_i$ – mos ravishda alohida qatlamni siqilishdagi mustahkamlik chegarasi, MPa va alohida qatlamlar to'plamini tashkil etuvchi quvvat, m;

σ_{sj}^{usr} – ankerlar bilan mahkamlangan tuzli tog' jinslarining o'rtacha mustahkamligi, MPa. Taxminiy muhandislik hisob-kitoblari uchun esa quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\sigma_{sj}^{usr} = \frac{1-v_{usr}^2}{M} \sum_{i=1}^K \frac{\sigma_{sj_i} \cdot m_i}{1-v_i^2}, \text{ MPa}$$

bu yerda v_{usr} – qalinligi M bo'lgan tuzli jinslar to'plami ankerlari bilan mahkamlangan o'rtacha Puasson koeffitsiyenti. Taxminiy muhandislik hisob-kitoblari uchun (v_{usr}) 1-jadval, bo'yicha, aniq hisob-kitoblar uchun esa quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$v_{usr} = \frac{\sum_{i=1}^K v_i \sigma_{sj_i} \cdot m_i}{\sum_{i=1}^K \sigma_{sj_i} \cdot m_i},$$

bu yerda v_i , σ_{sj_i} , m_i – mos ravishda Puasson koeffitsiyenti, tog' jinslarining siqilishga mustahkamlik chegarasi, MPa, shiftni tashkil etuvchi alohida monolit qatlamlarning qalinligi, m; v_i , σ_{sj_i} – 2-3 va 4 jadvallar bo'yicha aniqlanadi.

Qatlamlar sonini hisoblashda va ularning mustahkamligini aniqlashda ankerlar bilan mustahkamlangan tog' jinslari to'plami doirasida 3 mm gacha gil qatlamli tuzli tog' jinslarining qatlamlari mustahkamlik chegarasi K_{sp} σ_{sj} – bo'lgan monolit deb hisoblanadi. Qalinligi 3 mm gacha bo'lgan va umumiy tarkibi qatlam qalinligining 50% dan ortiq bo'lgan gilli qatlamlar mavjud bo'lgan qatlamlarda qatlamning siqilishga bo'lgan mustahkamligi $1,5 \sigma_{sj}$ loyga teng deb qabul qilinadi [3].

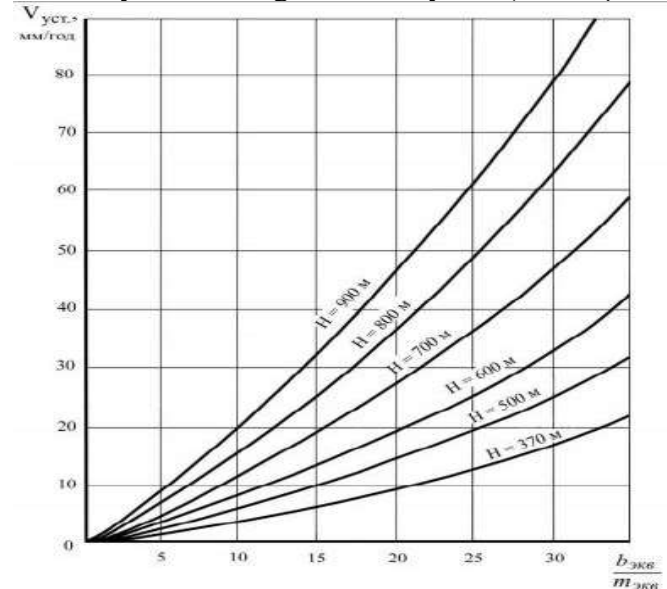
Lahimning "shift-ost" konvergensiya qiyamati (U) quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$U = [V_{ust}(t-1) + 3V_{ust}]K_v, \text{ mm}$$

bu yerda V_{ust} – deformatsiyalanishning barqaror davrida kon lahimining "shift-ost" konvergensiya tezligi, mm/yil; nomogramma bo'yicha aniqlanadi (1-rasm);

t – lahimning (lahim uchastkasining) loyihalashtirilgan xizmat muddati, yil;

K_v – kon lahimlarining o'zaro ta'sir koeffitsiyenti, nomogramma bo'yicha (2-rasm).

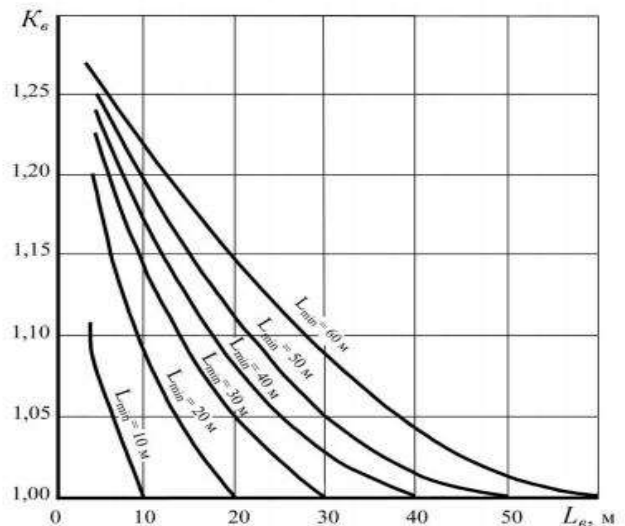


1-rasm. Kon lahimining barqaror deformatsiyalanish davrida "shift-ost" konvergensiya tezligi (V_{ust}).

O'zaro ta'sir bo'lmagan minimal masofa (L_{min}):

- ekvivalent oraliqlari b_{ekv1} va b_{ekv2} bo'lgan ikkita o'tiladigan kon lahimlari uchun

$$L_{\text{min}} = K_L(b_{\text{ekv1}} + b_{\text{ekv2}}), \text{ m}$$



2-rasm. Lahimlarning o'zaro ta'sir koeffitsiyenti.

- b_{ekvk} ekvivalent oraliqli kamera tipidagi ikkita o'zaro ta'sir qiluvchi lahim va b_{ekvz} ekvivalent oraliqli o'tilgan lahim uchun

$$L_{min} = K_L(b_{ekvk} + b_{ekvz}), m$$

- ekvivalent oraliq $b_{ekv.gr}$ bo'lgan bir nechta o'zaro ta'sir qiluvchi guruhlashgan lahimlar va ekvivalent oraliq b_{ekv4} bo'lgan o'tilgan yakka lahimlar uchun

$$L_{min} = K_L(b_{ekv.gr} + b_{ekv4}), m$$

bu yerda K_L - qazish chuqurligi va shiftning turini hisobga oluvchi koeffitsiyent (2-jadval).

2-jadval.

K_L koeffitsiyentining qiymatlari

Qazish chuqurligi, m	Shift turi		
	I	II	III
	K_L koeffitsient		
400	2,6	1,75	1,1
500	4,3	3,23	2,4
600	5,98	4,70	3,7
700	7,7	6,2	5,1
800 va undan yuqori	9,35	7,66	6,35

3-jadval.

Kapital qazilmalarni muhofaza qilish usullarini tanlash

Hisoblangan konvergensiya konning "shift-ost" qismi (U), m	Muhofazalash usullari
$U \leq 0.037b$	Lahimlar muhofaza qilinmaydi
$0.037b < U \leq 0.053b$	Lahim bitta vertikal o'yiqlik yoki yuklamani kamaytiruvchi lahim bilan muhofazalanadi
$0.053b < U \leq 0.075b$	Lahim vertikal o'yiqlik bilan (u bir-biriga yaqinlashganda esa takrorlanadi) yoki uchta kompensatsion o'yiqlik bilan (biri tomda, ikkitasi yon tomonga) muhofazalanadi

$b_{экр.гп}$ - uchta lahimdan iborat guruhning umumiy ekvivalent masofasi.

$$b_{ekvgr} = K_{v1-2}K_{v1-3}b_{ekv1}, m$$

bu yerda K_{v1-2} - ikkinchi lahimning birinchi lahimga o'zaro ta'sir koeffitsiyenti;

K_{v1-3} - uchinchi lahimning birinchi lahimga o'zaro ta'sir koeffitsiyenti.

K_{v1-2} , K_{v1-3} koeffitsiyentlar 2-rasmdagi nomogramma bo'yicha aniqlanadi [4].

$L_v \leq L_{min}$ masofada joylashgan lahimlar uchun K_v koeffitsiyenti 2-rasmdagi nomogramma bo'yicha aniqlanadi.

Loyihaviy xizmat muddati davomida qazib olishning barqarorligini ta'minlash uchun muhofaza usullarini tanlash "shift-ost" konvergensiya hisoblangan qiymatiga muvofiq 3-jadval bo'yicha

aniqlanadi.

bu yerda b - kon lahimining kengligi, m ($b = b_{ekv}$ murakkab geometrik shakldagi kon lahimlari uchun B ilovasiga qarang).

Agar lahimni ta'mirlash nazarda tutilgan bo'lsa, 3-jadvaldagi 0,037b; 0,053b va 0,075b ifodalarning qiymatlari 30% ga ortadi.

Stvol atrofi qo'ralarida loyihalashtirilayotgan lahimlar bir-biridan kamida 10 m masofada joylashishi kerak. Asosiy yo'nalishdagi kon lahimlari 2-3 shtrekdan iborat guruhlariga bo'lib o'tkaziladi. Asosiy yo'nalishlardagi lahimlar o'rtasidagi seliklar 4-jadval bo'yicha aniqlanadi.

4-jadval

Asosiy yo'nalishdagi kon lahimlari orasida selik kengligini tanlash

Selik	Qazish chuqurligi (H), m				
	350-550	550-750	750-850	850-900	900-1000
Guruhdagi lahimlar orasida, m	8	10	15	20	30
Lahimlar guruhlari orasida, m	15	20	30	40	50

Asosiy yo'nalishdagi lahimlarni shu yoki keyingi panellarni qazish uchun saqlab qolish zarur bo'lganda yoki qandaydir boshqa maqsadda eng kichik selik kengligi 5-jadvalga muvofiq tanlanadigan seliklar bilan muhofazalanadi.

5-jadval

Asosiy yo'nalishdagi lahimlarni muhofazalash uchun seliklarning kengligini tanlash

Qazish chuqurligi (H), m	600 m gacha	600-750	750-800	800 m dan ortiq
Seliklarning minimal kengligi (a), m	110	150	250	300

Asosiy yo'nalishdagi transport shtrekidan yangi qazish ustuniga kirma boshlanishidan oldin ustunning bort o'yiqlari orasidagi uchastkada transport shtrekining shiftidagi vertikal o'yiqlikni o'tish va qo'shimcha mustahkamlash bajariladi. Belgilangan uchastkada asosiy yo'nalishdagi transport shtrekini qo'shimcha mustahkamlash va keyinchalik muhofazalash ishlarini bajarish tartibi sxemaga muvofiq bajariladi. Stvol atrofi qo'rasi lahimlarining shifti eng mustahkam jinslarga (II va III tipdagi shiftiga) bog'langan bo'lishi kerak. Bu maqsadlar uchun qalinligi 0,4 m dan yuqori bo'lgan tosh tuzi yoki silvinitning monolit qatlamlari eng

maqbul hisoblanadi. Asosiy yoʻnalishdagi lahimlarni qalinligi 0,25 m dan kam boʻlmagan tuz yoki silvinitning monolit qatlamlari ostida joylashtirish kerak. Qatlam doirasidagi kon lahimlarini bogʻlash hisob-kitob yoʻli bilan aniqlanadi.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda yer osti kon lahimlarini loyihalash, mustahkamlash va muhofaza qilish usullari tizimli tarzda tahlil qilindi. Natijalar quyidagi xulosalarga olib keldi:

1. Loyihalashda geologik sharoitlarni inobatga olish: Kapital lahimlarning mustahkamligi va xavfsizligini taʼminlashda geo-logik kesimlar, togʻ jinslarining fizik-mexanik xossalari, va qatlamlarning joylashuvi muhim omillar hisoblanadi. Lahimlarning gumbazsimon shakli va yuqori sifatli materiallar bilan mustahkamlash xizmat muddatini uzaytirishga yordam beradi.

2. Shift-ost konvergentsiyasini hisoblash: Kapital lahimlarning barqarorligini taʼminlash uchun “shift-ost” konvergentsiyasining hisoblanishi va bu parametr asosida muhofaza usullarini tanlash muhimdir. Ushbu metodikalar konning xavfsizligini

oshirish va mustahkamlashning samaradorligini taʼminlashda samarali boʻlgan.

3. Ankerli mustahkamlashning ahamiyati: Ankerli mahkamlash metodlari orqali lahimlarning barqarorligi va ularning xizmat muddati uzaytirildi. Ankerlar oʻlchami va oʻrnatish parametrlariga mos ravishda optimallashtirish amalga oshirildi.

4. Muhofaza usullarining moslashuvchanligi: Muhofaza qilish usullari, shu jumladan vertikal va kompensatsion oʻyiq bilan mustahkamlash, qazib olish jarayonida lahimlarning xavfsizligini taʼminladi. Shuningdek, kon lahimlari orasidagi optimal masofa va selik kengligi qatlamning zichligi va qazib olish chuqurligiga mos tanlandi.

5. Barqarorlikni taʼminlash: Tadqiqot davomida kapital lahimlarning barqarorligini taʼminlashda “shift-ost” konvergentsiyasini hisoblash va kerakli muhofaza usullarini tanlashning muhimligi koʻrsatilgan. Konning xavfsiz ishlashini taʼminlash uchun kon lahimlarining geometrik oʻlchamlari va materiallarning xususiyatlari asosida barcha hisob-kitoblar amalga oshirildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROʻYXATI

1. А.В. Никифоров, В.В. Свириденко – «Подземные сооружения и их укрепление», публикация Наука, 1985.
2. А.П. Аникин – «Геотехника и методы проектирования подземных сооружений», публикация: Стройиздат, 1990.
3. Г.А. Корзун, Д.Н. Ермолаев – «Укрепление подземных сооружений», напечать: Госгеотехиздат, 1975.
4. С.С. Евсеев – «Технология сохранения горных сооружений», публикация: Машиностроение, 1982.

UO‘K: 553.42:622.34(575.1)

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.18

QIMMATBAHO METALLAR MANBAI SIFATIDA PLATINA METALLARINING MINERAL-XOM ASHYO BAZASI TAHLILI



**Turdiyev Shahboz
Shermamat o'g'li**

t.f.d., dots. Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail:

shahboz_01011991@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-4116-9799



**Abdirazakov Akmal
Ibragimovich**

Dotsent, Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail: akmal/abdirazakov@bk.ru



**Normatov Shaxzod
Xudayberdi o'g'li**

Magistr, Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail:

shahzodnormatov19@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada O'zbekiston Respublikasining mavjud konlaridagi platina guruhi metallari - platina, palladiy, osmiy va ushbu guruhga kiruvchi boshqa metallarning sezilarli darajada tasdiqlangan zahiralar, mis rudalariga 15 dan ortiq turdagi rangli metallar va platina guruhi metallari, shu bilan birga har bir konlardagi miqdor jihatdan platina guruhi metallarining kelishi ma'lumot sifatida keltirilgan.

Kalit so'zlar: PGM (Platina guruhi metallari), platina, palladiy, tesquduq, kvars, ultramafik, Nurota, magmatik, sulfid, kon, gabbro, oltin, kumush, mis.

РАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ УЗБЕКИСТАНА КАК ИСТОЧНИК ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ

**Турдиев Шахбоз
Шермат угли**

д.т.н., доц. Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан

**Абдиразаков Акмаль
Ибрагимович**

Доцент, Каршинский
государственный технический
университет, Карши,
Узбекистан

**Норматов Шахзод
Худайберди угли**

Магистр, Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан

Аннотация. В статье приведены данные о значительных разведанных запасах металлов платиновой группы - платины, палладия, осмия и других металлов этой группы - в действующих месторождениях Республики Узбекистан, более 15 видов цветных металлов и металлов платиновой группы в медных рудах, а также количественной распространенности металлов платиновой группы в каждом месторождении.

Ключевые слова: МПГ (металлы платиновой группы), платина, палладий, полевой шпат, кварц, ультраосновные, нуратинские, магматические, сульфидные, рудные, габбро, золото, серебро, медь.

MINERAL AND RAW MATERIAL BASE OF PLATINUM METALS OF UZBEKISTAN AS A SOURCE OF PRECIOUS METALS

Master's degree, Karshi State
Technical University, Karshi,
Uzbekistan

ralib turadi. O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Yadro fizikasi instituti laboratoriyasida xromit (g/t) tarkibida quyidagilar aniqlandi: 0,28 Pt; 0,65 Pd; 1,87 Ru; 1,36 Os va 0,03 Ir. Umumiy miqdori 4,19 g/t bo'lgan mos holda tavsifdagi elementlar Ni, Cr, Au mavjud. Ultramafit jinslarning bog'lanishi bo'ylab rivojlanayotgan taltsifikatsiyalangan qora slanetslardan olingan xalkopiritlarda neytronlarni faollashtirish usuli (g/t) bilan quyidagilar aniqlangan: Pd. (2,60), Ru(2,20) va Os (1,89), 1 g/t dan kam - Pt, Ir, Au. Beltauskoye (Taskazgan) koni Quldujktau tog'larining g'arbiy qismida shu nomdagi gabbroik intruziv massiv ichida joylashgan. Bu erda yuqori miqdorda platinoidlar guruhining bo'lishi tarkibi karbonat jinslari bilan bog'langan keng tarqalgan grafitlangan gabbroda sulfid to'planishi bilan bog'liq. Sulfidli konsentratlarda (pirrotit + pentlandit + xalkopirit + gersdorffit + arsenopirit + pirit + violarit) platina guruhi metallarining miqdori 2 g/t ga etadi, platina miqdori esa 0,01 dan 0,5 g/t gacha, individual namunalarda - 3 g/t gacha o'zgarib turadi;

Sultonuvays tog'larida Zengebobo-Shayxjeli gabbro-diorit-diabaza, sultonvayz-dag gabbro-peridotit, tebin-buloq peridotit-piroksenit-gabbro va djamansay gabbro-siyenit komplekslari ajralib turadi, ular xrom, nikel, kobalt, vanadiy, oltin va PGM ga ixtisoslashgan.

Tebinuloq koni differensiallashgan peridotit-piroksenit-gabbro massivida joylashgan platinali minerallashuvning magmatik tipidagi tipik namunasidir. Peridotitlar, shoxli blenditlar va tebinlarning PGM miqdori klarkkiga yaqin, piroksenitlar va gabbroda esa 1,5 marta yuqori. Platinaning uchrash darajasi 60-90%, palladiy esa 54-72% dan past. va rodiyniki-bor yo'g'i 5-14%. Ular ko'pincha piroksenit va tebinlarning to'planishi - 0,06 g/t gacha. Platina guruhi metallarining maksimal konsentratsiyasi (sulfid minerallashuvi bilan bog'liq) 0,15 dan 1,45 g/t gacha. Sulfidlar platina guruhidagi metallarning umumiy miqdorining 92-99,2% gacha konsentratsiyalanadi, ular tarkibida platina mineralarining mikro-qo'shimchalari - poliksen, kuperit va sperrilit shaklida mavjud. Kichik qo'shimchalar pirit va xalkopiritda, kamroq tog' jinslarini hosil qiluvchi minerallarda (piroksen, olivin, shox aldanchisi, titanomagnetit, jami 0,41 g/t gacha) uchraydi. Sulfidlarda platina miqdori 0,4 dan

25 g/t gacha, palladiy - 0,24 dan 22 g/t gacha. Pd:Pt nisbati 0,2-6,7 oralig'ida o'zgaradi.

Tadqiqot natijalari. PGM konsentratsiyasini aniqlash uchun Shimoliy Nurota va Turkiston tizmasining Malguzar tog'lari hududida keng rivojlangan malguzar majmuasining tog'lari va egar shaklidagi dambalari istiqbolli hisoblanadi. Asosiy va o'ta asosiy jinslarda klarkdan yuqori bo'lgan titan, vanadiy, kumush, vismut, mishyak, surma, molibden, oltin va boshqalar, shuningdek, titanomagnetit va platina minerallashuvi aniqlangan.

PGM paydo bo'lishining yana bir turi, mafit-ultramafitdan tashqari, uran-vanadiy, oltin, kumush va misning ruda konlaridir. Bularga qora slanetslardagi uran-vanadiy stratiform-shtokverk tipi (Jantuar, Rudnoe), oltin-kvars (Murantau, Myutenbay, Besapantau va boshqalar), oltin-sulfid kvars (Marjonbuloq, Ko'chbuloq va boshqalar), oltin-kumush (Kosmanachi va boshqalar), mis-Kpore (mis-Kpore) kiradi. PGMlarning oz miqdori ham pirit-polimetall (Xandiz, Janubiy Karasan va boshqalar), kumush-polimetall (Lashkerek va boshqalar) va boshqa konlarda topilgan.

1-jadval

Kospaktau ruda konlari ob'ektlarida PGM tarkibi (g/t)

Namunalar	Ob'yekt	Namuna tayovchasining xususiyatlari	Xost toshlar	Pt	Pd	Ru	Os	Ir
Sp-41	N1 chuqurning maydoni	Pirotit	Kristalli slyuda kvarts slanetslari	2,30	1,75	0,92	0,77	0,10
Sp-81	-/-	Pirotit + pirit	Silislangan amfibolit	1,80	1,00	1,05	0,72	0,06
Sp-80	Qumtosh karyeri	pirit + pirotit	O'zgartirilgan silislangan jinslar (slanets)	1,56	1,10	0,98	0,65	0,09
SVP-4	N1, Qumli	ommaviy namunalarning gravikon-netrati	O'zgartirilgan slanetslar va amfibolitlar	0,18	0,09	0,90	0,35	0,15
Sp-78	Qumtosh karyeri	Pirit	Kristalli silislangan slanets	1,12	0,70	1,40	1,12	0,18

Kospaktau ruda koni (Auminzatau) Djholdas-Peschanoie oltin rudasi ob'ektlarini, "Rudali" uran-vanadiy konini va 1988 yilda "Toshkentgeologiya" PGM tomonidan qurib bitkazilgan №1 karyer uchastkasini qamrab oladi. Ushbu ob'ektlarda platina guruhidagi metallarning sezilarli konsentratsiyasi topilgan. PGMlardan o'zgargan vulqonlarda topilgan: platina (5,2 g/t gacha), iridiy (1,2 g/t gacha) va palladiy (0,5 g/t dan past). Albitlangan amfibolit turlarida anomal platina miqdori (20 g/t gacha) topilgan. O'zbekiston Respublikasi Fanlar

akademiyasi Yadro fizikasi instituti laboratoriyasida neytronlarni faollashtirish yo'li bilan tahlil qilishning nazorat usullari quyidagi natijalarni ko'rsatdi.

PGMlar (platina guruhi metallar) yig'indisining o'rtacha miqdori to'rtta namuna bo'yicha 4 g/t dan oshadi, gravitatsion konsentratlarda esa 1,60 g/t dan yuqori. Joldas-Qumtoshli konining sanoat oltin rudalarida oltin va PGM tarkibi o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlik aniqlanmagan.

Janubiy Tomditov platinali mintaqasida joylashgan Muruntov, Myutenbay, Besapantov va boshqa oltin konlarida, shuningdek, Kosmanachi kumush konida ham platina guruhi metallarining mavjudligi aniqlangan. Eng yuqori PGM miqdori kesishgan oltin-kvarsli, grafitlangan jismlarda qayd etilgan (Pt – 13,61 g/t; Pd – 8,74 g/t; Os – 4,22 g/t). Shuningdek, tarkibida oltin, kvars, dala shpati, biotit bo'lgan metasomatitlarda (Pt – 3,49 g/t; Pd – 5,13 g/t; Os – 0,73 g/t), kremniylangan uglerodli jinslarda (Pt – 4,2 g/t; Pd – 1,1 g/t; Ir – 0,7 g/t) hamda piritli slanetslarda (Pt – 4,2 g/t; Pd – 0,55 g/t; Ir – 0,07 g/t) yuqori konsentratsiyalar aniqlangan.

Muruntov konida kumush saqlovchi rudalar tarkibida PGMlar yuqori konsentratsiyada uchraydi (Pd – 440 g/t gacha; Pt – 1,4 g/t gacha), xuddi shuningdek, Kosmanachi konida ham. Terrigen slanets hosilalarining uglerod birikmalarida PGMlar konsentratsiyasining ortib borishi qayd etilgan. Ba'zi hollarda uglerodli jinslardagi PGM konsentratsiyasi oltin va kumushdan ham yuqori bo'lgan.

Markaziy Qizilqum mintaqasida kvars, dala shpati, biotitli metasomatitlar, grafitlangan kvarts-oltin rudalari tomirlari, kumush rudalari tanalari va uglerodli terrigen-slanets jinslarida amaliy jihatdan muhim bo'lgan PGMlarni o'rganish istiqbolli hisoblanadi.

Janubiy Tomditov mintaqasida platina guruhi metallarining paydo bo'lish xususiyatlari yetarlicha o'rganilmagan. Shuningdek, PGMlar bilan mahalliy qimmatbaho metallar (oltin, kumush) o'rtasida aniq bog'liqlik mavjud emasligi ta'kidlanmoqda. Olib borilgan tadqiqotlarda Muruntov oltin rudalarida nihoyatda kam miqdordagi platina (sperrilit) va iridiy (iridarsenid) mishyakli birikmalari aniqlangan.

Xulosa. O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Geologiya va geofizika instituti tomonidan olib borilgan tadqiqotlar natijasida Muruntov rudalarida platina guruhi metallarining (PGM) tarqalishi past konsentratsiyada ekanligi aniqlangan. Shuningdek, Rossiya Fanlar akademiyasining Umumiy va noorganik kimyo instituti huzuridagi platina metallari kimyosi va texnologiyasi laboratoriyasida o'tkazilgan tadqiqotlar jarayonida Muruntov rudalaridan olingan yuqori uglerodli ko'pikli konsentrat tarkibida quyidagi miqdorlarda qimmatbaho metallar mavjudligi tasdiqlandi: palladiy – 54 g/t, iridiy – 52 g/t, rodiy – 12 g/t, ruteniy – 59 g/t, platina – 30 g/t va oltin – 54 g/t.

Shunga qaramay, A. I. Obratzov (1995) tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlarda Muruntov karyeridagi rudalar tarkibida ancha past PGM konsentratsiyalari qayd etilgan: palladiy – taxminan 1 g/t, platina – 4,2 g/t gacha va iridiy – 0,11 g/t gacha.

Ushbu farqliliklar Muruntov konidagi geokimyoviy holatning murakkabligidan, rudalarning tarkibiy xilma-xilligidan va ularning geologik joylashuv xususiyatlaridan dalolat beradi. Bu esa konning PGM bo'yicha sanoat miqyosida istiqbolli qism va qatlamlarini aniqlash zarurligini ko'rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Санакулов К.С., Хасанов А.С., Атаханов А.С. Технологическая схема комплексной переработки шлаков Алмалыкского ГМК. «Цветная металлургия». Известия вузов, 2003. - №4. -С. 65-69.
2. Санакулов К.С., Халматов М.М. и др. Комбинированная технология переработки хвостов медной обогатительной фабрики Алмалыкского ГМК // Горный журнал. – М., 2002. – С.130-131.
3. Стрижко Л. С. Металлургия золота и серебра: учеб. пособ. для вузов. – М.: МИСИС, 2001. – С. 21–27.

4. Хасанов А.С., Турдиев Ш.Ш. Палладийнинг геологияси, олиниши технологияси ва қўлланилиш соҳаси // Монография. -Қарши, “Интеллект” нашриёти, -2023. -247 б.
5. Хасанов А.С., Турдиев Ш.Ш. Изучение образование минералов платиноидов в месторождениях Узбекистана и их перспектива развития //“Композицион материаллар” Илмий-техникавий ва амалий журнали. Ташкент,№1,-2024, -С. 185-188.
6. Хасанов А.С., Турдиев Ш.Ш., Боймуродов Н.А. Теоретические основы процесса переработки руд с извлечением благородных металлов и исследование технологии обогащения //“Композицион материаллар” Илмий-техникавий ва амалий журнали. Ташкент,№1,-2024, -С. 192-193.
7. Хасанов А.С., Турдиев Ш.Ш. Платина гуруҳи металлари гидрометаллургик жараёнларда ажратиб олиш технологиялари//“Будущее гидрогеологии: Современные тенденции и перспективы” Сборник материалов международной научно-практической конференции. - Қарши, -2024. -С. 276-280.
8. Хасанов А.С., Турдиев Ш.Ш., Боймуродов Н.А. Исследование минералогии благородных металлов в рудных материалах // “Минерал хомашёлари қазиб олиш, қайта ишлашнинг истиқболлари ёшлар нигоҳида” мавзусидаги (“Олмалик КМК” АЖ нинг 75 йиллигига бағишланган) республика илмий-техник анжумани материаллари тўплами, -2024, -С. 252-253.

УДК: 669.21:622.765.4:66.061

 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.27

ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ МЕТОДОВ В ПРОЦЕССЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СЫРЬЯ УПОРНОГО СОСТАВА



Сайфуллаев Фаррухжон Ибодович

Ассистент, Навоийский государственный горный и
технологический университет, Навои, Узбекистан

E-mail: farruxsayfullayev96@mail.ru

ORCID ID: 0009-0005-0641-1956



Нурмуратова Шахло Ойбек кизи

Студентка, Навоийский государственный горный и
технологический университет, Навои, Узбекистан

E-mail: nurmurodovashahlo44@gmail.com

Аннотация. В статье обсуждаются процессы и различные методы гидрометаллургической переработки сложных золотосодержащих пирит-арсенопиритовых руд и концентратов, а также учитываются преимущества и недостатки этих процессов. К данным методам относятся традиционные технологии, бактериальное окисление, а также выборочное выщелачивание при высоких и низких температурах с последующей обработкой цианидом. Недостатки этих методов включают проблемы, связанные с разделением жидкой и твердой фаз. Процессы дегидратации являются неотъемлемой частью гидрометаллургических технологий. Неэффективное разделение фаз может снизить производительность оборудования и увеличить потребление энергии. Авторы рассматривают решения, направленные на повышение эффективности использования сырья и его полного извлечения.

Ключевые слова: Гидрометаллургия, Драгоценные металлы, Сложносоставляющее сырьё, Процесс плавки, Осаждение, Экологические аспекты, Экономическая эффективность, Процессы дегидратации, Концентрация, Фильтрация.

MURAKKAB TARKIBLI XOM-ASHYOLARDAN QIMMATBAHO METALLARNI AJRATIB OLISH JARAYONIDA KOMBINATSIYALASHGAN USULLARNING QO'LLANILISHI

Sayfullayev Farruxjon Ibodovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti assistenti,
Navoiy, O'zbekiston

Nurmuratova Shahlo Oybek qizi

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti talabasi,
Navoiy, O'zbekiston

Annotatsiya. Maqolada murakkab oltin tarkibli pirit-arsenoperit ruda va boyitmalarni kombinatsiyalashgan usullar yordamida qayta ishlash jarayonlari va turli usullari muhokama qilindi, hamda jarayonlarning afzalliklari va kamchiliklari hisobga olindi. Ushbu usullarga an'anaviy texnologiyalar, bakterial oksidlash, shuningdek, yuqori va past haroratdagi tanlab eritish va keyingi sianid bilan ishlov berish jarayonlari kiradi. Ushbu usullarning kamchiliklari suyuq va qattiq fazalarni ajratish bilan bog'liq muammolarni o'z ichiga oladi. Suvsizlantirish jarayonlari gidrometallurgik jarayonlarning ajralmas qismidir. Eritma tarkibiga o'tmay qolgan fazalarni ajratish jarayoni uskunaning samaradorligini pasaytirishi va energiya iste'molini oshirishi mumkin.

Kalit soʻzlar: gidrometallurgiya, metallar, murakkab tarkibli xom-ashyo, eritish jarayoni, choʻktirish, ekologik jihatlar, iqtisodiy samaradorlik, quyultirish, filtrlash.

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF COMBINED TECHNOLOGICAL METHODS FOR THE EXTRACTION OF PRECIOUS METALS FROM COMPLEX ORES

Sayfullaev Farrukhjon Ibodovich

Assistant of the Navoi State Mining and Technological University,
Navoi, Uzbekistan

Nurmuratova Shahlo Oybek kizi

Student of the Navoi State Mining and Technological University,
Navoi, Uzbekistan

Abstract. This paper explores the hydrometallurgical treatment of complex gold-bearing pyrite-arsenopyrite ores and concentrates, highlighting a range of processing techniques along with their respective benefits and limitations. The discussed methods encompass conventional technologies, biooxidation, and selective leaching conducted at varying temperatures, typically followed by cyanidation. A common drawback among these approaches is the challenge of efficiently separating solid and liquid phases. Dehydration steps play a critical role in hydrometallurgical systems, as poor phase separation can negatively impact equipment performance and lead to higher energy demands. The authors propose strategies aimed at enhancing raw material utilization and improving overall process efficiency.

Keywords: Hydrometallurgy, Precious metals, Complex composition raw materials, Smelting process, Precipitation, Environmental aspects, Economic efficiency, Dehydration processes, Concentration, Filtration.

Введение. По мнению экспертов, основной рост объема мирового производства золота в этом столетии будет обеспечен за счет широкого использования сложных и трудно обогащаемых золотоносных руд и концентратов [6]. Это приводит к повышению требований к переработке таких руд, поскольку их эффективная обработка требует более сложных технологий и усовершенствованных схем производственных процессов. К таким методам относятся технологии, такие как гравитационное обогащение, флотация, обжиг, плавка и гидрометаллургическая плавка (селективная плавка) [12].

Более 30% от общих мировых запасов золота составляют руды, которые трудно обогатить.

Эти руды в основном делятся на две основные категории:

1. Руды с золотом в кремниевых (кварцевых) минералах;
2. Руды, содержащие золото в сульфидных соединениях.

В процессе измельчения руды только небольшая часть мелко диспергированных

золотых частиц, связанных сульфидами, становится доступной на поверхности, в то время как основная масса остается в пирит или арсенопирите. Сложность сульфидных золотых руд заключается в том, что золото присутствует не только в виде мелко диспергированных частиц натурального металла в сульфидных минералах, но и в виде твердого раствора, то есть в виде коллоидных частиц [7].

Целью данного исследования является рассмотрение основных преимуществ технологии автоклавного гидрометаллургического переработки сложных исходных материалов, таких как пирит-арсенопиритовые руды и концентраты. Исследование также направлено на изучение влияния определенных параметров на последующее сгущение мелкодисперсных растворов, полученных в процессе окислительного селективного растворения в автоклаве. На основе анализа существующих методов переработки будет проведена оценка преимуществ технологии автоклавной переработки для сложных сульфидных золотоносных материалов, в частности, процесса селективного плавления при низких темпе-

ратурах. Будут определены свойства, наблюдаемые в растворе после этого процесса селективного плавления, а также факторы, влияющие на сложности последующих этапов. Предложенные оптимальные условия должны обеспечить повышение эффективности процессов отливки и фильтрации.

Анализ литературы и методы. Сложные сульфидные золотоносные руды содержат золото в виде мелко диспергированных частиц, и методы их переработки зависят от ряда факторов, таких как состав руды и концентрата, а также технологические и механические свойства. На данный момент существует несколько технологий извлечения золота из сульфидных золотоносных материалов. К ним относятся термохимические методы (например, обжиг), химические методы (например, селективное плавление), механические процессы (например, измельчение) и их комбинированные подходы [13].

Один из традиционных методов извлечения золота из золотоносных руд сложного состава включает процессы обогащения с использованием флотации, окислительное обжигание полученных концентратов и последующую цианидизацию обожженных концентратов [12]. Несмотря на то, что этот метод достаточно прост, он имеет несколько серьезных недостатков:

Экологический ущерб, вызванный сульфидами и высоким уровнем токсичных отходов арсенита;

Образование покрытий из соединений с низкой температурой плавления на поверхности золотых частиц и как следствие - низкая извлеченность золота, а также смешивание частиц в сублимациях арсенита.

Высокий уровень токсичного арсенита - это цена процессов нейтрализации оксидов.

В настоящее время традиционные методы извлечения золота из сложных пирит - арсенопиритовых руд заменяются гидрометаллургическими технологиями. Причина этого заключается в отсутствии газовых выбросов сульфидных и арсенитных соединений в процессе, а также в выделении арсенита в виде малотоксичных соединений, которые могут быть выпущены в суспензионный бассейн через

сточные воды, из которых их можно удалить. Эти технологии максимально соответствуют требованиям охраны окружающей среды. Кроме того, гидрометаллургические технологии обеспечивают более высокое извлечение золота по сравнению с другими методами. В настоящее время при переработке сложных золотоносных материалов преобладают такие методы, как бактериальная и автоклавная сепарация, а также цианидизация твердых остатков (осадков), образующихся в более поздних стадиях процесса [4, 6, 7, 8]. Преимущества этих методов связаны с целостным подходом к переработке сырья и высокой изоляцией всех ценных компонентов.

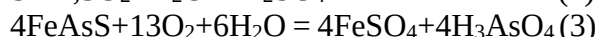
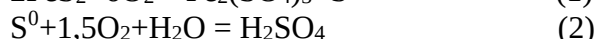
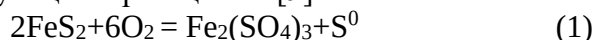
Это исследование посвящено бактериальному селективному плавлению сложных золотоносных руд, в которых золото присутствует в виде мелких частиц в сульфидных минералах, таких как пирит и арсенопирит. Метод включает бактериальное разложение сульфидных минералов, а затем очистку и обработку бактериальных растворов после селективного растворения, а также цианидизацию остатков (осадков), образующихся в процессе бактериального окисления [3, 9]. Процесс бактериального селективного плавления может значительно повысить извлечение золота за счет разложения сульфидов с использованием кислотных бактерий. Эта технология широко используется в различных странах-производителях золота, таких как Южная Африка, Австралия, Китай, Узбекистан и другие [14]. Технологическая последовательность переработки золотоносных концентратов с использованием бактериального окисления показана на рисунке 1.

Исследования показали, что микроорганизмы играют важную роль в формировании и преобразовании руд, а также в их способности окислять и растворять сульфидные минералы в природных условиях.

Технология бактериального окисления совмещается с добавлением раствора аммонийного сульфата и серной кислоты в переработанные растворы флотационного концентрата, который служит источником для извлечения золота, при этом содержание твердой фазы в подготовленной суспензии

должно быть не менее 15%. Полученная суспензия направляется в емкости, оснащенные механическим перемешиванием и аэрацией, а затем подвергается процессу селективного плавления.

Бактериальное окисление сульфидных минералов приводит к образованию серной и мышьяковой кислот, что подтверждается следующими реакциями [9]:



После 60 часов бактериального окисления скорость окисления арсенопирита достигает 80-90%. Эффективность бактериального окисления близка к процессу автоклавного окисления и более высока, чем у метода обжига. Однако метод автоклавного окисления обеспечивает более полное окисление сульфидных минералов, что, в свою очередь, позволяет достичь высоких уровней извлечения золота. Кроме того, бактериальное окисление требует использования громоздкого оборудования, что приводит к увеличению капитальных затрат.

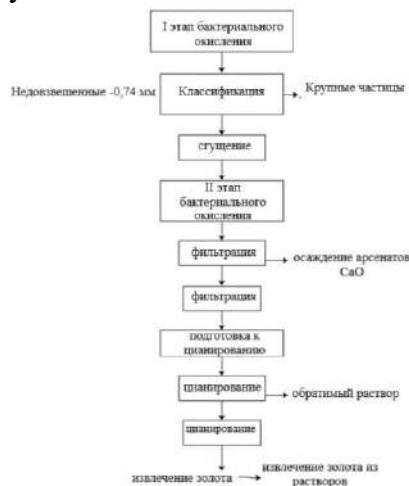
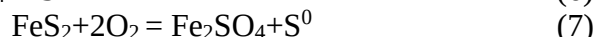
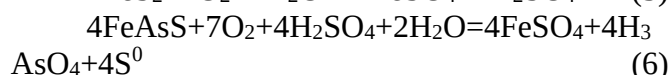
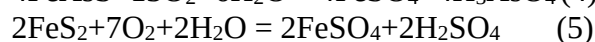
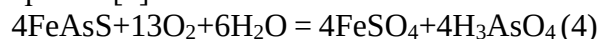


Рис.1. Технологическая схема переработки золотосодержащих концентратов с использованием бактериального окисления.

Процессы автоклавного окисления позволяют гидрометаллургическим технологиям повысить эффективность прямой сепарации цветных металлов, улучшить их селективное разделение и образовывать новые соединения, что облегчает обработку растворов [10]. Кроме того, использование этих технологий предотвращает потерю золота из-за пыли и устраняет необ-

ходимость в сложных системах сбора и очистки пыли.

В кислой среде автоклавное окисление сульфидных минералов, особенно арсенопирита и пирита, может быть достигнуто через следующие реакции в процессе селективного растворения [7]:



Элементарная сера является нарушающим фактором в процессе, так как она плавится при температурах выше 1120°C и образует покрытие на неокисленных сульфидных частицах, содержащих мелкодисперсное золото. Это покрытие препятствует полной окисляемости частиц и приводит к образованию нерастворимого осадка [3].

Для предотвращения образования элементарной серы процесс проводится при повышенных температурах в диапазоне от 180 до 300°C. Этот температурный диапазон обеспечивает полное окисление сульфидной серы, что способствует образованию сульфат-ионов. Технологическая схема гидрометаллургической переработки золотоносных пирит-арсенопиритовых концентратов с использованием метода автоклавного селективного плавления при высоких температурах представлена на рисунке 2.

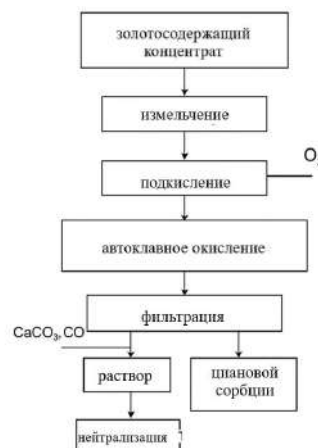


Рис.2. Технологическая схема процесса высокотемпературной обработки комплексных золотосодержащих пирит-арсенопиритовых концентратов в автоклаве.

Общая технологическая схема переработки пирит-арсенопиритовых концентратов включает следующие основные этапы: флюсация золотосодержащего флотационного концентрата, декарбонизация (кислотная обработка), то есть процесс предварительного отделения карбонатных соединений от флотационного концентрата, автоклавное окислительное селективное растворение, разделение твердых и жидких фаз (фильтрация окисленного раствора), нейтрализация раствора известью или известняком и окончательная сорбционно-цианидная обработка.

Существующие технологии переработки золотосодержащих сульфидных сырьевых материалов с использованием автоклавного окислительного селективного плавления требуют строгих физико-химических условий. Например, необходимо использовать достаточно высокие температуры, так как это помогает предотвратить образование элементарной серы, в противном случае эффективность процесса снижается. Однако сложность и высокая стоимость переработки сложных сырьевых материалов в процессе высокотемпературного селективного плавления делают этот метод непрактичным. В связи с этим одновременно исследуются возможности селективного растворения сульфидных концентратов при окислительных условиях, в частности при низких температурах [5].

Технологическая схема переработки трудно разделяемых золотосодержащих пирит-арсенопиритовых концентратов с использованием технологии низкотемпературного окислительного селективного плавления представлена на рисунке 3 [1].

Необходимые условия для процесса низкотемпературного окислительного селективного растворения следующие: соотношение жидкой и твердой фаз должно составлять 3:1, температура окисления - 130°C, частичное давление кислорода - 1,0 МПа, а продолжительность процесса автоклавного окислительного селективного растворения определяется моментом прекращения потребления кислорода.

Для сложных золотосодержащих пирит-арсенопиритовых концентратов процесс предва-

рительного отделения карбонатных соединений (декарбонизации) является важным этапом, поскольку эти соединения при автоклавировании выделяют газообразный CO₂, что приводит к снижению частичного давления кислорода и значительному уменьшению его эффективного использования. Для реализации процесса декарбонизации требуются следующие условия: температура процесса должна быть в пределах 60-65°C, в качестве реагента используется разбавленная серная кислота в соотношении 1:1. Кислота смешивается с материалом на протяжении 20-30 минут, пока pH не достигнет 2.0-2.2.

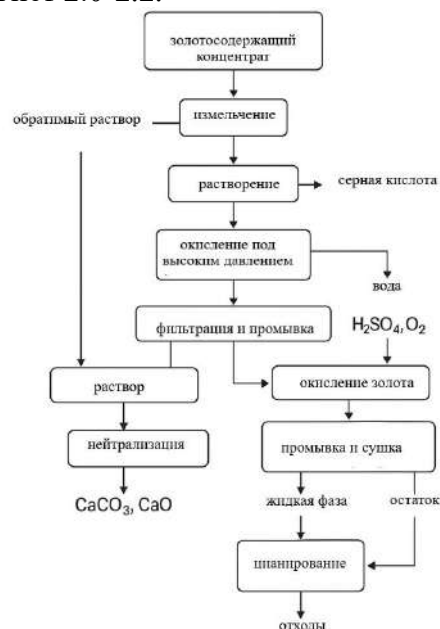


Рис.3. Технологическая схема процесса автоклавной обработки сложных золотосодержащих пирит-арсенопиритовых концентратов при селективных параметрах выщелачивания и относительно низких температурах.

Дегидратация раствора после процесса низкотемпературного селективного растворения представляет собой еще одну проблему. Необходимым условием для начала процесса автоклавного селективного плавления при относительно низких параметрах является тонкое или ультратонкое измельчение для извлечения золотосодержащих сульфидных минералов. Процесс измельчения в шаровых мельницах должен проводиться при следующих параметрах: 180 металлических шаров, скорость

вращения 34 об/мин и время измельчения 7 часов. В этом ультратонком измельчении более 80% частиц имеют размер менее 10-15 микрон, что вызывает высокую степень искажения в кристаллической решетке этих минералов. Это повышает активность кристаллической решетки минералов и улучшает эффективность процесса селективного плавления. Однако ультратонкое измельчение концентрата до микронных частиц приводит к значительным трудностям в проведении дальнейших процессов конденсации и фильтрации [11].

Исследования выявили преимущества технологии, основанной на снижении температуры процесса окисления, то есть преимущества низкотемпературного селективного плавления [2]. К этим преимуществам относятся:

- Низкая стоимость автоклавного оборудования;
- Снижение капитальных затрат, необходимых для реализации промышленного процесса;
- Снижение вредных воздействий органического углерода и хлоридов;
- Положительное влияние на извлечение золота в гидрометаллургическом цикле.

Несмотря на многочисленные преимущества этой технологии, существуют некоторые недостатки, связанные с растворами и параметрами процесса, полученными при низкотемпературном селективном плавлении, которые влияют на последующее разделение жидкой и твердой фаз. Сложность процесса дегидратации раствора после низкотемпературного селективного растворения обусловлена высокой дисперсией твердой фазы и большим количеством солей в жидкой фазе, что не позволяет процессу достигать требуемых параметров эффективности.

Эффективность процесса заливки определяется не только минералогическим и гранулометрическим составом твердой фазы, но и такими факторами, как количество твердых частиц в исходном растворе и конденсированном продукте, вязкость жидкой фазы, плотности твердой и жидкой фаз, температура раствора, pH среды и наличие реагентов.

Для улучшения дегидратации растворов, насыщенных солями в жидкой фазе, могут быть

использованы следующие методы [1]:

- Снижение содержания соли путем разбавления;
- Применение синтетических полиакриламидных флокулянтов.

Частичная или полная нейтрализация раствора известняком после процесса автоклавного окислительного селективного растворения:

- Процесс нейтрализации не только снижает содержание соли в растворе, но и способствует отделению арсената в виде малорастворимого железного арсената, который затем направляется в зону утилизации отходов;
- Повышение температуры, что увеличивает эффективность процесса заливки.

Для исследования воздействия расхода флокулянта на свойства конденсированного раствора было проведено несколько экспериментов с различным расходом флокулянта после процесса автоклавного окислительного селективного растворения. Известно, что вязкость раствора снижается с увеличением температуры. Поэтому были проведены специальные эксперименты для оценки температурного фактора, в которых испытания проводились в водном термостате при различных температурах. Улучшения конденсированных параметров наблюдались в температурном диапазоне от 25°C до 80°C. Например, при расходе флокулянта 300 г/т при температуре 25°C специфическая пропускная способность заливки составила 3,17 т/м²·день, а при температуре 80°C этот показатель увеличился до 3,75 т/м²·день. Также отношение между жидкой и твердой фазами в конденсированном продукте при 80°C было на 20% ниже, чем при температуре 25°C.

Обсуждение. В последние годы активно развиваются технологии, основанные на автоклавном селективном плавлении с относительно низкими параметрами для сульфидного сырья. Для реализации этого процесса сырье требует ультратонкого измельчения, что вызывает ряд трудностей в процессе дегидратации окисленного раствора. Более того, эффективность процесса ухудшается из-за высокого содержания солей в окисленном растворе.

Поиск способов улучшения процесса дегидратации ультратонких окисленных растворов при переработке сложных золотых пирит-арсенопиритовых руд и концентратов является одной из наиболее актуальных проблем в настоящее время. При переработке цветных металлов, особенно при обработке больших объемов продукции, важно улучшить процессы сгущения и фильтрации. В некоторых предприятиях процессы ультратонкой сепарации фаз и дегидратации составляют около 30% от общей стоимости переработки, что существенно влияет на стоимость производства полученных концентратов. Кроме того, площадь, занимаемая машинами для фильтрации, составляет около 25% от общей площади предприятия. Интенсификация процессов конденсации и фильтрации позволяет снизить материальные потери за счет излишка конденсированных реагентов и повысить извлечение ценных компонентов. Это поможет повысить производственную эффективность предприятия без установки дополнительного оборудования. Это можно сделать путем оптимизации параметров процессов заливки и фильтрации, модернизации существующего оборудования и разработки нового высокопроизводительного оборудования для фильтрации. Также использование различных синтетических реагентов помогает ускорить осаждение твердой фазы в суспензии. К таким веществам могут относиться электролиты, водоотталкивающие реагенты и синтетические высокомолекулярные флокулянты. Синтетические полиэлектролиты состоят из активных гидрофильных функциональных групп, таких как CONH_2 и COOH . Эти полимерные соединения ионизируются в растворах, и их макромолекулы получают положительный или отрицательный заряд в зависимости от типа ионных групп. В системах, трудно поддающихся дегидратации из-за дисперсии, наличие таких веществ облегчает и эффективно способствует осаждению суспензии путем обра-

зования агрегатов, то есть флокуляции.

Реагент Prestol 2510 (Химическая компания, Санкт-Петербург) оказался наиболее эффективным флокулянт для дегидратации растворов после автоклавного окислительного низкотемпературного селективного растворения пирит-арсенопиритовых концентратов. Этот флокулянт позволяет провести процесс осаждения с максимальной эффективностью и обеспечивает качественное разделение жидкости. Оптимальное потребление флокулянта составляет 300-450 г/т, так как при меньшем потреблении не обеспечивается быстрое осаждение твердой фазы и эффективное осаждение осадка. При повышении температуры до 80°C и снижении содержания соли в жидкой фазе автоклавного раствора до 1-1,9 моль/л, специальная эффективность процесса заливки может быть увеличена до 1,2-3,75 т/м²·день, а специальная производительность фильтрационного процесса - до 38-40 кг/м²·час.

Заключение. В заключение, основной тенденцией в развитии сырьевой базы в золотодобывающей промышленности является ухудшение качества минерального сырья, а также необходимость переработки золотосодержащих руд и концентратов, в которых золото рассеивается в кристаллической решетке сульфидных минералов в виде мелких дисперсных частиц. Применение современных автоклавно-гидрометаллургических технологий не только позволяет комплексно использовать пирит-арсенопиритовые руды низкого качества и сложные с точки зрения переработки золотосодержащие материалы, но и решает проблемы охраны окружающей среды и сохранения природных ресурсов. Проблемы, возникающие в процессе переработки таких руд с применением автоклавно-гидрометаллургических методов, могут быть решены с помощью комплексного подхода, основываясь на обогащении и совместном применении металлургических методов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иваник С.А. 2002. Разделение и освобождение ультратонких фаз в технологии автоклавного усиления упорных золотосодержащих концентратов. [Separation and dehydration of ultra-fine phases in the autoclave leaching technology of refractory gold concentrates], Ph.D. thesis, St. Petersburg. Mining University. pp. 133.

2. Korans I.J. and Angew J.E. 1993. Activation of a mineral species. Patent No. 5232491 USA. MCI 22 B 11/08, No. 902992. Appl. 23.06.1992; Publ. 03.08.1993. 5C, Australia, 1993.
3. Кузякина Т.И., Хаинасова Т.С. и Levenets O.O. Биотехнология извлечения металлов из сульфидных руд [Biotechnology for extracting metals from sulfide ores], KRAUNTS Bulletin. Earth Science. 12:76-86. 2008.
4. Ладеишиков В.В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд [Gold and silver extracting technology from refractory ores], Иркутск, OJSC "Irgiredmet". 1999.
5. Lapin A.Yu., Bitkov G.A. и Shneerson Ya.M. Автоклавно-гидрометаллургическая переработка упорных золотосодержащих сульфидных материалов при пониженных температурах [Autoclave-hydrometallurgical processing of refractory gold-bearing sulphide materials at low temperatures]. Non-ferrous Metals. 12:39-44. 2011.
6. Naboychenko S.S., Shneerson Ya.M. и L.V. Chugaev. Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов [Autoclave hydrometallurgy of non-ferrous metals], Екатеринбург, GOU USTU - UPI, pp. 570-575. 2002.
7. Naboychenko S.S., Shneerson Ya.M., Kalashnikova M.I., и Chugaev L.V. Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов [Autoclave hydrometallurgy of non-ferrous metals]. GOU USTU - UPI, 2, 351-396. 2009.
8. Самихов Ш.Р. Технология переработки упорных и бедных золотосодержащих руд [Processing technology of refractory and low-grade gold ores], Ph.D. thesis, Dushanbe, pp. 136. 2006.
9. Шамин В.Ю. Чановое биоокисление золото-сульфидно-арсенопиритового концентрата [Tank bio-oxidation of gold-sulphide-arsenopyrite concentrate]. Mining Bulletin of Uzbekistan. 2(21):45-49. 2005.
10. Shneerson Ya.M. and Naboychenko S.S. Тенденции развития автоклавной гидрометаллургии цветных металлов [Trends in the development of autoclave hydrometallurgy of non-ferrous metals]. Non-ferrous Metals. 3:15-20. 2011.
11. Sizyakov C.M., Ivanik S.A. and Fokina S.B. Исследование процессов сгущения и фильтрации тонкодисперсного оксидного пульпы [Study of thickening and filtration processes of finely dispersed oxidized pulps]. Enrichment of Ores. 2:21-25. 2012.
12. Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов [The theory of hydrometallurgical processes]. Moscow: Metallurgy. 424. 1983.
13. О.У.Фузайлов, Ф.И.Сайфуллаев, И.И.Мажидова, С.Г.Жабборова. Исследование способов интенсификации процесса обжига сульфидных золотосодержащих концентратов с применением микроволнового излучения. Journal of Advances in AND Engineering Technology Vol.2(6) 2022.
14. Aripov A.R., Sayfullayev F.I., Qurbonov M.N., Majidova I.I. O'zbekistonda kon-metallurgiya sanoatining shakllanish va rivojlanish tarixi. Sanoatda raqamli texnologiyalar ISSN: 3030-3214, Volume 2, № 3:2024.

UO‘K: 669.292.3

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.30

TURLI XOMASHYOLARDAN VANADIY AJRATIB Olish TEKNOLOGIYASI



Mamaraïmov G‘ayrat Farhodovich

(PhD), Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O‘zbekiston

E-mail: gmamaraïmov20061993@mail.ru

ORCID ID: 0009-0009-3847-9655

Annotatsiya. Jahonda so‘nggi yillarda konstruktiv, zanglamaydigan va maxsus po‘latlarni ishlab chiqarishning global o‘sishi natijasida vanadiy iste‘moli darajasi doimiy ravishda ortib bormoqda. Metallurgiya va kimyo sanoatidan tashqari vanadiy va uning birikmalari atom energetikasida va akkumulyatorlar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi. Ruda va tarkibida noyob metallar bo‘lgan turli xomashyolardan noyob metallarni yangi texnologiyalarni ishlab chiqish natijasida ajratib olishni amaliyotga joriy etishga e‘tibor qaratish muhim ahamiyatga ega. Dunyoda kon-metallurgiya sanoatida ko‘p yillar davomida to‘plangan texnogen chiqindilarni qayta ishlash bo‘yicha yirik olimlar tomonidan ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

Kalit so‘zlar: qora slanec, kuydirish, shixta, vanadiy tarkibli kuyindi, texnik soda.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВАНАДИЯ ИЗ РАЗЛИЧНОГО СЫРЬЯ

Мамараïмов Гайрат Фарходович

(PhD), Навоийский государственный горный и технологический университет, Навои, Узбекистан

Аннотация. В последние годы из-за глобального роста производства конструкционных, нержавеющей и специальных сталей уровень потребления ванадия в мире неуклонно растет. Помимо металлургической и химической промышленности ванадий и его соединения широко используются в атомной энергетике и производстве аккумуляторов. В связи с разработкой новых технологий извлечения ванадия и других редких металлов из руд и прочих видов сырья, содержащих редкие металлы, особое значение в металлургической промышленности имеет внедрение в практику извлечение редких металлов. В настоящее время активно ведутся научные работы по переработке техногенных отходов горно-металлургической промышленности, накопленных в течение многих лет.

Ключевые слова: черный сланец, обжиг, шихта, ванадийсодержащих огарок, технический сода.

TECHNOLOGY OF VANADIUM EXTRACTION FROM VARIOUS RAW MATERIALS

Mamaraïmov Gayrat Farhodovich

(PhD), Navoi State Mining and Technological University, Navoi, Uzbekistan

Abstract. In recent years, due to the global growth in the production of structural, stainless and special steels, the level of vanadium consumption in the world has been steadily increasing. In addition to the metallurgical and chemical industries, vanadium and its compounds are widely used in nuclear power and battery production. In connection with the development of new technologies for the extraction of

vanadium and other rare metals from ores and other types of raw materials containing rare metals, the introduction of rare metal extraction into practice is of particular importance in the metallurgical industry. Currently, scientific work is actively underway on the processing of man-made waste from the mining and metallurgical industry, accumulated over many years.

Keywords: black shale, roasting, charge, vanadium-containing cinder, technical soda.

Kirish. Respublikada vanadiy po'lat ishlab chiqarishda va ferroqotishmalarda ligerlovchi element sifatida keng qo'llanilib kelinmoqda, ishlab chiqariladigan vanadiy mahsulotlarining tannarxini pasaytirish va ularni sifat jihatidan yuqori darajaga olib chiqish dolzarb vazifa hisoblanadi. Yangi O'zbekistonning 2022-2026 yillarga mo'ljallangan taraqqiyot strategiyasida «ilmiy-tadqiqot va innovatsion faoliyatni rag'batlantirish, innovatsion yutuqlarni amaliyotga joriy etishning samarali mexanizmlarini yaratish, ishlab chiqarishga energiya va resurs tejaydigan texnologiyalarni keng joriy etish...» kabi muhim vazifalar belgilangan. Ushbu vazifalardan kelib chiqqan holda respublikamizda vanadiy rudalarini izlab topish, ularni minerologik tarkibini o'rganish, sanoatga jalb etish, ularni qazib olish, boyitish, turli mahsulotlar olishning yangi texnologiyalarini ishlab chiqishga yo'naltirilgan tadqiqotlarni olib borish, mavjud texnologiyalarni takomillashtirish katta ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Jahon amaliyotida vanadiy rudalarini boyitish, qayta ishlash texnologiyalarini tadqiq qilish va vanadiyni boyitma va metall ko'rinishida ajratib olish bo'yicha nazariy tadqiqotlar B.G.Korshunov, A.N.Zelikman, N.G.Sefstrum, T.N.Simonova, V.A.Dubrovina, L.P.Tigunov, L.Z.Bixovskiy, T.P.Sirina, Ye.S.Maxotkina, T.Chen, J.Dutrizac, J.Hoffman, S.A.Mastyugin, V.I.Chumaroova va boshqa olimlar tomonidan olib borilgan. K.S.Sanakulov, A.S.Xasanov, X.T.Sharipov, M.O.Qurbonov, E.A.Pirmatov, O.Ruzimurodov, O.F.Petuxov, A.T.Dadaxo'jayev kabi olimlarning ilmiy tadqiqot ishlari vanadiy tarkibli rudalarni qayta ishlash texnologiyalarini yaratish va takomillashtirishga qaratilgan.

Adabiy manbalarni tahlil qilish asosida ma'lum bo'ldiki, vanadiy tarkibli xomashyolarni, titanomagnetitli rudalarni eritish toshqollarini, ishlatilgan vanadiyli katalizatorlarni qayta ishlash texnologiyalarini tadqiq qilish natijasida, asosiy qo'llaniladigan usullar sifatida pirometallurgik kuydirish texnologiyalari, ferroqotishmalar ishlab

chiqarishning vanadiy tarkibli konverterli shlaklarini va shlamlarini qayta ishlashning gidrometallurgik texnologiyasi, tanlab eritish, bo'tanadan vanadiyni sorbsiyalash bilan ajratib olish usullari keng o'rganilgan. Vanadiy tarkibli rudalarni piro hamda gidrometallurgik usullar yordamida qayta ishlash orqali vanadiy besh oksidi va ferroqotishmalar ko'rinishida ajratib olish yetarlicha o'rganilmagan.

Vanadiyli rudalarni pirometallurgik va gidrometallurgik kombinatsiyalashgan usulda qayta ishlashning samarador texnologiyasini ishlab chiqish va joriy etish yanada samaraliroq bo'lishi va ularni qayta ishlash jarayonida yuqori rentabellikka erishish mumkin. Mazkur tadqiqot ishi vanadiyli rudalarni qayta ishlash texnologiyasini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Adabiyot tahlili va usullari. Vanadiyning 50 ga yaqin minerallari ma'lumdir, ularda u valentlikning turli darajalarida bo'ladi. Vanadiyning eng muhim minerallariga quyidagilar kiradi. Patronit – vanadiy sulfidi. Patronit sof oltingugurt, ko'mir moddalari, kremnezem (qumtuproq) va kalsitlar bilan birga uchraydi, bu uni sof holda ajratib olishni va kimyoviy formulasini aniqlashni qiyinlashtiradi. Kuydirishda ushbu mineral og'irligi bo'yicha 45% gacha yo'qotiladi, shundan so'ng vanadiy miqdori 52% ni tashkil etadi. Patronitli ma'danlar oson yonadi, shuning uchun ma'danni boyitish kuydirishga olib keladi, undan so'ng sulfatli oltingugurt bilan va yonmagan aralashmalar – temir, kremniy, nikel, titan, alyuminiy oksidlari bilan ifloslangan V_2O_5 qoladi.

Vanadiy Zimapan konida qo'rg'oshinli ma'danlar tarkibidagi aralashma sifatida 1801 yilda ispan mineralogi A. M. Del Rio tomonidan kashf etilgan. Mashhur shved olimi kimyogar Berselius vanadiy elementi kashf etilishi tarixini shunday tasvirlaydi: Del Rio yangi elementni eritron («erythros» – grekchadan «qizil») deb nomladi, chunki birikmalar qizil rangda edi.

Vanadiy mis, rux, qo'rg'oshin va qalayga qaraganda tabiatda keng tarqalgan, biroq yirik faqat vanadiy koni ko'rinishida kam uchraydi. Sochiluvchanlik xususiyatiga ega bo'lib, u ko'pincha turli minerallarda va tog' jinslarida aralashma sifatida uchraydi. Vanadiy birlamchi kristallanishda, asosan, titanomagnetitlarda va piroksenlarda gabbroidli jinslar deb ataluvchilarning oxirgi fazalarida to'planadi. Titanomagnetitlarda vanadiy miqdori 1,5% ga yetadi. Vanadiy metasilikatlarda va sulfidlarda ham uchraydi. U uch valentli shaklda hamda anion ko'rinishida ham, ko'pincha, kompleksli birikmalar yoki vanadiy kislota tuzlari ko'rinishida ham uchraydi. Vanadiy fosfor bilan birga va organik moddalar bilan ham uchraydi. Mana, masalan, u temir ma'danlarida, ba'zi bir ko'mirlarda, asfalt, bitum, neftlar tarkibida bo'ladi. Ba'zan vanadiyli ma'danlar vanadiy tuzida adsorbsiyalangan toshqotgan o'simliklar qoldiqlaridan iborat. Ayrim dengiz hayvonlari – dengiz tipratikanlari, assidiy va ayniqsa goloturiy tanasida vanadiy borligi aniqlangan, uning qonida 18,5% gacha vanadiy mavjud. Bu dalillar uning keskin ifodalangan katalitik aktivligi bilan bog'liq bo'lgan organik jarayonlarda vanadiy muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, hozirgi zamon dengiz qatlamlarida vanadiyning taqsimlanish qonuniyatlari o'rganilgan.

Yurtimizda vanadiy Sijjak konida, Tebinbuloq konining titanomagnetitli rudalari tarkibida hamda Markaziy Qizilqum qora slanes ma'danlari tarkibida uchraydi. Bundan tashqari sulfat kislota ishlab chiqarish sanoatidan hosil bo'lgan katalizatorlar tarkibida uchraydi.

Toshkent viloyatida joylashgan Ugom tog' tizmasi Sijjak konida vanadiy mineralini topishdi. Ma'dan topilmalari taxminan Toshkent viloyatidan 75 km shimolda Ugom tizmasi suv ajralishi qismidagi Sijjak qishlog'i shimolida aniqlangan. Sijjak qo'rg'oshin-vanadiy-molibden ma'dan koni birinchi bo'lib 1959-yilda geolog olim M.A.Kim tomonidan kashf etilgan. Kon maydoni kvarslar porfirlar, biotitli va shoh aldamchili lamprofirlari daykalari yorib o'tgan karbonli ohaktoshlardan iborat birikmalar aralashmasini tashkil etadi [1].

Sijjak koni ma'dan hosil qiluvchi asosiy minerallari vulfenit, vanadenit, dekluzit hisoblanadi va ular mineraloglar va geologlar tomonidan ko'p marotaba mazkur konda aniqlanib o'rganib chiqilgan. Geolog olimlarning o'rganishlariga aso-

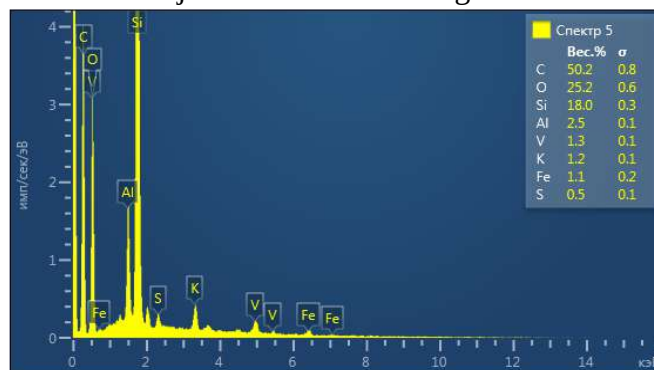
san, vulfenit va unga yo'ldosh minerallar temir gidroksidlari va ishqalanishda qo'ng'ir gillar bilan to'lgan notekis qatlamning tik tushgan tektonik buzilishlar zonasiga borib tutashishidan hosil bo'ladi. Sijjak koni minerallarining o'ziga xos vakillaridan biri Vanadinit ma'danidir.

Vanadinit vanadiyning asosiy metall tashuvchi birikmasi bo'lib, vanadiyning oksidli minerali hisoblanadi. Sijjak konining barcha nuqtalaridan olingan namunalar bo'yicha umumiy kimyoviy tahlili o'tkazildi. Dastavval rudularning rentgenofazali tahlili amalga oshirildi. Yarim miqdoriy rentgenofazali tahlil usulini qo'llash orqali kukunli namunalar difraktogrammalari o'rganildi.



1-rasm. Sijjak konining xaritada joylashuvi.

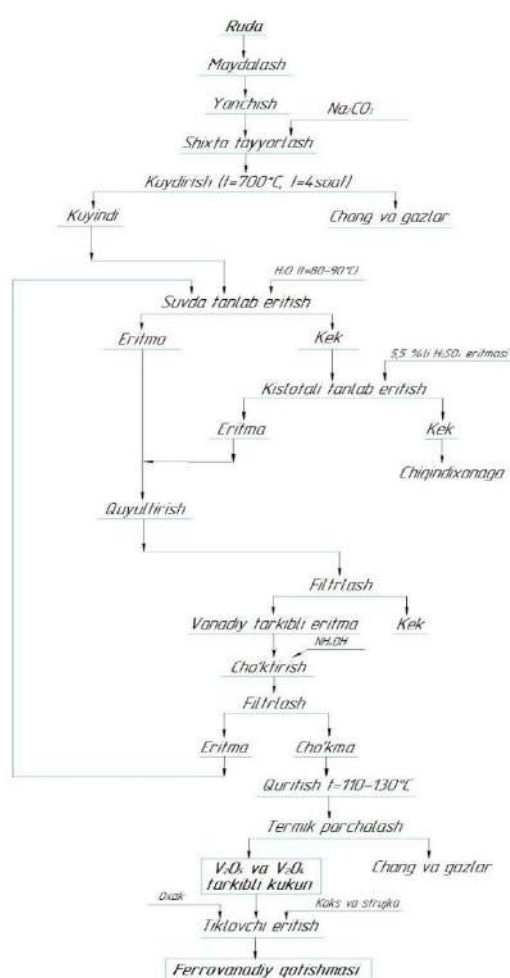
Sijjak konining o'rganilgan namunalarida vanadiyning 1,3% gacha chegaralarda oshgan miqdorini ko'rsatuvchi spektrogrammada aniqlandi, dastlabki natijalar 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Sijjak koni ruda namunasida 5-spektrning spektrogrammasi.

O'rganilayotgan 11-namunaning 5-spektrogramma tasvirlaridan ko'rish mumkinki minerallar aralashmasi sifatida temirning, alyuminiyning oksidli birikmalari va qisman temirning sulfidli minerallari tasvirlangan. Shuningdek, vanadiy piklari kislorod bilan birgalikda o'sishi uning

oksidli besh va uch valentli oksidlari bilan uch-rashini anglatadi. Kremniy miqdorining 18% va kislorodli birikma ko'rinishi shaklida uchrashi, ruda tarkibida kvars, glinazyom, magnetit va uglerodli birikmalar ko'rinishida minerallashuvidan darak beradi. Dastlabki o'rganishlar natijasida kam miqdorda sulfidlar oltingugurt ko'rinishida va uglerodning uchrashi keyingi rudalarni qayta ishlash vaqtida minerallarni dastlabki kuydirish jarayonlarini talab qilinishiga olib keladi, vaholanki mineral tarkibini to'liqroq o'rganish talab etiladi, sababi boshqa ruda namunalarda uglerod miqdori kamligini ko'rsatib turibdi [2].



3-rasm. Sijjak koni rudalaridan vanadiyni yarim mahsulot va qotishma ko'rinishida ajratib olishning tavsiya etiladigan texnologik sxemasi.

Sijjak konining nisbatan vanadiyga boy bo'lmagan rudalardan vanadiyni dastlabki ko'machlash orqali ruda tarkibidagi vanadiyni suvda oson eruvchan natriy vanadatga o'tkazish uchun natriy saqlagan bog'lovchilar ishtirokida kuydirish texno-

logiyasi tadqiqotlari o'tkazildi va jarayonning optimal parametrlari ishlab chiqildi. Natijada olingan natriy vanadatning ikki bosqichli eritish sxemasi tajriba sinovlari orqali yuqori vanadiyni eritish imkonini berishi aniqlandi. Sababi dastavval natriy vanadatning suvli tanlab eritishda erish darajasi pastligi, ammo qo'shimcha birikmalarni erimasligi hisobidan toza vanadiyli eritma olishga erishish mumkinligi aniqlangan bo'lsa, 2-bosqich sulfat kislotada vanadiyni qo'shimcha ravishda to'liq tanlab eritish hisobidan umumiy erish darajasini 95% gacha oshirish imkonini beruvchi Sijjak koni rudalaridan vanadiyni kombinatsiyalashgan pirometallurgik va gidrometallurgik texnologiyalarni qo'llagan holda yarimtayyor mahsulot olishning texnologik sxemasi ishlab chiqildi 3-rasmda tasvirlangan [3].

Bundan tashqari hozirgi vaqtda ishlatilgan vanadiyli katalizatorlardan vanadiy besh oksidini olish texnologiyasi ishlab chiqilgan. Ishlatilgan vanadiyli katalizatorlardan (IVK) vanadiy olish hamda V_2O_5 va uning hosilalarini (katalizatorlar, ferrovanadatlar v.b.) ishlab chiqarish uchun ikkilamchi xomashyoning eng yaxshi turlaridan biri hisoblanadi. Vanadiy manbasi sifatida IVKdan foydalanish zarurligiga yana bir sabab shuki, chiqindiga chiqarilgan ishlatilgan katalizatorlar vanadiyning yuqori darajada zaharli birikmalari bilan atrof-muhitning ifloslanishiga olib keladi. Har yili dunyo bo'yicha 35 ming tonna IVK hosil bo'ladi [4].

IVKni qayta ishlashning pirometallurgik usullari elektropechda keyinchalik kremniy-vanadiyli qotishmani eritish bilan oltingugurt gazini yo'qotish va foydalanishga tiklash uchun ularni kuydirishni va ishqorli metallar hamda kremniy oksidlaridan tozalash asnosida biriktiruvchi material olishni ko'zda tutadi. Boshqa usul bo'yicha IVKni kuydirish va oltingugurt gazini foydalanish uchun tiklash, so'ngra esa qoldiqlardan vanadiy kalsiyli konsentrat olishni, eritmalaridan esa o'g'it tayyorlashni ko'zda tutadi.

Gidrometallurgik usullar keyinchalik eritmalaridan vanadiyni ajratib olish bilan IVKdan vanadiyni tanlab eritishga asoslangan. Ukraina mutaxassislari tomonidan 200 g/l konsentratsiyali sulfat kislotada eritmasi bilan 105-110°C haroratda 2 soat davomida aralashtirishda IVKdan vanadiyni tanlab eritishni ko'zda tutuvchi texnologiya ishlab chiqil-

gan va sanoatga tatbiq etilgan. Silikatli eritmadan vanadiy ajratiladi, uch marta qaynoq suvda yuviladi va katalizatorning yangi porsiyasini tayyorlashga yuboriladi. Tanlab eritishdan so'ng olingan eritmaga vodorod peroksidi ishtirokida pH=8,5 gacha ammiakli eritma bilan ishlov beriladi, olingan

cho'kma ajratiladi, quritiladi, 4-6 soat davomida 450-600°C haroratda oksidlovchi atmosferada qiz-diriladi (toblanadi), so'ngra 1-5 soat davomida S:Q=8-20:1 nisbatda qaynagan suv bilan ishlov beriladi, quritiladi va qizdiriladi (toblanadi). Tayyor mahsulot 90% vanadiy pentaksididan iborat bo'ladi. Bunday texnologiya yetarlicha toza mahsulotlar olish imkonini bersada, u juda murakkabdir [5].

1-jadval

Vanadiyli katalizatorning boshlang'ich tarkibi, tayyor mahsulot va IVK tarkibi

Mahsulot nomi	Miqdori, %				
	V ₂ O ₅	K ₂ O	N ₂ O	SiO ₂	Summa
Vanadiy katalizator (dastlabki)	6,0-6,5	8-10	2,0-2,5	-	-
IVK	2-4,5	-	-	-	-
Vanadiy besh oksid V ₂ O ₅	96-97,5%	-	-	-	-
Ferrovaniy	36-42%	-	-	-	-
Shimoliy kon boshqarmasi sulfat kislotasi ishlab chiqarish zavodi ishlatilgan vanadiyli katalizatorlari	2,5-3,5	4-5,5	0,5-1	55-60	13-16

Natijalar. Bizga tarkibi ma'lum bo'lgan ishlatilgan vanadiy katalizatori mavjudligidan foydalanib, uni dastlab boshlang'ich granula holatida 45 g/l suyultirilgan sulfat kislotasi eritmasida magnitli aralashtirgichda 20-25°C haroratda, Q:S=1:3 nisbatda, kuchsiz kislotali muhitda 2-3 soat vaqt mobaynida tanlab eritildi.

2-jadval

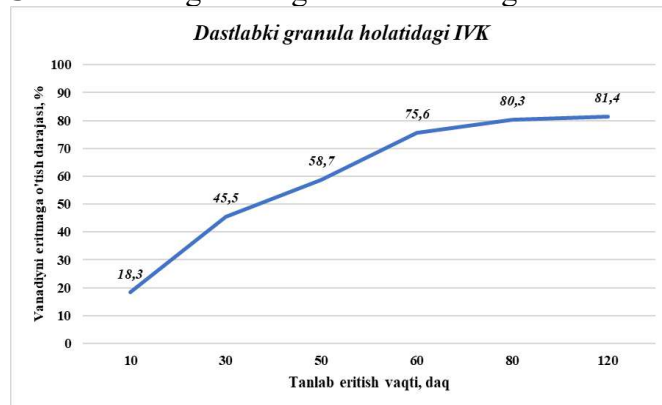
IVK dan vanadiyni sulfat kislotada tanlab eritish kinetikasi

($t=20-25^{\circ}\text{C}$, $n=450$ ayl/min, $Q:S=1:3$, $C(\text{H}_2\text{SO}_4)=45$ g/l)

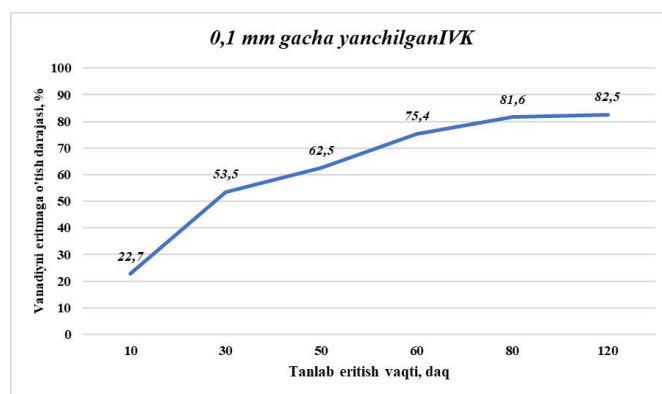
Tanlab eritish vaqti, daq	Dastlabki granula holatidagi IVK		0,1 mm gacha yanchilgan IVK	
	Cho'kmadagi V miqdori, %	Vanadiyni eritmaga o'tish darajasi E, %	Cho'kmadagi V miqdori, %	Vanadiyni eritmaga o'tish darajasi E, %
10	3,60	18,3	3,60	22,7
30	1,90	45,5	1,65	53,5
50	1,55	58,7	1,44	62,5
60	0,85	75,6	0,64	75,4
80	0,62	80,3	0,55	81,6
120	0,62	81,4	0,55	82,5

Tajriba turli vaqt oralig'ida amalga oshirildi va 2 soatda maksimal erish darajasiga erishildi.

Natijalar 2-jadvalda tasvirlangan va erish jarayoni ajralishining vaqtga bog'liqlik grafigi 4 va 5-raslarda egri chizig'i bilan izohlangan.



4-rasm. Dastlabki IVK eruvchanlik darajasining tanlab eritish vaqtiga bog'liqligi.



5-rasm. 0,1 mm gacha yanchilgan IVK eruvchanlik darajasining tanlab eritish vaqtiga bog'liqligi.

3-jadval

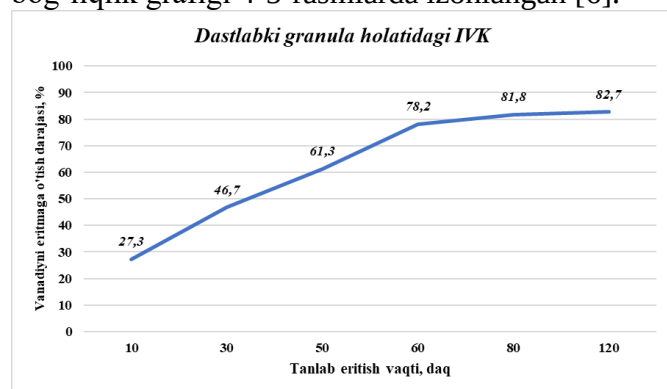
IVK dan vanadiyni sulfat kislotada tanlab eritish kinetikasi

($t=20-25^{\circ}\text{C}$, $n=450$ ayl/min, $Q:S=1:3$, $C(\text{H}_2\text{SO}_4)=50$ g/l)

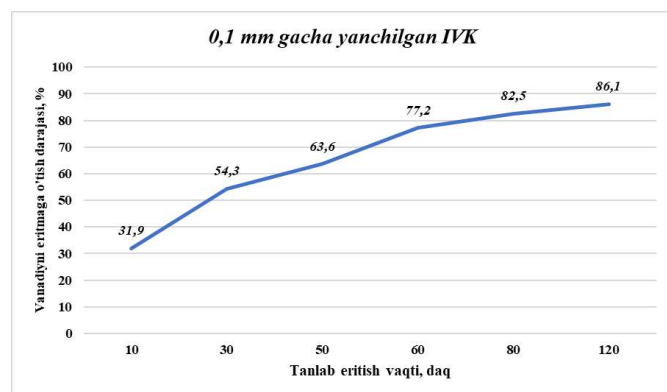
Tanlab eritish vaqti, daq	Dastlabki granula holatidagi IVK		0,1 mm gacha yanchilgan IVK	
	Cho'kmadagi V miqdori, %	Vanadiyni eritmaga o'tish darajasi E, %	Cho'kmadagi V miqdori, %	Vanadiyni eritmaga o'tish darajasi E, %
10	3,60	27,3	3,60	31,9
30	1,90	46,7	1,65	54,3
50	1,55	61,3	1,44	63,6
60	0,85	78,2	0,64	77,2
80	0,62	81,8	0,55	82,5
120	0,62	82,7	0,50	86,1

Tajriba ishini ishlatilgan vanadiy katalizatorini 0,1mm gacha yanchilgan holatda va erituvchi $H_2SO_4=50$ g/l konsentratsiyasida olib boramiz.

Ishlatilgan VKni 0,1mm o'lchamgacha yanchib H_2SO_4 ning 50g/l li konsentratsiyasidagi eritmasida magnitli aralashtirgichda 20-25°C haroratda, Q:S=1:3 nisbatda, kuchsiz kislotali muhitda 2-3 soat vaqt mobaynida tanlab eritildi. Tajriba turli vaqt oralig'ida amalga oshirildi va 2 soatda maksimal erish darajasiga erishildi. Natijalar 3-jadvalda tasvirlangan va erish jarayoni ajralishining vaqtga bog'liqlik grafigi 4-5-rasmlarda izohlangan [6].



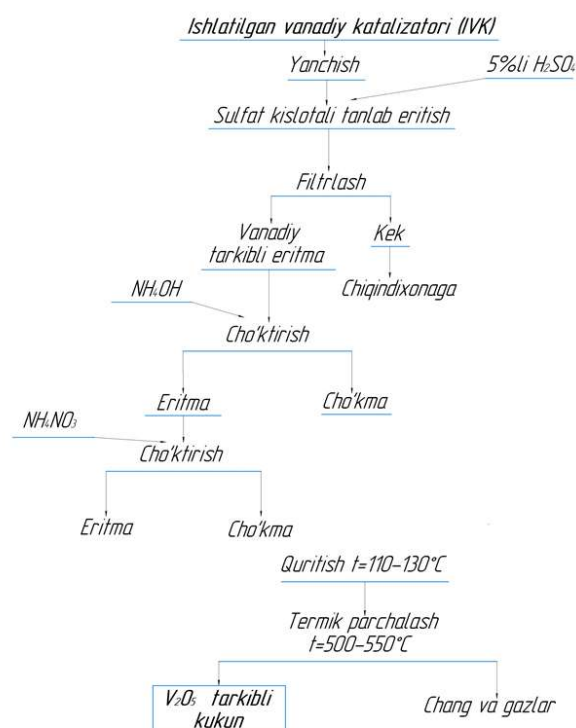
6-rasm. Dastlabki IVK eruvchanlik darajasining tanlab eritish vaqtiga bog'liqligi.



7-rasm. 0,1 mm gacha yanchilgan IVK eruvchanlik darajasining tanlab eritish vaqtiga bog'liqligi.

Ishlatilgan vanadiyli katalizatorni 0,1mm o'lchamgacha yanchib, H_2SO_4 ning 50g/l li konsentratsiyali eritmasida tanlab eritish natijasida vanadiyni eritmaga o'tish darajasi 6,1% gacha oshirildi va vanadiyni umumiy eritmaga o'tish darajasi 86,1% ga yetkazildi. Shundan so'ng hosil bo'lgan vakuum filtrlarda filtirlanib toza vanadiy tarkibli eritma ajratib olinadi. Ajratib olingan eritma am-

moniy gidroksidining 25%li suvli eritmasi bilan 20-25°C haroratda 3 soat mobaynida cho'ktirildi [7]. Hosil bo'lgan ammoniy vanadat cho'kmasi filtrlab ajratib olindi va 105-110°C haroratda 1 soat mobaynida quritildi. So'ngra 500-550°C haroratda 1,5 soat mobaynida tajriba mufel pechida toblandi va tajriba so'ngida V_2O_5 ning toza kukuni ajratib quyidagi texnologik sxema orqali ajratib olindi (8-rasm).



8-rasm. Ishlatilgan vanadiy katalizatorlaridan vanadiy besh oksidini ajratib olish texnologik sxemasi.

Markaziy Qizilqumning qora slanes rudalari- ning asosiy tadqiq qilingan konlari asosan Auminzatorov tog'larida joylashgan. V_2O_5 miqdori 0,5 dan 2,8% gacha, ba'zi namunalarda V_2O_5 miqdori 9% ga yetadi. V_2O_5 ning o'rtacha miqdori balansli ma'danlarda 1,12%, balansdan tashqari ma'danlarda esa 0,8% ni tashkil qiladi. Tog' jinslarning tarkibi va tabiatiga ko'ra rudalar aralash silikatli va alyuminosilikatli turlariga kiradi. Ma'dan mineral komponentlarining asosiy tarkibi oksidlardan iborat.

Vanadiyning ko'p qismi vanadatlar - roskoelit (murakkab tarkibli mineral), folbortit va korvusit bilan bog'langan holda uchraydi. Vanadiyning kam- roq qismi esa uranavanadatlar tarkibida bo'ladi [8].

Ma'dani koni murakkab tarkibli qora slanes rudalari tarkibida vanadiyning miqdori 9000-13000 g/t V_2O_5 ekanligi aniqlangan. Quyidagi 4-jadvalda Ma'dani koni qora slanes ma'danlarining mineralogik tarkibi keltirilgan.

Tadqiqotlar o'tkazish maqsadida Ma'dani koni qora slanes ma'danlaridan tahlil uchun namunalar olib kelindi. Quyidagi 4-jadvalda namunalarning kimyoviy tahlil natijalari keltirilgan.

siga nisbatan 3% miqdorida texnik soda qo'shildi hamda shixta tayyorlandi. Shundan so'ng uni mufel pechga kuydirish uchun joylashtirildi. Kuydirish jarayoni 800°C haroratda 4 soat vaqt davomida olib borildi. Shundan so'ng olingan kuyindini Q:S=1:3 nisbatda 80°C haroratda suvda tanlab eritildi. Olingan natijalar 5-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

Ma'dani koni qora slanes ma'danlarining kimyoviy tahlil natijalari

Komponentlar	V (V_2O_5)	Al_2O_3	K_2O	CaO	MgO	MnO	Na_2O	SiO_2	Fe_2O_3	$S_{um.}$	S_s	C_{um}	$C_{org.}$
Miqdori, %	0,611 (1,09)	8,3	0,62	0,39	2,2	0,032	0,20	72,6	4,6	0,79	0,36	1,3	1,2

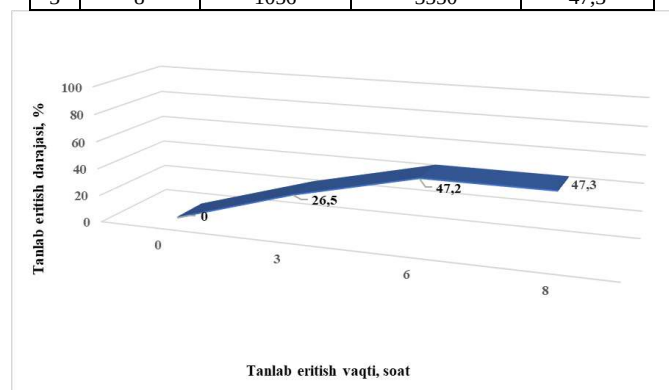
Vanadiy tarkibli qora slanesli ma'danni maydalashdan so'ng biz shixtani kuydirish jarayoniga tayyorlaymiz. Buning uchun vanadiyni suvda eriydigan ko'rinishga o'tkazish lozim. Biriktiruvchi qo'shimchalardan faqat Na_2CO_3 30kg/t ni tanlab olindi, chunki kalsinirlangan soda arzon va foydalanish uchun qulay [9].

5-jadval

Kuyindilarni suvli tanlab eritish kinetikasi natijalari

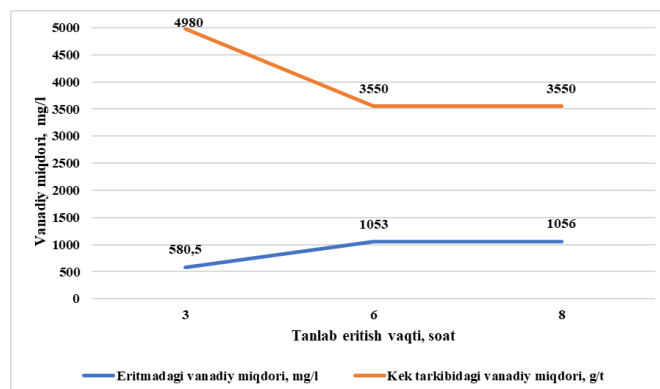
(Vanadiyning dastlabki miqdori 6700 g/t, $t=80^\circ C$, Q:S=1:3 Kuyindining massasi =100 g)

№ t/r	Tanlab eritish vaqti, soat	Eritma tarkibidagi V miqdori, mg/l	Kekning tarkibidagi V miqdori, g/t	Vanadiyni eritmaga o'tish darajasi E, %
1	3	580,5	4980	26,5
2	6	1053	3550	47,2
3	8	1056	3550	47,3



9-rasm. Qora slanes kuyindisini tanlab eritish vaqtining natriy vanadat eruvchanligi darajasiga bog'liqligi.

Texnik tarozilarda 100 g massali tanlangan ma'dan o'lchandi va ma'danning umumiy massa-



10-rasm. Suvda tanlab eritishda eritma va kek tarkibidagi vanadiy miqdorining tanlab eritish vaqtiga bog'liqlik grafigi

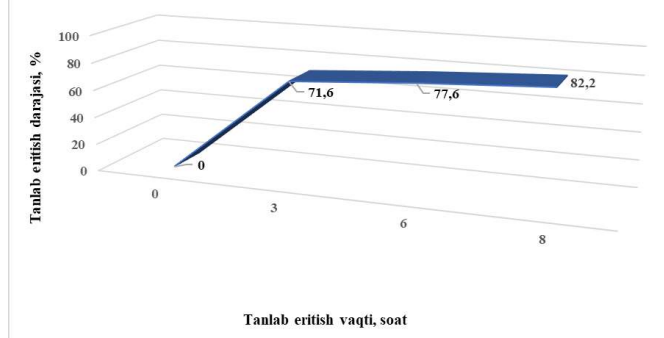
Tajriba vaqtning turli oraliqlarida olib borildi, erishning eng yuqori darajasiga 8 soat davomida erishildi. Natijada biz vanadiyni tanlab eritish darajasining suvli eritishga qaraganda 39,3% ga oshganini ko'rdik. Natijalar 5-jadvalda va 9-rasmdagi tanlab eritish jarayoni bog'liqligi grafigida berilgan [10].

Suvda tanlab eritish natijasida vanadiyning miqdori past bo'lganligi sababli tanlab eritishdan qolgan kek sulfat kislota eritmasida tanlab eritildi. Buning uchun 70 g/l konsentratsiyali sulfat kislota eritmasini tayyorladik va uni Q:S=1:3 o'zaro nisbatda, $t=80-90^\circ C$ haroratda 8 soat davomida tanlab eritildi. Olingan natijalar 6-jadvalda keltirilgan.

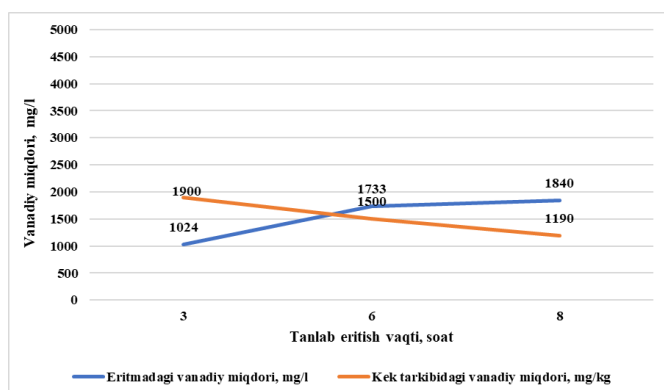
6-jadval

Sulfat kislotali tanlab eritish kinetikasi natijalari
 ($t=80-90^{\circ}\text{C}$, $n=600$ ayl/min, $Q:S=1:3$, $C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 70$ g/l)

№ t/r	Tanlab eritish vaqti, soat	Eritma tarkibidagi V miqdori, mg/l	Kekning tarkibidagi V miqdori, mg/kg	Vanadiyning eritmaga o'tish darajasi E, %
1	3	1024	1900	71,6
2	6	1733	1500	77,6
3	8	1840	1190	82,2



11-rasm. Qora slanes kuyindisini tanlab eritish vaqtining natriy vanadat eruvchanligi darajasiga bog'liqligi.



12-rasm. Sulfat kislotali tanlab eritishda eritma va kek tarkibidagi vanadiy miqdorining tanlab eritish vaqtiga bog'liqlik grafiki.

Xulosa. Sijjak koni vanadiy tarkibli ma'danlari kuydirish jarayonini tadqiq qilish har xil haroratlarda va 600-850°C harorat oraliqlarida, 4-5 soat vaqt oraliqlarida o'tkazildi. Kuydirish uchun maqbul harorat tartibi 700°C deb belgilandi,

vanadiyning bog'lovchi materiali uchun natriy karbonatning dastlabki materialning 5% li massasini qo'shish bilan 4 soat davomida o'tkazildi, kuyindi chiqishi 86,9% ni tashkil etdi. Kuydirish natijasida dastlabki shixta massasi kuyindi massasiga qaraganda kamaydi, qaysiki bu harorat tartibi bilan bog'liq bo'lgan uglerodli modda parchalanishini aniqlash yordamida tekshirildi.

Kuyindini suvli tanlab eritmaga o'tkazish jarayonini tadqiq qilish magnitli aralashtirgichda eritmani 80-90°C qizdirish bilan materiallarning $Q:S=1:3$ o'zaro nisbatida, 2 soat davomida amalga oshirildi, natijada vanadiyning eruvchanlik darajasi 53,5% ni tashkil etdi.

2 soat davomida $\text{H}_2\text{SO}_4=55$ g/l konsentratsiyali kuchsiz kislotali muhitda mahsulotlarning $Q:S=1:3$ o'zaro nisbatida, 45°C haroratda qizdirish bilan kuyindilarni sulfat kislotali tanlab eritishning maqbul ko'rsatkichlari aniqlandi. Natijada vanadiyning eruvchanlik 92,8% ga yetdi va texnologik sxemasi ishlab chiqildi.

Qora slanes ma'danlarini kuydirish natijasida olingan kuyindini suvli tanlab eritish jarayonini tadqiq qilish magnitli aralashtirgichda eritmani 80°C qizdirish bilan materiallarning $Q:S=1:3$ o'zaro nisbatida, 8 soat davomida amalga oshirildi, natijada vanadiyning eruvchanlik darajasi 47,3% ni tashkil etdi. Hosil bo'lgan kekni 8 soat davomida $\text{H}_2\text{SO}_4=70$ g/l konsentratsiyali kuchsiz kislotali muhitda mahsulotlarning $Q:S=1:3$ o'zaro nisbatida, 80-90°C haroratda qizdirish bilan magnitli aralashtirgichda kuyindilarni sulfat kislotali tanlab eritishning maqbul o'lchamlari aniqlandi. Natijada vanadiyning eruvchanlik darajasi 82,2% ga yetdi.

Bundan tashqari ishlatilgan vanadiy tarkibli katalizatorlarni yanchib 2 soat davomida $\text{H}_2\text{SO}_4=50$ g/l konsentratsiyali kuchsiz kislotali muhitda mahsulotlarning $Q:S=1:3$ o'zaro nisbatida, 45°C haroratda qizdirish bilan kuyindilarni sulfat kislotali tanlab eritishning maqbul ko'rsatkichlari aniqlandi. Natijada vanadiyning eruvchanlik 86,1% ga yetdi va texnologik sxemasi ishlab chiqildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. А.С. Хасанов, Б.Р. Вохидов, А.Р. Арипов, Ф.Ф. Мамараймов, Ш.Н. Туробов, Ж.Н. Нарзуллаев // Ўзбекистон шароитида ванадий ва палладий ажратиб олишнинг технологик жараёнларини тадқиқ қилиш // Композицион материаллар Ўзбекистон илмий-техникавий ва амалий журналы №1/2019

2. А.С. Хасанов, Б.Р. Вохидов, Г.Ф. Мамараимов // Техноген чиқиндилардан ванадий беш оксидини ажратиб олиш имкониятларини ўрганиш // Научно-технический журнал Ферпи 2020. Том 24. №3.
3. А.С. Хасанов, Б.Р. Вохидов, Г.Ф. Мамараимов // Разработка технология получения пентоксида ванадия из минерального техногенного сырья // Universum: технические науке Выпуск:3(72) март Москва 2020.
4. А.С. Хасанов, Б.Р. Вохидов, Г.Ф. Мамараимов // Техноген хомашёлардан ванадий ва палладийни ажратиб олишнинг технологияларини яратиш // Научно-технический журнал Ферпи 2021. Том 25. № 2.
5. Г.Ф. Мамараимов, Б.Р. Вохидов, М.Б. Очилова // Development of a technology for obtaining vanadium from local raw materials // Международной научно-практической онлайн конференции «Проблемы, перспективы и инновационный подход эффективной переработки минерального сырья и техногенных отходов». 27.05.2021.
6. Г.Ф. Мамараимов, Б.Р. Вохидов, У.У. Музаффаров // Инновационные подходы извлечения ванадия из техногенного сырья в условиях «НГМК» // Международная научная и научно-техническая конференция “Практические и инновационные научные исследования: актуальные проблемы, достижения и новшества (посвящены памяти профессора А.А. Юсупходжаева)” 6 декабря, 2021.
7. Б.Р. Вохидов, А.С. Хасанов, Г.Ф. Мамараимов // Mis sanoati texnogen chiqindilaridan qimmatbaho metallarni ajratib olish texnologiyasini tadqiq qilish // Научно-технический журнал Ферпи 2022. Том 26. № 3.
8. А.С.Хасанов, Б.Р.Вохидов, Б.М. Немененок, Г.Ф.Мамараимов // Новые направления переработки техногенных отходов медной промышленности // Литье и металлургия (3), 2022 год.
9. Г.Ф.Мамараимов А.С.Хасанов, Б.Р.Вохидов // Извлечения ванадия из техногенных ресурсов // Universum: технические науке Выпуск:12(105) декабр Москва 2022.
10. А.С.Хасанов, Г.Ф.Мамараимов, Ф.И.Сайфуллаев // Разработка технологии извлечения ванадия из руд Сиджакского месторождения Узбекистана // Universum: технические науке Выпуск:12(117) декабр Москва 2023.

УДК: 622.23.05:531.1

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.22

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕСКОПРОЯВЛЕНИЯ НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ КЫЗИЛКУМСКОГО РЕГИОНА



**Курбонов Ойбек
Мухамматқулович**

Доцент (PhD), Докторант (DSc)
Навоийского государственного
горно-технологического
университета,
Навоий, Узбекистан
E-mail: oybek7001@mail.ru
ORCID ID: 0009-0000-7699-0520



**Атақуллов Лазизжон
Неъматович**

Профессор (DSc), Заведующий
кафедры «Горная
электромеханика» Навоийского
государственного горно-
технологического университета,
Навоий, Узбекистан
E-mail: Laziz218@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-3561-8850



**Сафарова Мафтуна
Давроновна**

Докторант (PhD) Навоийского
государственного горно-
технологического университета,
Навоий, Узбекистан

Аннотация. В статье представлен анализ технологических методов, направленных на исследование последствий пескопроявлений в скважинах на регионе Кызылкум. Рассмотрены основные причины пескопроявлений и их влияние на работу насосов, включая повреждение рабочих органов, снижение напорных характеристик и увеличение частоты ремонтов.

Ключевые слова: пескопроявление, насосное оборудование, интенсивность выноса песка из пласта, методы снижения пескопроявлений в скважинах, износ оборудования, оптимизация работы насосов.

QUM NAMOYON BO‘LISHINING QIZILQUM MINTAQASI SHAROITIDA NASOS USKUNALARINING ISH REJIMLARIGA TA’SIRINI O‘RGANISH

**Qurbonov Oybek
Muxammadqulovich**

Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti dotsenti
(PhD), doktoranti (DSc),
Navoiy, O‘zbekiston

**Ataqulov Lazizjon
Ne‘matovich**

Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti
“Konchilik elektromexanikasi”
kafedrası professori (DSc), mudiri,
Navoiy, O‘zbekiston

**Safarova Maftuna
Davronovna**

Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti
doktoranti (PhD),
Navoiy, O‘zbekiston

Annotatsiya. Maqolada Qizilqum mintaqasidagi quduqlarda qum namoyonlarining oqibatlarini o‘rganishga qaratilgan texnologik usullarning tahlili keltirilgan. Qum paydo bo‘lishining asosiy sabablari va ularning nasoslar ishiga ta’siri, jumladan ishchi organlarning shikastlanishi, bosim xususiyatlarining pasayishi va ta’mirlash chastotasining oshishi ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar. qum namoyon bo‘lishi, nasos uskunalari, qatlamdan qumni olib chiqish jadalligi, skvajinalarda qum namoyon bo‘lishini kamaytirish usullari, uskunalarning eskirishi, nasoslar ishini optimallashtirish.

STUDY OF THE INFLUENCE OF SAND MANIFESTATION ON THE OPERATING MODES OF PUMPING EQUIPMENT IN THE CONDITIONS OF THE KYZYLKUM REGION

**Qurbonov Oybek
Muxammatkulovich**

Associate Professor (PhD),
Doctoral Student (DSc) of Navoi
State Mining and Technological
University, Navoi, Uzbekistan

**Atakulov Lazizjon
Ne'matovich**

Professor (DSc), Head of the
Department of "Mining
Electromechanics" of the Navoi
State Mining and Technological
University, Navoi, Uzbekistan

**Safarova Maftuna
Davronovna**

Doctoral student (PhD) of Navoi
State Mining and Technological
University, Navoi, Uzbekistan

Abstract. The article presents an analysis of technological methods aimed at studying the consequences of sand manifestations in wells in the Kyzylkum region. The main causes of sand manifestations and their impact on pump operation, including damage to working parts, decrease in pressure characteristics, and increase in repair frequency, are considered.

Keywords: sand manifestation, pumping equipment, sand removal intensity from the reservoir, methods for reducing sand manifestations in wells, equipment wear, pump operation optimization.

Введение. Пескопроявления являются одной из основных проблем при эксплуатационных скважин, так как оно приводит к ускоренному износу насосного оборудования, снижению производительности и увеличению эксплуатационных затрат.

Анализ научных работ, связанных с исследованием и разработкой техники и технологии разработки в условиях скважин с неустойчивыми породами, позволяет классифицировать причины разрушения скважины и выноса песка на три основные группы, исходя из условий возникновения: геологические (особенности залегания пласта-скважина, литология), технологические (условия вскрытия пластов и эксплуатации скважин) и технические (конструкция забоя).

Материалы и Методы. Для дальнейшей оценки степени влияния осложнений нами произведено систематизация причины и последствия песка, как основного фактора в условиях разработки ураносодержащих руд Кызылкумского региона, которая отражена на рис.1.

На завершающей стадии эксплуатации месторождений вопрос о выборе рационального технологического решения напрямую зависит от экономических показателей. В условиях пескопроявления критерий экономической целесообразности технологий должен учитывать всю гамму последствий применяемых

решений.

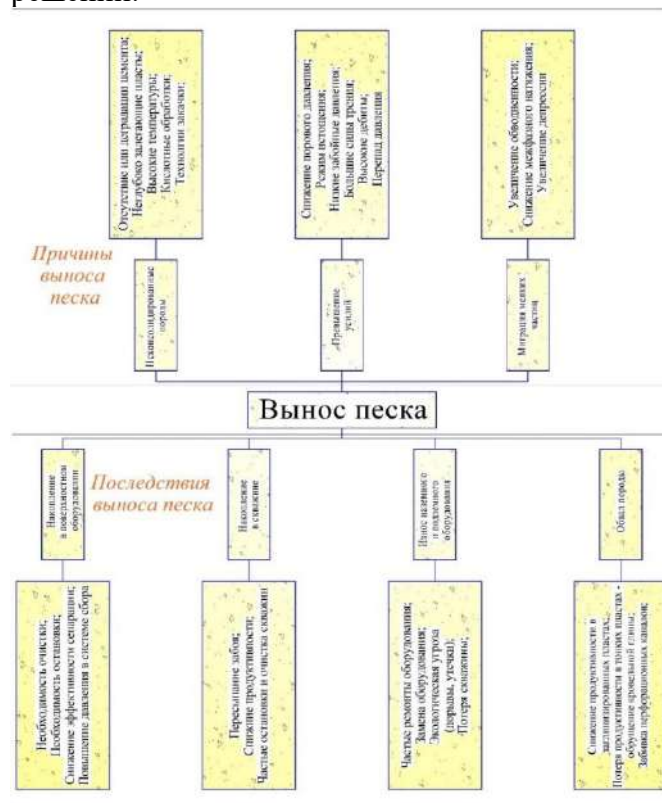


Рис.1. Принципиальная схема причины и последствия выноса песка.

Анализируя данные приведённые в научных источниках и статьях и опыта эксплуатации основной части скважин Кызылкумского региона, по влиянию механических примесей на работу насосной установки, можно сделать

вывод что, на геотехнологических скважинах работа осложнена большим выносом механических примесей, что составляет около 74% от общего объема осложнений (рис.2). Это скважины с содержанием песка в продуктивных растворах более 100 мг/л.



Рис.2. Распределение осложнённости скважин с установками электроцентробежных насосов на рудниках ПВ.

При этом в общем числе механических примесей определение доли частиц сыграет важную роль. Анализируя приведённых данных исследований авторов по дифракционному анализу механических примесей, по методике Бондаренко В. А. можно определить распределение их по классам частиц, которое представлено на рис.3.



Рис.3. Распределение механических примесей по классам частиц по пробам продуктивных растворов по результатам дифракционного анализа.

По данным автора Бондаренко В.А. по изучение микрофотографий механических примесей, полученных при разборке насосных установок и их гранулометрические исследованиями установлено, что размеры основной части их составляют от 0,11 до 0,19 мм (53%), около 30% достигают в размерах 0,20 мм и

более, а в 17% случаев размеры частиц не достигают и 0,1 мм.

На работу погружного электро центробежного насосного установки (ПЭЦНУ) влияет достаточно большое количество факторов: начиная от процессов, которые проходят в самом пласте до конструкции скважины.

Давление песка в затрубном пространстве можно представить, как разницу давлений на приёме погружного насоса и столба пластовой жидкости над приёмом насоса. Поэтому, значение давления на приёме погружного насоса играет особую актуальность. На практике при эксплуатации скважин, оборудованных ПЭЦНУ, величина давления на приёме ПЭЦНУ всегда меньше величины давления насыщения, что заранее предопределяет работу погружного насоса с определённым количеством песка.

К основным параметрам, влияющим на работу ПЭЦНУ при повышенном песковом и газовом факторе следует также отнести объёмную долю песка и газа, определяющую структуру потока песко-газожидкостной смеси (ПГЖС) и размеры песка и пузырьков; давление (чем давление выше, тем меньше разность плотностей продуктивного раствора, песка, газа и жидкости); поверхностное натяжение (его увеличение препятствует образованию больших пузырей, поэтому на воде ПЭЦНУ с песком и газом работает хуже).

Величина песко-газосодержания у входа в насос представляет собой отношение расхода песка и газа к подаче смеси:

$$ПГ = \frac{Q_{пг}}{Q_{пг} + Q_{жс}}$$

где $Q_{пг}$ - расход песка и свободного газа, поступающего в насос, м³/сут;

$Q_{жс}$ - подача жидкости насосом в тех же условиях, м³/сут;

Поскольку пескоотделение и разгазирование возникает при $P_1 = P_{нас}$, что соответствует режиму неустойчивой работы насоса, число устойчивости при этом определяется по формуле:

$$P_1 = \sigma \Delta \rho + P_{нас}$$

где $\Delta \rho$ - скоростной напор первой ступени (перепад давления после и до первой ступени насоса).

Уравнение при соответствующих коэффициентах безопасности характеризует условие устойчивой работы ПЭЦНУ при пескоотделении и разгазировании. Тогда при работе с давлением на приеме выше давления насыщения растворенный газ будет выделяться только выше насоса.

На рис.4. представлены общие установленные зависимости коэффициентов напора (K_H), К.П.Д (K_η) и мощности (K_N) в функции величины песко-газосодержания.

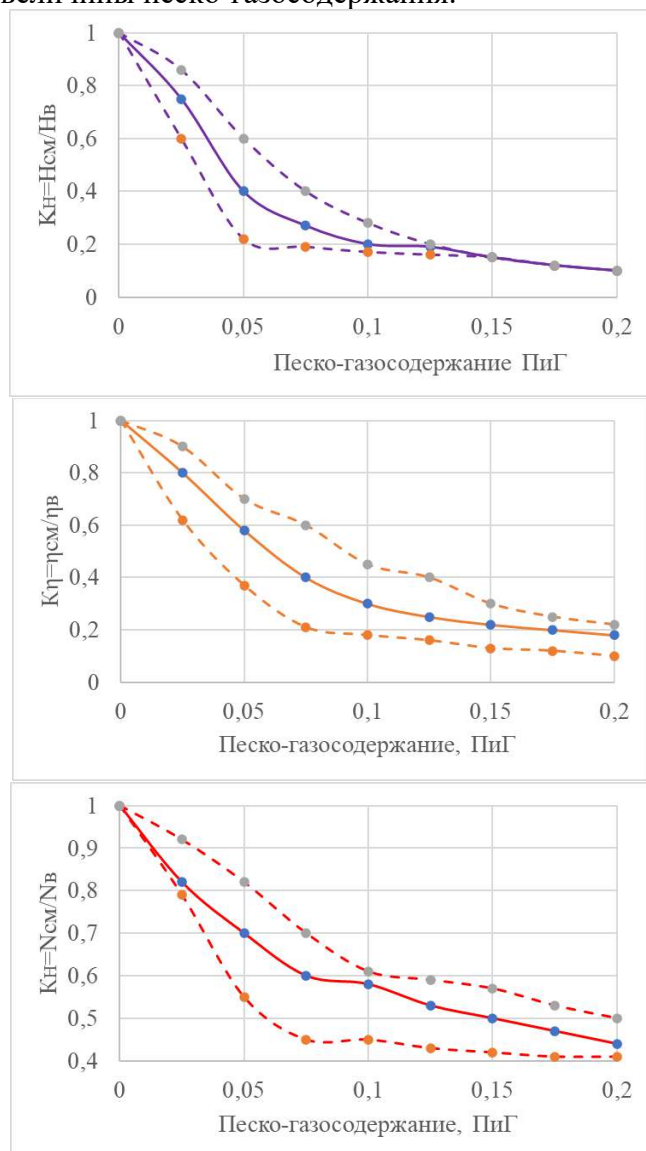


Рис.4. Общие зависимости значений K_H (а), K_η (б) и K_N (в) от функции песко-газосодержания.

Таким образом, из вышесказанных можно сделать вывод о том, что не решена в полной мере задача рациональной работоспособности ПЭЦНУ в скважинах с высоким пескопрояв-

лением и газовым фактором, так как экспериментальные исследования проводились в области малых песко-газосодержаний (0,01-0,1); предложенные методы применимы только для погружных ПЭЦНУ, работающих с числом оборотов в минуту 2800-2900.

Результаты обсуждения. При вопросе идентификации рассмотрим взаимодействие закачной скважины и откачной скважины в котором составе откачиваемого раствора имеющий газо-твёрдые частицы. В закачной скважине основной переменной, определяющей ее работу, является уровень вышеелачивающего раствора. В откачной скважине определяющей технологической переменной является перепад напора, создаваемым погружным насосом.

Закачная скважина (рис.5а) предназначена для закачки в продуктивные пласты (1) вышеелачивающих растворов через фильтр (2), способные растворят содержащие уран минералы, которые используются для поддержания пластового давления и регулирования темпов отбора полезных ископаемых. Основной технологической переменной процесса, которая позволила бы решить часть задач по качественному управлению ПВ, является непрерывный контроль динамического уровня в закачных скважинах осуществляемые с помощью гидро-статического уровнемера (3). В устье скважины монтируется электроклапан (5) для регулирования расхода и расходомер (4) для непрерывного измерения расхода вышеелачивающего раствора. Обработка измеренных параметров и управление электроклапаном осуществляются вычислительным устройством или контроллером (6).

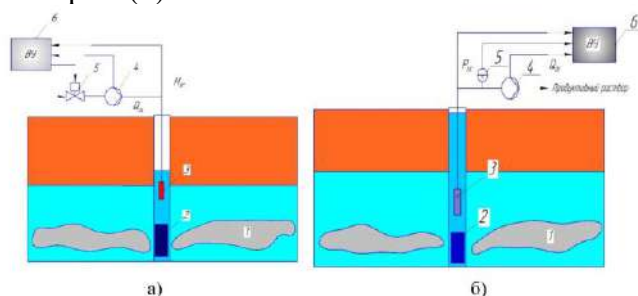


Рис.5. Функциональная схема контроля параметров закачных (а) и откачных скважин (б).

Для определения изменения расходно-на-

порных характеристик насосного оборудования при пекопроявлении в скважине используем формулу, которая является математической моделью изменения мощности насоса.

Полезная мощность насоса – это мощность, развиваемая насосом для передачи энергии жидкости, вышедшей через его напорный патрубок, без учета потерь энергии. Если насос подает Q , м³/с, жидкости с плотностью ρ , кг/м³, и сообщает ей напор H , м, то его секундная работа, или полезная мощность $N_{п}$, Вт, будет

$$N_{п} = \rho g Q H$$

где g – ускорение свободного падения. Приняв $g = 9,81$ м/с² и разделив правую часть уравнения на 1000, после сокращения получим формулу полезной мощности насоса в киловаттах, кВт:

$$N_{п,} = \frac{\rho Q H}{102}$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м³; Q – подача насоса, м³/с; H – полный напор насоса, м; число 102 в данной формуле является коэффициентом преобразования единиц измерения

(1 кВт= 1000Н×1м/с; 1Н= 0.10197кгс → 1000Н=101.97кгс≈ 102;

$$1 \text{ кВт} = 102 \text{ кгс} \times 1 \text{ м/с})$$

Потребляемая или эффективная мощность, $N_{в}$ кВт, (иногда называют мощностью на валу) $N_{в}$ больше полезной мощности на величину потерь мощности в самом насосе, которые характеризуются полным КПД насоса η .

$$N_{в} = \frac{\rho Q H}{102 \eta}$$

Полный **КПД** насоса η характеризует его экономичность и означает отношение полезной мощности насоса $N_{п}$ к эффективной $N_{в}$, т. е.

$$\eta = \frac{N_{п}}{N_{в}};$$

Значение η обычно приводится в заводском паспорте насоса. Полный КПД современных крупных центробежных насосов достигает 0,92, а мелких – до 0,5...0,6.

На рис.6 отражены полученные результаты исследований путём математических рас-

чётов с помощью вышеуказанных формул и зависимости изменения величины мощности от подачи насоса.

Исходя из результатов исследования и анализа зависимости изменение потребляемой мощности насосного оборудование на рудном залеже при содержание твёрдых частиц и от уровня раствора в закачных скважинах можно выбрать такой расход $Q_{зс}$ который обеспечивает максимум перепад на рудном залеже и уменьшение долю твёрдых частиц в его содержание.

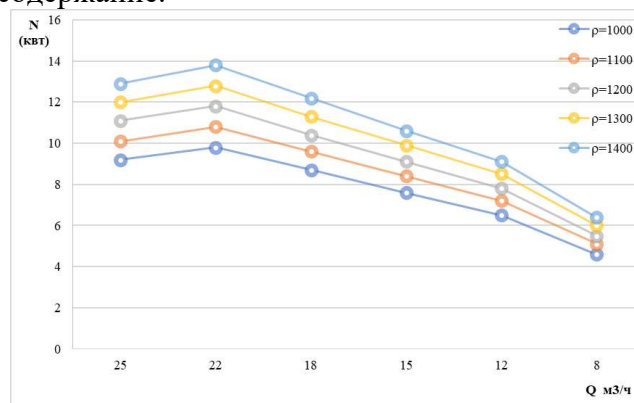


Рис.6. Зависимость изменение расходно-напорной характеристики скважинного насоса марки URN 6 25/14 от плотности жидкости.

Вывод. Подводя итог по уровневой системы управления режимом работы «скважина – рудная залежь - насосная скважина», реализуются по градиентам изменение потребляемой мощности насосного оборудования в рудном залежи и максимизации концентрации урана на откачной скважине, а алгоритмом анализа качества процесса подземного выщелачивания и принимаются решения по распределению нагрузок по выщелачивающим растворам и получению продуктивных растворов, применению нестационарных режимов работы откачных насосов, а также повышение эффективности процесса подземного выщелачивания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лобачев. П.В. «Насосы и насосные станции» М. строиздат.2000.

2. Быстрицкий Г. Ф. Энергосиловое оборудование промышленных предприятий: учебное пособие / Г. Ф. Быстрицкий. - 2-е издание., стер. - М. : Издательский центр «Академия», 2005. - 304 с.
3. M. Bogdevicius, J. Januteniene, R. Didziokas, S. Razmas, V. Skrickij, P. Bogdevicius. Investigation of the hydrodynamic processes of a centrifugal pump in a geothermal system. Transport. Lithuania. 2018. Volume 33 (1). – P. 223-230.
4. Atakulov L.N., Kurbonov O. M. Исследование по повышению работоспособности насосного оборудования // Journal of Advances in Engineering Technology. Vol.1(1). 2020/ - 21-24 p.p.
5. Makhmudov A., Kurbonov O. M., Safarova M. D. Research of the pressure characteristics of the centrifugal water drainage plant of the WCP 25-60G brand // Australian Journal of Science and Technology. – Australia, June 2020. – Vol. 4. – Issue 2. – pp. 279-282 (23. Scientific Journal Impact Factor. Импакт-фактор 5,99).
6. Махмудов А.М., Курбонов О.М. The method and arrangement to increase the efficiency and utilization of submersible pumping equipment // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2021. – №1. – С. 4-7 (05.00.00. №7).

УДК: 622.23.05:531.1

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.21

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН ОТКАЗОВ И РАСЧЁТ СКОРОСТИ ОБТЕКАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПОГРУЖНОГО НАСОСА



**Курбонов Ойбек
Мухамматкулович**

Доцент (PhD), Докторант (DSc)
Навоийского государственного
горно-технологического
университета,
Навоий, Узбекистан
E-mail: oybek7001@mail.ru
ORCID ID: 0009-0000-7699-0520



**Атакулов Лазизжон
Неъматович**

Профессор (DSc), Заведующий
кафедры «Горная
электромеханика» Навоийского
государственного горно-
технологического университета,
Навоий, Узбекистан
E-mail: Laziz218@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-3561-8850



**Сафарова Мафтун
Давроновна**

Докторант (PhD) Навоийского
государственного горно-
технологического университета,
Навоий, Узбекистан

Аннотация. В статье изучены распространенные причины выхода из строя погружных насосов. Исследовано влияние пластовой температуры на работу погружных насосов. Изучено негативные факторы появляющиеся, при повышении температуры электродвигателя погружного насоса. Исследовано влияние высокой температуры на материал погружного насоса. Изучено воздействие и способы установки охлаждающего кожуха для погружного насоса. Рассчитано скорость потока, проходящий около электродвигательной части погружного насоса. Определено оптимальный диаметр охлаждающего кожуха для погружного насоса.

Ключевые слова: погружные центробежные насосы, причины отказов, повышения температуры, пластовой жидкости, перегрев, охлаждение насоса, эффективности работы, охлаждающие кожухи, скорость обтекания двигателя насоса.

CHO'KMA NASOSLARDAGI NOSOZLIK LARNING ASOSIY SABABLARINI O'RGANISH VA DVIGATEL ATROFIDAGI OQIM TEZLIGINI HISOBLASH

**Qurbonov Oybek
Muxammatqulovich**

Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti dotsenti
(PhD), doktoranti (DSc),
Navoiy, O'zbekiston

**Ataqulov Lazizjon
Ne'matovich**

Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti
"Konchilik elektromexanikasi"
kafedrasi professori (DSc), mudiri,
Navoiy, O'zbekiston

**Safarova Maftuna
Davronovna**

Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti
doktoranti (PhD),
Navoiy, O'zbekiston

Annotatsiya. Maqolada cho'kma nasoslar ishdan chiqishining umumiy sabablari ko'rib chiqilgan. Skvazinadagi haroratining cho'kma nasoslar ishlashiga ta'siri o'rganilgan. Cho'kma nasos dvigatel harorati ko'tarilganda paydo bo'ladigan salbiy omillar o'rganilgan. Yuqori haroratning cho'kma nasos materialiga ta'siri o'rganilgan. Sovutish g'ilofini cho'kma nasoslarga o'rnatish usullari va uning ta'siri o'rganilgan. Cho'kma nasos dvigatel qismi atrofida o'tadigan oqim tezligi hisoblangan. Cho'kma nasos uchun sovutish g'ilofining optimal diametri aniqlangan.

Kalit so'zlar. markazdan qochma cho'kma nasoslar, nosozlik sabablari, haroratning oshishi, qatlam suyuqligi, haddan tashqari qizib ketish, nasosning sovishi, ish samaradorligi, sovutish g'iloft, nasos dvigateli atrofidagi oqim tezligi.

INVESTIGATION OF THE MAIN CAUSES OF FAILURES AND CALCULATION OF THE FLOW VELOCITY OF A SUBMERSIBLE PUMP MOTOR

**Qurbonov Oybek
Muxammatkulovich**

Associate Professor (PhD),
Doctoral Student (DSc) of Navoi
State Mining and Technological
University, Navoi, Uzbekistan

**Atakulov Lazizjon
Ne'matovich**

Professor (DSc), Head of the
Department of "Mining
Electromechanics" of the Navoi
State Mining and Technological
University, Navoi, Uzbekistan

**Safarova Maftuna
Davronovna**

Doctoral student (PhD) of Navoi
State Mining and Technological
University, Navoi, Uzbekistan

Abstract. The article studies common causes of submersible pumps failure. The influence of formation temperature on the operation of submersible pumps is studied. Negative factors appearing, at increase of temperature of electric motor of submersible pump are studied. The influence of high temperature on the material of submersible pump has been studied. The effect and methods of installation of cooling casing for submersible pump are studied. Calculated the flow velocity passing near the electric motor part of the submersible pump. Determined the optimum diameter of the cooling jacket for the submersible pump.

Keywords: submersible centrifugal pumps, causes of failures, temperature rise, formation fluid, overheating, pump cooling, efficiency of operation, cooling shrouds, flow velocity of the pump motor.

Введение. Центробежные насосы (рис. 1) являются наиболее широко используемыми в системах водоснабжения и водоотведения. Они характеризуются высокой производительностью, способностью развивать значительный напор и высоким коэффициентом полезного действия. Работа таких насосов основана на действии центробежной силы, возникающей при вращении рабочего колеса. Жидкость, поступающая в центральную часть колеса, под влиянием центробежных сил перемещается вдоль изогнутых лопаток к стенкам корпуса, откуда затем направляется через напорный канал в напорный патрубок. В центре колеса при этом создается зона пониженного давления (вакуум), благодаря чему жидкость, находящаяся под атмосферным давлением в водозаборном резервуаре, всасывается в насос [1].

В любом электрическом двигателе во время работы даже с самым высоким КПД часть подводимой электрической мощности идет на нагрев, чтобы двигатель не перегрелся и не

вышел из строя, его нужно охлаждать. Для этого у поверхностных электродвигателей на валу установлен вентилятор, который при включении двигателя в работу охлаждает его потоком воздуха. Двигатели для скважинных насосов имеют другую конструкцию, и у них нет вентилятора, но их во время эксплуатации тоже необходимо охлаждать. Что за вопрос, скажут некоторые, двигатель находится и работает в скважине, где температура воды колеблется от 8-14°C, и он будет охлаждаться этой водой [2,3].

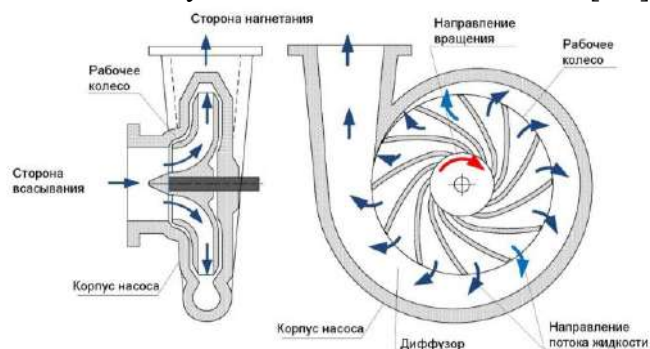


Рис.1. Принципиальная схема движения жидкости в центробежном насосе.

Анализ литературы и методы. Погружные центробежные насосы представляют собой отдельную конструктивную группу, отличающуюся от стандартных насосов с горизонтальным валом. Их вертикальное размещение в скважинах или колодцах обусловило особые конструктивные решения, касающиеся восприятия гидравлических нагрузок, расположения и смазки подшипников, а также формы, размеров и компоновки элементов насоса [4,5].

В процессе эксплуатации погружных насосов персонал, обслуживающий оборудование (включая инженерно-технических работников подразделений, цехов и управлений систем водоснабжения и водоотведения), должен чётко различать причины отказов оборудования, классифицируемые следующим образом:

1. Субъективные причины;
2. Технические причины;
3. Геологические причины.

Субъективные причины отказов — это отказы, обусловленные действиями персонала, нарушающими действующие инструкции и технологические регламенты на этапах подготовки, ввода скважины в режим (ВНР), эксплуатации, а также при выполнении сервисных работ. К данной группе относятся также дефекты, возникающие вследствие некачественного ремонта, сборки или обслуживания оборудования. Примерами таких причин являются: ошибки при подготовке скважины, нарушение технологии ВНР, неправильная эксплуатация погружного насоса (ПН), ошибки при подборе оборудования, отсутствие необходимого оснащения, повреждения кабельной линии, а также нарушения в процессе спуско-подъёмных операций [6, 7].

Технические причины отказов - связаны с внутренними дефектами или недостаточной надёжностью оборудования, проявляющимися при условии соблюдения всех нормативных требований и эксплуатационных инструкций со стороны обслуживающего персонала. К данной категории относятся: коррозионные повреждения элементов ПН, негерметичность моторного отсека, эксплуатация оборудования в искривлённых стволах скважин, производственные дефекты основного и вспомогательного оборудования, конструктивные недостатки по-

ружаемых узлов, а также нестабильное или некачественное электроснабжение.

Геологические причины отказов — обусловлены природными характеристиками коллектора, составом пластового флюида, а также конструктивными и геомеханическими особенностями конкретной скважины. Для месторождений Кызылкумского региона характерны следующие геологические факторы отказов: слабый или отсутствующий приток из пласта, засорение фильтрационной части механическими примесями, интенсивное солеотложение, воздействие агрессивных подземных газов, высокая температура пластовой среды, а также особенности конструкции ствола скважины.

Погружным насосам приходится работать в сложных условиях. Они постоянно находятся под воздействием воды, вибрации, высокой температуры, абразивных частиц и т.д. Но несмотря на то, что агрегаты изготавливаются с большим запасом прочности, в них со временем появляются различные неисправности.

Повышенная температура пластовой жидкости оказывает негативное воздействие на функционирование погружного насоса. Сам по себе факт высокой температуры указывает на поступление дополнительной энергии к элементам насосной установки, что, в свою очередь, способствует ускоренной диссоциации скважинной жидкости — распаду сложных химических соединений на отдельные компоненты и элементы.

Таблица 1.

Температурная классификация скважин по воздействию пластовой температуры на эксплуатационные характеристики ПН

Категория (шифр осложнения)	Характеристика температурного осложнения	Критерии отнесения скважины к категории
Т - 1	Невысокая температура	Пластовая температура менее 90 °С
Т - 2	Высокая температура	Пластовая температура от 90 до 120 °С
Т - 3	Очень высокая температура	Пластовая температура более 120 °С

В зависимости от температуры пластовой жидкости, скважины классифицируются на три категории, основанные на температурных показателях. Эти категории, отражающие степень влияния температуры на работу погружного

насоса, приведены в таблице 1 [5].

С увеличением температуры пластовой жидкости на 1 К наблюдается усиление процессов диссоциации, сопровождающееся снижением значения pH в среднем на 0,01 единицы. Подобное изменение кислотно-щелочного баланса приводит к росту агрессивности среды и, как следствие, к интенсификации коррозионных процессов, действующих на элементы насосного оборудования [7].

Результаты. По аналогии двигатели для скважин охлаждаются потоком перекачиваемой жидкости. Но для того, чтобы двигатель нормально охлаждался, вокруг него должна быть определенная скорость протока жидкости. Эту скорость можно обеспечить при помощи охлаждающих кожухов. Кроме того, очень часто скважинные насосы используются для подачи воды из емкостей, цистерн или открытых водоемов, где применение охлаждающих кожухов обязательно. Заводы производители скважинных насосов в технических характеристиках указывают минимально допустимую скорость жидкости для охлаждения корпуса двигателя. Некоторые производители указывают также максимальное время работы двигателя на закрытую задвижку.

Погружной электродвигатель, обладающий высокой рабочей температурой и не оснащенный защитным кожухом на входе, после отключения продолжает передавать тепло окружающей жидкости. Это приводит к локальному нагреву воды в зоне размещения двигателя, в результате чего происходит термическая конвекция: тёплая вода поднимается вверх, в то время как более холодная, насыщенная кислородом вода опускается вниз в сторону фильтра.

Существует высокая вероятность перегрева двигателя, особенно в условиях эксплуатации при повышенных пластовых температурах. Современные электротехнические материалы, применяемые в конструкции погружных электродвигателей, позволяют обеспечить надёжную работу при температурах до 120 °С, а в высокотемперостойком исполнении — до 150 °С.

Тем не менее, двигатель должен обладать термостойкостью, так как перегрев остаётся одной из ведущих причин преждевременных

отказов, составляя порядка 10 % от общего числа. Анализ эксплуатационных данных указывает, что основная доля отказов связана именно с перегревом, обусловленным недостаточной эффективностью охлаждения. Ключевыми факторами здесь являются высокая температура среды и ограниченный приток пластовой жидкости в зону размещения двигателя.

При перегреве двигателя снижается его КПД, что часто сопровождается перерасходом электроэнергии. Если двигатель насоса вышел из строя, его можно заменить на оригинальный или аналогичный от другого производителя.

В случае повреждения электроники управления двигателем двигатель необходимо разобрать, что во многих случаях может доставить много хлопот, ведь производители используют различные уловки, чтобы затруднить доступ внутрь насоса без применения специализированных инструментов.

Современные электродвигатели современной конструкции, изготовленные по современным технологиям, во время работы часто нагреваются сильнее, чем насосы предыдущего поколения. На практике температура поверхности некоторых современных электродвигателей может достигать 90 °С (194 °F). Однако перегрев двигателя в процессе эксплуатации может быть вызван рядом причин [8]. При повышении температуры ряд конструкционных и изоляционных материалов начинает обугливаться, в результате чего утрачивается их диэлектрическая прочность — они становятся проводниками тока. Ещё до наступления стадии обугливания, под воздействием длительного температурного воздействия материалы теряют механическую прочность, становятся хрупкими, склонными к разрушению, и утрачивают свои изолирующие свойства. Указанное явление известно как тепловое старение.

В конструкции погружных насосов водозаборный узел, как правило, располагается выше электродвигателя. Такое конструктивное решение способствует повышению производительности установки, однако в ряде эксплуатационных условий оно может способствовать перегреву электродвигателя из-за недостаточного охлаждения.

Увеличение производительности насоса

может быть достигнуто путём повышения скорости вращения ротора. Однако частотные ограничения стандартной электросети (50 Гц) лимитируют максимально допустимую скорость вращения электродвигателя на уровне 3000 об/мин, что накладывает ограничения на рост производительности без изменения конструкции или применения частотно-регулируемых приводов.

Сегодняшней день от фирмы Grundfos предлагается типа охлаждающие кожухи для скважинных насосов и электродвигателей с вертикальным и горизонтальным монтажом и подключением как прямым, так и по схеме «звезда-треугольник».

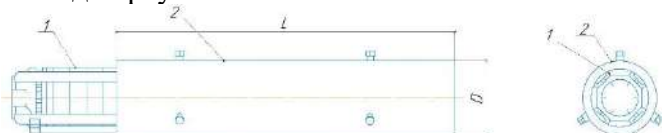


Рис.2. Схема охлаждающего кожуха насосного агрегата, размещаемого в скважине:

1-погружной насос; 2- охлаждающий кожух.

Применение охлаждающего кожуха на всасывающем участке погружного электродвигателя позволяет значительно снизить его рабочую температуру. При остановке агрегата кожух продолжает выполнять функцию теплоотвода, поглощая остаточное тепло от двигателя, тем самым предотвращая развитие термического эффекта в окружающей жидкости. Это способствует снижению интенсивности образования минеральных отложений на внутренних поверхностях скважины и, как следствие, увеличивает интервалы между обслуживанием и очисткой от минеральной корки.

Особое внимание следует уделить риску локального перегрева, особенно в случаях горизонтального размещения насосного оборудования, а также при плотной компоновке нескольких агрегатов. В подобных условиях использование охлаждающего кожуха на всасывании является необходимой мерой для обеспечения надёжности и термической устойчивости работы насосной установки.

Примеры вариантов установки охлаждающих рубашек - кожухов на погружные

насосы, установленные в открытых водоемах, цистернах, емкостях, в местах, колодцах и скважинах с вышерасположенными входными отверстиями, в местах, где охлаждение электродвигателя погружного насоса обеспечивается только свободной конвекцией.

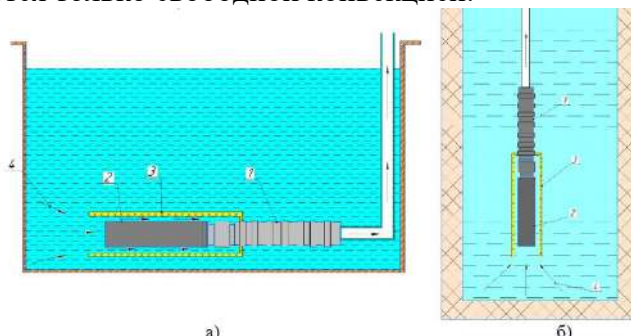


Рис.3. Примеры установки охлаждающего кожуха при:

а) Горизонтальная установка насоса; б) Вертикальная установка насоса. 1- насосная часть ПН; 2- двигательная часть ПН; 3-охлаждающий кожух; 4- направление жидкости.

Обсуждение. Если скорость обтекания двигателя насоса меньше, чем указано в технических характеристиках на оборудования, то применение охлаждающих кожухов обязательно [9,10].

Для расчета скорости охлаждения используйте формулу:

$$v \approx \frac{353 \cdot Q}{D^2 - d^2} \text{ [м/с]}$$

Q (м³/ч) – расход (для расчета требуется минимальная производительность насоса);

D (мм) – условный диаметр скважины;

d (мм) – условный диаметр электродвигателя.

Таблица 2.

Определение оптимального диаметра кожуха для погружного насоса

Расход Q, м³/ч	Диаметр скважины D _{ск} , мм	Диаметр двигателя насоса D _{дв} , мм	Предлагаемая диаметр охлаждающего кожуха, мм	Скорость проточного охлаждения двигателя, м/с
8	159	93	113	0,6
			123	0,43
			133	0,31
			143	0,23
			145	0,19
25	195	145	165	1,42
			170	1,12
			175	0,91
			180	0,77
			185	0,66
			190	0,51

При проведение математических расчётах нами были выбраны 2 типа скважин (диаметр скважин $D_{ск} = 159$ мм и $D_{ск} = 195$ мм), 2 типа погружных насосов (USK408/42 диаметр двигателя насоса $D_{дв} = 93$ мм и URN 6 25/14 диаметр двигателя насоса $D_{дв} = 145$ мм). Так как они являются наиболее широко используемыми видами оборудования в отечественной промышленности.

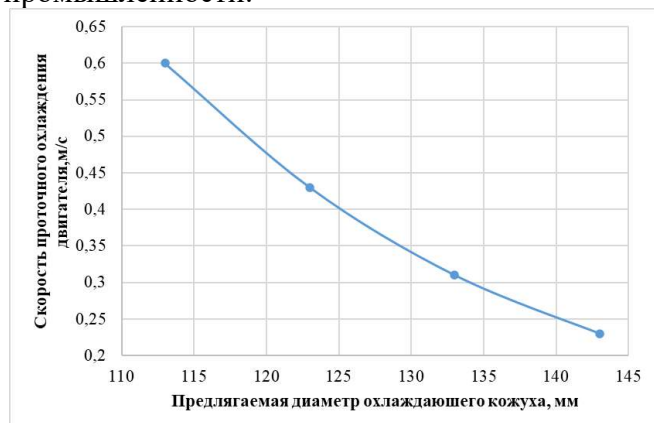


Рис.4. Зависимость изменение скорости проточного охлаждения от внутреннего диаметра охлаждающего кожуха. (диаметр скважине $D_{ск} = 159$ мм, диаметр двигателя насоса $D_{дв} = 93$ мм).

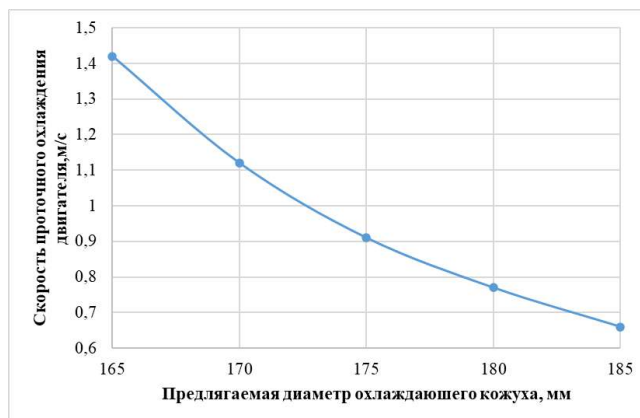


Рис.5. Зависимость изменение скорости проточного охлаждения от внутреннего диаметра охлаждающего кожуха. (диаметр скважине $D_{ск} = 185$ мм, диаметр двигателя насоса $D_{дв} = 145$ мм).

Вывод. Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что скорость потока, проходящего через электродвигатель, должна находится в диапазоне от 0,15 до 3 м/с для обеспечения оптимальных условий работы насоса. Если скорость обтекания двигателя погружного насоса меньше, чем указано в технических характеристиках оборудования, то применение охлаждающих кожухов обязательно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Установки погружных центробежных насосов для добычи нефти: Международный транслятор. /Под ред. В.Ю.Алекперова, В.Я. Керженбаума, «Нефть и газ», 1999 г. - 611; ил., стр.293-299.
2. Лобачев. П.В. «Насосы и насосные станции» М. строиздат.2000.
3. Кожевников Н. Н. Экономика в энергетике: учебное пособие / под редакцией Н. Н. Кожевникова. - М.: Издательский центр «Академия», 2003. 384 с.
4. M. Bogdevicius, J. Januteniene, R. Didziokas, S. Razmas, V. Skrickij, P. Bogdevicius. Investigation of the hydrodynamic processes of a centrifugal pump in a geothermal system. Transport. Lithuania. 2018. Volume 33 (1). – P. 223-230.
5. Atakulov L.N., Kurbonov O. M. Исследование по повышению работоспособности насосного оборудования // Journal of Advances in Engineering Technology. Vol.1(1). 2020/ - 21-24 p.p.
6. Makhmudov A., Kurbonov O. M., Safarova M. D. Research of the pressure characteristics of the centrifugal water drainage plant of the WCP 25-60G brand // Australian Journal of Science and Technology. – Australia, June 2020. – Vol. 4. – Issue 2. – pp. 279-282 (23. Scientific Journal Impact Factor. Импакт-фактор 5,99).
7. Махмудов А.М., Курбонов О.М. The method and arrangement to increase the efficiency and utilization of submersible pumping equipment // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2021. – №1. – С. 4-7 (05.00.00. №7).

8. Kurbonov O.M. Method and Device for Improving the Utilization and Operating Efficiency of Submersible Pumping Equipment // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. – India, March 2021. – No. 3. – Vol. 9. – pp. 211-216.
9. Атакулов Л.Н., Курбонов О.М. Исследование режимных параметров насосных установок с целью снижения энергетических затрат в условиях эксплуатации // «Горный вестник Узбекистана». Научно-технический и производственный журнал Выпуск № 3. Навоий, 2023 г, 79-82 ст.
10. Atakulov L.N., Kurbonov O. M. Theoretical basis for improving the efficiency of pumping units operation at in-situ leaching mines // Konchilik mashinalari va texnologiyalari. ilmiy-texnik jurnali. ISSN: 2181-3442. №2, Toshkent, 2023, 14-23 var.

UO‘K: 662.7

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.33

MISHYAK SAQLAGAN QIYIN ERITILADIGAN OLTIN RUDALARIGA DASTLABKI ISHLOV BERISH JARAYONINING NAZARIY ASOSLARI



Aripov Avaz Rozikovich

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, (PhD), Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O'zbekiston
E-mail: avaz.aripov.82@bk.ru
ORCID ID: 0000-0002-0428-507X



Sayfullayev Farruxjon Ibodovich

Assistant, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O'zbekiston
E-mail: farruxsayfullayev96@mail.ru
ORCID ID: 0009-0005-0641-1956



Qurbonov Mehrob Nuriddinovich

Assistant, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O'zbekiston
E-mail: mehrobqurbonov99@gmail.com
ORCID ID: 0009-0000-4897-9455



Xalilova Shaxnoza Isroilovna

Assistant, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O'zbekiston
E-mail: shaxnozkhilova@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada oltin tarkibli arsenidli rudalarning qiyin qayta ishlanish muammosi tavsiflangan. Ushbu maqolada mishyak tarkibli oltin ma'danlariga dastlabki ishlov berish texnologiyasining asosiy tamoyili, xususiyatlari va qo'llanilishi keltirilgan. Qiyin qayta ishlanadigan rudalarga dastlabki ishlov berish uchun bir necha xil jarayon variantlari ko'rib chiqilgan. Bu variantlarga quyidagilar kiradi: kuydirish orqali oksidlash; ho'l kimyoviy ishlov berish; bakterial oksidlash; shuningdek, vakuumda mishyakni yo'qotish, uchuvchan eritish, elektrokimyoviy oksidlash kabi boshqa dastlabki ishlov berish usullari. Kelajakda bu sohadagi rivojlanish tendensiyalari ham taxmin qilingan.

Kalit so'zlar: mishyakli oltin rudasi, dastlabki qayta ishlash jarayoni, qiyin ajratiladigan oltin rudasi.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ УПОРНЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД, СОДЕРЖАЩИХ МЫШЬЯК

Арипов Аваз Розикович

Доктор философии по техническим наукам (PhD),
Навоийский государственный
горно-технологический
университет, Навои, Узбекистан

**Сайфуллаев
Фаррухджон Ибодович**

Ассистент, Навоийский
государственный горно-
технологический университет,
Навои, Узбекистан

**Курбанов Мехроб
Нуриддинович**

Ассистент, Навоийский
государственный горно-
технологический университет,
Навои, Узбекистан

**Халилова Шахноза
Исроиловна**

Ассистент, Навоийский
государственный горно-
технологический университет,
Навои, Узбекистан

Аннотация. В статье описана проблема трудной переработки золотосодержащих мышьяковистых руд. Представлены основные принципы, особенности и применение технологии первичной обработки золотых руд, содержащих мышьяк. Рассмотрено несколько различных вариантов процесса предварительной обработки трудноперерабатываемых руд. К этим вариантам относятся: окислительный обжиг; гидрометаллургическая обработка; бактериальное окисление; а также другие методы предварительной обработки, такие как вакуумная возгонка мышьяка, возгонка с последующим растворением и электрохимическое окисление. Также прогнозируются тенденции развития в этой области в будущем.

Ключевые слова: мышьяковистая золотая руда, процесс предварительной переработки, трудноизвлекаемая золотая руда.

THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE PRELIMINARY PROCESSING OF REFRACTORY ARSENIC-BEARING GOLD ORES

Aripov Avaz Rozikovich

Doctor of Philosophy in Technical
Sciences (PhD), Navoi State
University of Mining and
Technology, Navoi, Uzbekistan

**Sayfullaev Farrukhjon
Ibodovich**

Assistant, Navoi State University of
Mining and Technology, Navoi,
Uzbekistan

**Qurbonov Mehrob
Nuriddinovich**

Assistant, Navoi State University of
Mining and Technology, Navoi,
Uzbekistan

**Khalilova Shakhnoza
Isroilovna**

Assistant, Navoi State University of
Mining and Technology, Navoi,
Uzbekistan

Abstract. The article addresses the challenge of processing gold-bearing arsenic ores. It presents the main principles, characteristics, and application of the technology for primary processing of gold ores containing arsenic. Several different options for the preliminary processing of difficult-to-treat ores are examined. These options include: oxidative roasting, hydrometallurgical treatment, bacterial oxidation, as well as other preliminary processing methods such as vacuum sublimation of arsenic, sublimation followed by dissolution, and electrochemical oxidation. The article also forecasts future development trends in this field.

Keywords: arsenical gold ore, preliminary processing, refractory gold ore.

Kirish. Oltin rudalari, agar ulardan oltin an'anaviy sianlash jarayoni orqali 80% dan kam ajratib olinsa, qiyin eriydigan hisoblanadi. Tarkibida mishyak bo'lgan qiyin eriydigan oltin rudalarini qayta ishlash nihoyatda murakkab. Bu rudalarda oltin mishyak mineral matritsasida mikroskopik yoki submikroskopik panjarada joylashgan bo'ladi [1]. An'anaviy sianlash jarayoni qo'llanilganda, oltinning eritmaga o'tish tezligi juda past bo'ladi. Chunki bunday rudalarda oltin juda mayda zarrachalar shaklida mishyak bilan o'ralgan bo'lib, tanlab eritish reagentlari ularga ta'sir qila olmaydi.

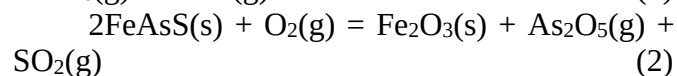
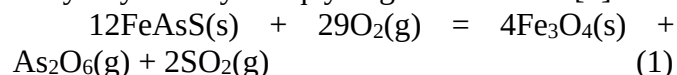
Mishyak saqlovchi rudalar oltin zarrachalari darajasida yanchilishi yoki parchalanishi kerak, shunda oltin to'liq ochiladi va keyin uni tegishli tanlab eritish vositasi yordamida ajratib olish mumkin. Yanchish jarayoni yoki oltinni tanlab eritishdan oldin parchalash jarayoni dastlabki ishlov berish deb ataladi. Bu qiyin eriydigan oltin rudalari uchun qo'llaniladi [2].

Statistika shuni ko'rsatadiki, dunyodagi oltin zaxiralarining qariyb 2/3 qismi qiyin qayta ishladigan rudalar hisoblanadi va jahon oltin ishlab chiqarishining taxminan 1/3 qismi qiyin eriydigan oltin rudalaridan olinadi. Bu nisbat kelajakda yanada oshishi kutilmoqda. Shu sababli, tarkibida mishyak bo'lgan qiyin eriydigan oltinga dastlabki ishlov berish nihoyatda muhim ahamiyat kasb etadi.

So'nggi yillarda tadqiqotlar asosan qiyin eriydigan oltinni oson ishqorlash usullari, oltinni ochish uchun mishyakni yo'qotish, tarkibini o'zgartirish, ruda-ning fizik-kimyoviy va elektrokimyoviy xususiyatlarini o'zgartirish haqida olib borilmoqda.

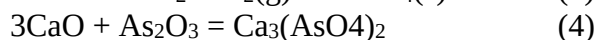
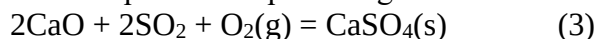
Hozirgi kunda mishyak tarkibli qiyin eriydigan oltin rudalariga dastlabki ishlov berishning to'rtta asosiy usuli mavjud. Qiyin eriydigan oltin rudalarini qayta ishlash uchun dastlabki ishlov berish usullari 1-rasmda ko'rsatilgan va keyingi bo'limlarda batafsil yoritilgan. Qiyin eriydigan oltin rudalarini qayta ishlash uchun dastlabki ishlov berish usullari keyingi bo'limlarda batafsil bayon etilgan [3].

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Oksidlovchi kuydirish usuli bilan dastlabki ishlov berish. Hozirgacha oksidlovchi kuydirish bilan dastlabki ishlov berish usuli 70 yillik tarixga ega. Bu usulning mohiyati shundaki, flotatsiya konsentratini kuydirish orqali ruda to'qimalarini parchalab, oltinni ochiq holga keltirish imkonini beradi. Asosiy kimyoviy reaksiyalar quyidagilardan iborat [4]:



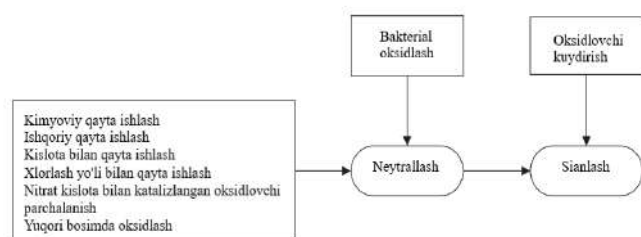
Kuydirishda, ruda tarkibidagi oltingugurt va mishyakning oksidlanishi hamda ohaktosh yoki dolomitning parchalanishi natijasida qattiq sulfat va

arsenat hosil qilinadi. Bu jarayon rudaga qo'shimcha moddalar qo'shish orqali amalga oshiriladi.

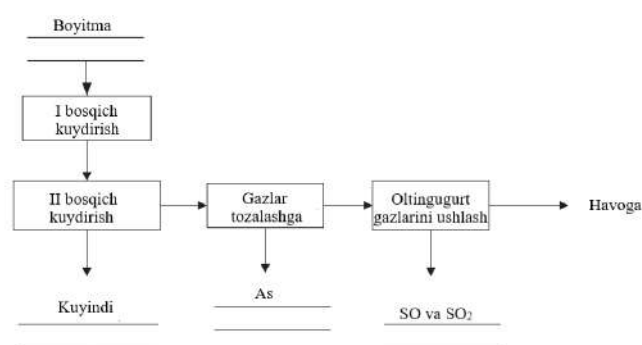


Bunday kuydirish oltinning sianidda tanlab eritish tezligini sezilarli darajada oshirishi mumkin. Kuydirish samarali va ishonchli texnologiya bo'lib, oddiy ishlash mexanizmi, moslashuvchanlik kabi afzalliklarga ega. Biroq, kuydirish jarayonida oltinning tanlab eritish tezligini pasaytiruvchi ikkilamchi qobiq hosil bo'lishi oson, shu bilan birga atrof-muhitni jiddiy ifloslaydigan SO_2 va As_2O_3 gazlari ajralib chiqadi. Yuqori miqdorda sulfid saqlagan rudalarda bu jarayon sulfat kislota ishlab chiqarishga olib keladi. Bu nomaqbul xususiyat hisoblanadi, chunki sulfat kislota bozori allaqachon to'yingan. Kam miqdorda sulfid saqlagan rudalarda esa gaz tozalash uskunalari talab etiladi. Ba'zi hollarda, oldindan oksidlash usuli metallni yomon qayta tiklanishiga olib kelishi mumkin. Jarayonning texnologik sxemasi 2-rasmda ko'rsatilgan.

Kuydirish jarayonida sulfidlarning yetarli darajada yonmasligi, haddan tashqari yonishi va ifloslanishi hamda boshqa nuqsonlarni bartaraf etish maqsadida ilmiy-texnik xodimlar ko'p yillardan beri kuydirish jarayoni va uskunalarini takomillashtirish va rivojlantirish bo'yicha tadqiqotlar olib bormoqdalar. Qurilmalar uchun ular yakka pechdan ko'p kamerali pechgacha, qo'zg'almas qatlamli kuydirishdan oqimli qatlamli va tezkor kuydirish usullarini ham sinovdan o'tkazdilar. Kuydirish texnologiyasi uchun bir bosqichli kuydirishdan ikki bosqichli, oddiy havoli kuydirishdan kislorod bilan boyitilgan kuydirishgacha rivojlandi. Bundan tashqari, tiklovchi kuydirish, xlorlovchi kuydirish, tuz bilan oltingugurtni fiksatsiyalash va mishyakni kuydirish an'anaviy jarayon asosida ishlab chiqildi.



1-rasm. Qiyin eriydigan oltin rudalariga dastlabki ishlov berishning umumiy jarayon variantlari.



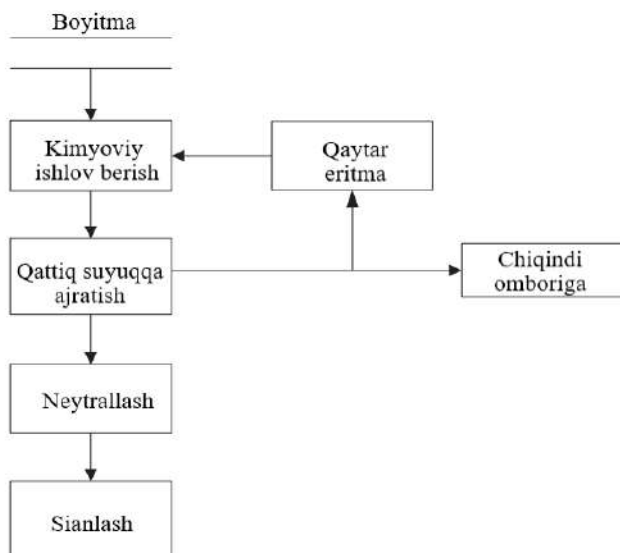
2-rasm. Ikki bosqichli kuydirish jarayonining texnologik sxemasi.

Oksidlovchi kuydirish jarayonida muqarrar ravishda ma'lum miqdorda zaharli va zararli gazlar ajralib chiqadi. Mikroto'liqlik pechda kuydirish bu muammoni hal qilish uchun yangi dastlabki ishlov usuli hisoblanadi. U minerallarni qizdirish uchun minerallarning yutish xususiyatidan foydalanadi. Shu tarzda oltin, mishyak va oltingugurtni rudalardan ajratib olish mumkin. Mikroto'liqlik kuydirish minerallarni qizdirish uchun mineral yutish xususiyatidan foydalanadi va quyidagi afzalliklarni ega: minerallarni tanlab qizdirish, qizdirish tezligi yuqoriligi va yuqori qizdirish samaradorligidan iborat. Mikroto'liqlik qizdirish kimyoviy reaksiya haroratini pasaytirish xususiyatiga ega. Shuning uchun haroratni tegishli ravishda nazorat qilish orqali SO_2 va As_2O_3 gazlari hosil bo'lishining oldini olish mumkin [5, 6, 7].

Kyuesi, Xake va boshqalar mishyak tarkibli, qiyin eriydigan oltin rudasidan oltin ajratib olish jarayonida mikroto'liqlarning ahamiyatini tadqiq etishgan [8, 9]. Xake va Kyuesi mishyakli va pirit tarkibli oltin boyitmalarini qayta ishlash uchun mikroto'liqlik qurilmadan foydalangan, bunda oltinni ajratib olish darajasi 98% ga yetgan [10]. Liu Quanjun va hamkasblari Guychjou viloyatidagi oltin konida tajriba o'tkazishgan. Mikroto'liqlik dastlabki ishlovsiz ruda sianidda deyarli erimagan. Boshqa tomondan, mikroto'liqlik ishlovdan so'ng oltin rudasini sianli eritma yordamida ajratib olish darajasi 86,53% gacha oshgan [11]. Vey Mingan, Ma Shaojian va boshqalar ham oltin boyitmasiga mikroto'liqlik dastlabki ishlov berish bo'yicha tadqiqot olib borishgan va ijobiy natijalarga erishishgan.

Kimyoviy ishlov berish. Kimyoviy ishlov berish rudalarni dastlabki qayta ishlashning yana bir

yo'nalishi bo'lib, u kuydirish jarayoniga xos bo'lmagan afzalliklarga ega. Bular chala yonish va o'ta yonish tufayli kelib chiqadigan murakkab ikkilamchi tanlab eritish muammolarining yo'qligi, turli rudalarga moslashtirilgan va ularga mos ravishda tanlanadigan reagentlardir. Kimyoviy ishlov berish jarayoni 3-rasmda ko'rsatilgan.



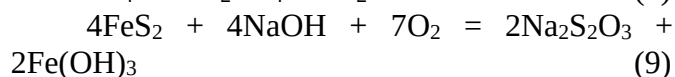
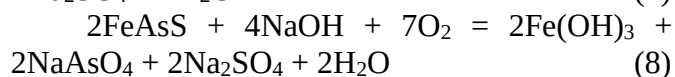
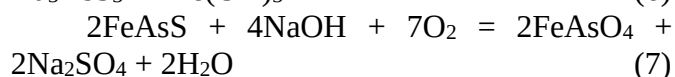
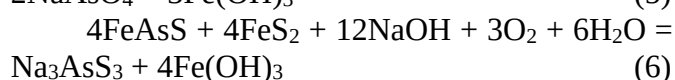
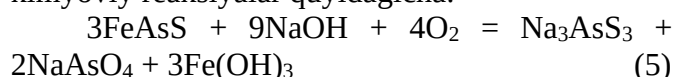
3-rasm. Kimyoviy tanlab eritish jarayonining texnologik sxemasi.

Reagentlarning mavjudligi va narxi, qurilish materiallari, atrof-muhit muammolari va rivojlanish jarayoni bu usullarning qo'llanilishini cheklashga olib keladi. Turli muhitlarga ko'ra, dastlabki ishlov berish ishqoriy va kislotali tanlab eritish usullariga bo'linadi. Reaksiya sharoitiga qarab, uni atmosfera bosimida va yuqori bosim ostida dastlabki ishlov berish turlariga ajratish mumkin. Reaksiya sharoitiga qarab, jarayonni quyidagilarga bo'lish mumkin: atmosfera bosimi va issiq bosim bilan oldindan ishlov berish [12].

Ishqoriy usul bilan dastlabki ishlov berish. Ishqoriy usul bilan dastlabki ishlov berish - bu kimyoviy reagentlar qo'shish orqali rudaning tarkibiy qismlarini oksidlash va yo'qotish imkonini beruvchi kimyoviy dastlabki ishlov berish jarayonidir.

Meng Yuqun, Wu Minjie va boshqalar normal harorat va bosimda mishyak saqlagan oltin boyitmalarini ishqoriy tanlab eritish bilan dastlabki ishlashni kuchaytirish bo'yicha tadqiqot o'tkazishgan. Oltin boyitmasida asosan sulfidlardan iborat ko'plab metall minerallari mavjud. Ular asosan

pirit, arsenopirit, temir rudasi va shunga o'xshash minerallardan tashkil topgan. Tajribada namuna fizik va kimyoviy usullar bilan ajratilgan hamda o'ta mayda qilib yanchilgan. So'ngra, jarayonni tezlashtirish uchun aralashtiriluvchi dastgohda normal harorat va bosimda ishqoriy tanlab eritish amalga oshirilgan. Oltingugurt va mishyakni olib tashlash orqali oltin va sulfid to'liq ajratilgan. Yakuniy bosqichda oltin sianid bilan tanlab eritilgan va natijada oltin samarali ajratib olingan. Asosiy kimyoviy reaksiyalar quyidagicha:



Ma'lum sharoitda $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ va Na_3AsS_3 yanada oksidlanib, Na_2SO_4 va Na_3AsO_4 ga aylanadi, Fe(OH)_2 esa Fe(OH)_3 ga oksidlanadi. Fe(OH)_3 parchalanib, Fe_2O_3 hosil qiladi. Bu usul atrof-muhitni muhofaza qiluvchi, oddiy jarayonli, qisqa texnologik zanjirli, kam sarmoya talab qiluvchi va boshqa afzalliklarga ega [13, 17].

Kislota bilan ishlov berish. Atmosfera sharoitida kislotali ishlov berish jarayonida odatda permonosulfat kislotasi (H_2SO_5) qo'llaniladi va u mishyak tutuvchi murakkab oltin rudalarini oksidlovchi vosita sifatida ishlatiladi. Bu usul barcha turdagi murakkab oltin rudalariga nisbatan samarali emasligi ta'kidlanadi, biroq ayniqsa simbiotik tarzda uchraydigan arsenopirit bilan bog'langan oltin rudalarini qayta ishlashda yuqori samaradorlik ko'rsatadi. Sababi, arsenopirit nisbatan oson oksidlanadi.

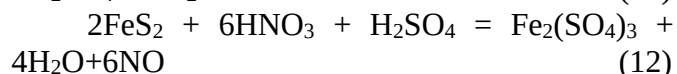
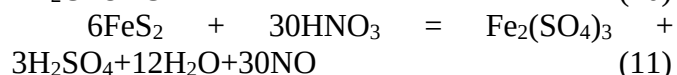
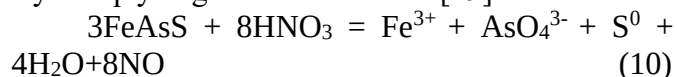
Kuydirish orqali oldindan ishlov berish va bosimli oksidlash texnologiyalari bilan taqqoslaganda, kislotali ishlov berish usuli ancha arzon hisoblanadi. Biroq, texnologik yechimlar va uskunalardan bog'liq muammolar tufayli ushbu usul hozircha sanoat darajasida keng qo'llanilmayapti.

Xlorlash. Xlorlash usuli xlor yoki xlorli oksidlovchi moddalar yordamida mishyak saqlovchi murakkab oltin rudalarini qayta ishlashda qo'llaniladi. Bu usul ayniqsa uglerodli murakkab oltin

rudalarini qayta ishlashda samarali bo'lib, yuqori mishyakli oltin rudalariga oldindan ishlov berishda qo'llaniladi.

Pekin Tog'-kon va Metallurgiya Umumiy Tadqiqot Instituti Guichjou (Guizhou) mintaqasidagi yuqori mishyak saqlagan murakkab oltin tarkibli rudalari ustida tadqiqot o'tkazgan. Unda suvli xlorlash usuli yordamida oltin eritib olingan va oltinning eritilish darajasi 91,48% ga yetgan. Biroq, xlor birikmalarining yuqori narxi hamda uskunalarning kuchli korroziyaga uchrashi ushbu texnologiyaning keng qo'llanilishiga to'sqinlik qilayotgan asosiy omillardan hisoblanadi [17].

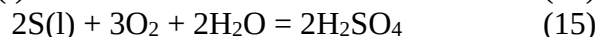
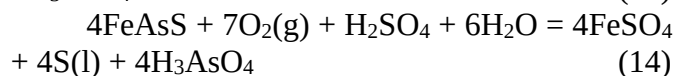
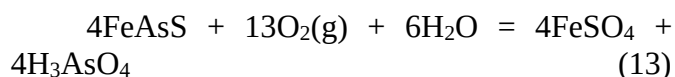
HNO₃ ishtirokida oksidlovchi parchalanishning katalizlash usuli. Azot kislotasi - pirit, arsenopirit va rangli metallarning sulfidlarini eng samarali oksidlovchi moddadir. Ushbu usulda azot kislotasi past harorat va bosim sharoitida pirit va arsenopiritni katalitik oksidlaydi. Kimyoviy reaksiyalar quyidagicha sodir bo'ladi [19]:



HNO₃ bilan oksidlash - bu istiqbolli oldindan ishlov berish texnologiyalaridan biri hisoblanadi. Cigna korporatsiyasi dunyodagi ko'plab konlarga tegishli oltin rudalari ustida tajribalar o'tkazgan. Natijalar shuni ko'rsatdiki, oltingugurt miqdori 1% dan 50% gacha bo'lgan rudalarga nisbatan usul samarali bo'lgan va oksidlovchi oldindan ishlov berish vaqti qisqargan [20].

Biroq, bu usul hali ham yuqori harorat va bosim sharoitida olib boriladi. Bundan tashqari, azot kislotasini regeneratsiya qilish (qayta ishlatish) muammosi hali hal etilmagan. Shu sababli, bu texnologiyaning ustunliklari sanoatlashtirilgan ishlab chiqarish tajribalari bilan hali tasdiqlanmagan [21, 22].

Yuqori bosim ostida oksidlash. Bosim ostida oksidlash jarayoni nisbatan yetuk va keng tatbiq etilgan texnologiya hisoblanadi. Ushbu usulda oltin tutuvchi sulfid birikmalari yuqori harorat va bosim sharoitida oksidlanadi hamda parchalanadi. Natijada, rudaning ichki tuzilmasida joylashgan oltin ochilib, tanlab eritish jarayoni tezlashadi. Asosiy kimyoviy reaksiyalar quyidagicha [23]:



Reaksiyalar davomida ajralayotgan oltingugurt qaytadan oltinni o'rab olishi mumkin, bu esa sian bilan eritib olish (sianlash) jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Yuqori harorat va bosim bunday oltingugurt hosil bo'lishining oldini olishda samaralidir.

Bosim ostida oksidlash jarayoni nafaqat kislotali muhitda, balki ishqoriy muhitda ham amalga oshirilishi mumkin. Ushbu usul ruda va boyitmalarni qayta ishlashga mos keladi.

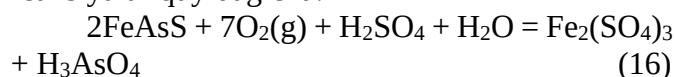
Uning quyidagi afzalliklari mavjud:

1. Oksidlanish mahsulotlari suvda eriydi va reaksiyalar to'liq amalga oshadi;
2. Zararli gazlar ajralib chiqmaydi;
3. Katta hajmdagi oltin ishlab chiqarish korxonalari uchun qulay.

Shuningdek, ba'zi kamchiliklari ham mavjud: uskuna va materiallar sifati uchun yuqori talablar qo'yiladi; yuqori bosimda ishlovchi qurilmalarning xavfliligi; jarayon ehtiyotkorlik bilan boshqarilishi va xizmat ko'rsatilishi talab etiladi.

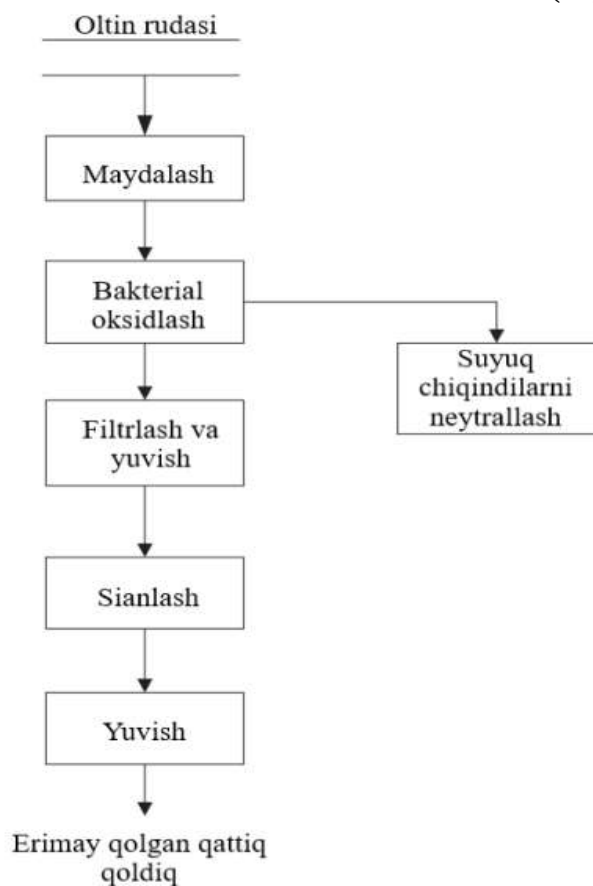
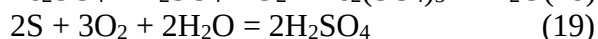
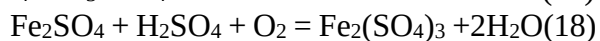
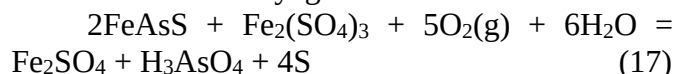
Agar sharoitlar yetarli darajada nazorat qilinmasa, oltingugurt hosil bo'lishi mumkin, bu esa jarayonga salbiy ta'sir ko'rsatib, oltin ajralib chiqishini kamaytiradi. Ushbu usul organik uglerod tutuvchi murakkab oltin rudalariga nisbatan mos emas.

Bakterial oldindan oksidlash. Bakterial oldindan oksidlash bo'yicha tadqiqotlar hozirgi kunda juda faol olib borilmoqda. Ushbu texnologiya 1950-yillarda rudalarni qayta ishlashda qo'llana boshlandi va dastlab tarkibida metall kam bo'lgan mis rudalaridan misni ajratib olishda ishlatilgan. 1980-yillar o'rtalarida Janubiy Afrikada murakkab oltin tarkibli rudalarni bakterial oksidlovchi oldindan ishlov berish usulini qo'llaydigan birinchi tijorat korxonasi qurildi. Bakterial oksidlashdan so'ng sulfidlar parchalanadi va mishyak eritmaga o'tadi, natijada mishyak ajratib olinadi. Ushbu jarayon 4-rasmda tasvirlangan. Asosiy kimyoviy reaksiyalar quyidagicha:



Reaksiya natijasida hosil bo'lgan temir sulfat

(Fe₂(SO₄)₃) kuchli oksidlovchi bo'lib, u arsenit kislotasi bilan reaksiyaga kirishadi.



4-rasm. Bakterial oldindan oksidlash jarayonining texnologik sxemasi.

Jarayon afzalliklari kichik investitsiyalar, past narx, oddiy usul, oson ishlash, atrof-muhitning ifloslanmasligi va hokazo. Bakterial oksidlash past sifatli mishyak tarkibli rudalar uchun ham qo'llanilishi mumkin, bu esa metall ajratib olish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Atrof-muhit ifloslanishi tobora jiddiylashayotgan bugungi kunda, bakterial oksidlanish "yashil metallurgiya jarayoni" deb ataladi va metallurgiya muhandisligi kelajagining yangi umidi sifatida mashhur bo'lmoqda.

Bakterial oksidlanish jarayoni oltinni eritish uchun taxminan uch bosqichga bo'linadi: (1) bakteriya madaniyatini ishlab chiqarish uchun

Thiobacillus ferrooxidans va boshqa bakteriyalarni o'stirish va bakterial eritish uchun sulfat kislotasi eritmasini tayyorlash, pH = 1.5-2.5; (2) bakteriyalarni katalizator sifatida ishlatish, oksidlash va mishyak hamda oltingugurt olib tashlash; (3) oldindan ishlov berilgan qoldiqlarni sianlash (yoki boshqa usullar) orqali oltinni eritish, oldindan ishlov berilgan eritma bakterial faollashganidan keyin qayta ishlatilishi mumkin.

Biroq, bakterial oksidlash jarayonida hali ham ba'zi kamchiliklar mavjud bo'lib, ular takomillashtirilishi kerak, masalan, oksidlash uchun eritma zichligi past bo'lmashligi, temirdan yasalgan dastgohlarning oson korroziyaga uchrashi, bakteriyalarning haroratga chidamlilik talablarining mavjudligi va past ishlov berish tezligi.

A. D. Bailey va boshqalar partiyali biooksidlash usulini taklif qilishdi, bu eritma zichligini oshirishga yordam beradi. Ushbu usul yordamida eritma zichligi 40% va hatto 50% ga yetkazildi va u past sifatli sulfidlarga boy bo'lgan murakkab oltin rudalari uchun qo'llandi [24].

A. Mazuelos va boshqalar jarayon amalga oshiriluvchi reaktorlarni loyihalashdi. Ushbu reaktor bakterial oksidlashni Fe⁺² ionidan bakteriyalarni ajratdi va temir oksidlanishini murakkab oltin tarkibli rudalarida amalga oshirdi, natijada bioreaktor samaradorligi oshirildi [25].

Xitoy Fanlar Akademiyasining Mikrobiologiya Instituti bakterial oksidlash bo'yicha ko'plab tadqiqotlar o'tkazdi. 1980 -yilda institut Guangxidagi mishyak tarkibli oltin ruda va konsentrati ustida sinovlar o'tkazib, mishyakni olib tashlashga muvaffaq bo'ldi. Mishyak tarkibi <6%, qattiqqa-suyuq nisbati 1:5, harorat 30-35°C, pH = 1.5-2.5, bakterial soni 1085/ml dan yuqori, eritma 5-6 kun davomida aralashtirilib, HCl yordamida eritish qoldiqlarini yuvib, mishyakning yo'qotilish samaradorligi 90% ga yetdi, oltin ajratib olish darajasi esa 90% dan yuqori bo'ldi.

Boshqa usullar. Yuqoridagi oldindan ishlov berish jarayonlaridan tashqari, murakkab oltin rudalarini oldindan ishlov berishning yangi turlari ishlab chiqilgan, masalan, vakuumda mishyakni olib tashlash, uchuvchan birikma shaklida yo'qotish, ajratuvchi kuydirish, elektrokimyoviy oksidlash va boshqalar.

Vakuumda mishyakni yo'qotish jarayoni - bu arsenopiritni isitib, vakuum muhitida mishyakgacha

parchalanishiga asoslanadi. Bu mishyakni olib tashlash uchun samarali usul hisoblanadi. Agar tarkibida pirit mavjud bo'lsa, S va As ning sulfid yoki arsenid birikmalari kondensator orqali qotib cho'kma hosil qiladi. Shuning uchun ajralgan gazni alohida tozalashga ehtiyoj qolmaydi.

Uchuvchan birikma shaklida yo'qotish usuli mishyakni yanada to'liqroq yo'qotadi va yaxshi texnik hamda iqtisodiy ko'rsatkichlarga ega. Bu usul katta ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lib, eritish sexining turli oraliq mahsulotlarini qayta ishlash imkonini beradi. Biroq, ushbu usulda hosil bo'ladigan tutun tarkibida ko'p miqdorda oltin (Au) bo'lib, bu esa atrof-muhitni jiddiy ifloslantiradi.

Ajraturvchi kuydirish - bu mishyakni olib tashlash maqsadida oltin ruda va boyitmalarini to'liq kuydirish jarayonidir. Jarayon davomida hosil bo'ladigan yuqori konsentratsiyadagi tutun gazi keyingi qayta ishlash uchun yig'ib olinishi kerak. Chiqadigan kalsinat (kudirilgan mahsulot) ma'lum miqdordagi qaytaruvchi va xlorlovchi moddalar bilan ajratish jarayoniga yuboriladi. Ajratilgan mahsulot esa yuqori navli konsentrat olish uchun tanlab olinadi. Ushbu usulning afzalligi - energiya sarfini sezilarli darajada kamaytirishdir. Biroq, yuqori konsentratsiyadagi tutun gazini qayta ishlash atrof-muhit uchun katta muammo tug'diradi [26, 27].

Elektrokimyoviy oksidlash - bu ma'lum muhitda elektrod reaksiyasi yordamida mishyak va sulfid tarkibli oltin rudalarini oksidlash jarayonidir. Dielektrik tizim tarkibida sulfat kislotasi, azot kislotasi va xlorid kislotasi kabi moddalardan iborat eritma ishlatiladi. Ushbu jarayon natijalari bosimli oksidlashga o'xshash bo'ladi. Jarayon murakkab oltin tarkibli rudalarining mikrostrukturasi va g'ovakligini o'zgartirib, oltinni eritib olishni osonlashtiradi. Eng muhimi, bu usulda oksidlash va eritish bir tizimda bir vaqtda amalga oshiriladi. Harbuor Light bakterial oksidlash usuli bilan solishtirilganda, bu usul iqtisodiy jihatdan amalga oshirish uchun qulay hisoblanadi [28, 29].

Natijalar. Tadqiqot davomida mishyak saqlagan, qiyin qayta ishlanadigan oltin rudalariga dastlabki ishlov berishning bir necha muqobil texnologik variantlari ko'rib chiqildi. Jumladan, kuydirish orqali oksidlash, ho'l kimyoviy ishlov berish, bakterial oksidlash, vakuumda mishyakni yo'qotish, uchuvchan eritish, hamda elektrokim-

yoviy oksidlash usullari tahlil qilindi.

Har bir usulning texnologik samaradorligi, iqtisodiy jihatlari, ekologik xavfsizligi va sanoatda qo'llash imkoniyatlari nuqtayi nazaridan baholandi. Kuydirish usuli yuqori darajada mishyakni yo'qotish imkonini bersa-da, atmosferaga zararli gazlarning chiqishi tufayli qo'shimcha gaz tozalash tizimlarini talab qiladi. Bakterial oksidlash esa energiya sarfini kamaytirishga imkon beradi, biroq jarayonning sekinligi bu usulni sanoat miqyosida to'liq joriy etishni cheklaydi. Elektrokimyoviy oksidlash esa ancha istiqbolli bo'lib, nazorat ostidagi sharoitda selektiv ishlov berish imkoniyatini taqdim etadi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, turli usullarni birlashtirish orqali kompleks yondashuv ishlab chiqilishi mumkin. Bu esa oltinni samarali ajratib olish bilan birga, mishyakni xavfsiz utilizatsiya qilish imkonini ham yaratadi. Kelgusida, ushbu sohada yuqori darajadagi texnologik Avtomatlashtirish, ekologik xavfsizlikni ta'minlovchi uskunalar, shuningdek, yangi avlod reagentlaridan foydalanish orqali yanada takomillashtirilgan ishlov berish tizimlarini joriy etish kutilmoqda.

Muhokoma. Yuqori mishyakli oltin rudalariga oldindan ishlov berish texnologiyasi tobora katta e'tibor qozonmoqda va bu oltin sanoatining rivojlanishida muqarrar yo'nalish hisoblanadi. So'nggi yillarda olimlarning uzluksiz sa'y-harakatlari natijasida ushbu texnologiyaga katta qiziqish uyg'ondi va muhim yutuqlarga erishildi. Kelajakda oldindan ishlov berish texnologiyasining rivojlanish maqsadi - qayta foydalanish imkoniyati mavjud bo'lgan, qayta tiklanadigan, past xarajatli, kam energiya sarflaydigan, kam chiqindili va yuqori samarali texnologiyalarni yaratishdan iborat.

Ushbu texnologiyaning rivojlanish yo'nalishlari quyidagilardan iborat:

Birinchidan, energiya tejamkorligi va yuqori samaradorlik bo'yicha yanada chuqur tadqiqotlar olib borilishi zarur. Ayniqsa, murakkab va past navli oltin rudalari uchun suyuq membranali ekstraksiya usulini innovatsion asosda tadqiq qilish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Ikkinchidan, oltinni ajratib olish texnologiyalarining rivojlanishi energiyani tejash va chiqindilarni kamaytirish talablariga mos kelishi kerak. Shu sababli, murakkab oltin rudalarini flotatsiya usulida boyitish jarayonining rivojlanish tenden-

siyalari nafaqat qayta ishlash darajasini oshirish, balki rafinat (qayta ishlovdan qolgan eritmalar)ni qayta ishlatish va ekologik jihatlariga e'tibor berishga qaratiladi.

Uchinchidan, past navli murakkab oltin resurslarini o'zlashtirish va ulardan foydalanish bo'yicha izlanishlar kengaymoqda. Murakkab oltin tarkibli rudalarni qayta ishlash bosqichma-bosqich rivojlanar ekan, past navli rudalarning ulushi tobora ortib bormoqda. Shu bois, past xarajatli va yuqori ajratib olish darajasiga ega texnologiyalarni ishlab chiqish dolzarb hisoblanadi.

Va nihoyat, murakkab oltin tarkibli rudalardan oltinni ajratib olish samaradorligini oshirish bo'yicha tizimli texnik tadqiqotlar olib borilmoqda. An'anaviy flotatsiya usullari murakkab rudalarning yuqori flotatsion xossasi tufayli kam yo'qotish bilan ajratiladi. Shuning uchun "yuqori unum va yuqori qayta tiklanish ko'rsatkichiga ega flotatsiya" jarayoni asosiy rivojlanish yo'nalishlaridan biriga ay lanadi.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, murakkab

oltin rudalarini eritib olishdan oldingi ishlov berish jarayoni oltin sanoatidagi eng murakkab va dolzarb texnik muammolardan biridir. So'nggi yillarda bu boradagi ilmiy tadqiqotlar va texnologiyalar doimiy ravishda takomillashib bormoqda. Oldindan ishlov berish jarayonlarini rivojlantirish nafaqat oltinni ajratib olish samaradorligini oshirish, balki atrof-muhitni himoya qilish va resurslardan samarali foydalanishni ta'minlash maqsadida ham muhimdir.

Murakkab oltin rudalarining qayta ishlanishi nafaqat ishlab chiqarishning samaradorligini oshiradi, balki oltin sanoatining kelajakdagi rivojlanishida yangi imkoniyatlar yaratadi. Shuningdek, bu jarayonlarning energetik jihatdan samarali va ekologik xavfsiz bo'lishi ayniqsa muhim hisoblanadi. Bugungi kunda bu sohada olib borilayotgan izlanishlar va texnologik yangiliklar tufayli murakkab oltin rudalarini o'zlashtirish va ulardan foydalanish istiqbollari tobora kengayib bormoqda. Kelajakda bu texnologiyalar oltin ishlab chiqarish jarayonlarini yanada samarali va barqaror qilishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. S. R. La Brooy, H. G. Linge and G. S. Walker: Miner. Eng., 7 (1994), 1213.
2. H. Yang, E. Gong and Y. Li: J. Northeastern Univ. (Natural Science), 12 (2008), 1742.
3. Y. Zhou, S. Tian and L. Liu: Metal Mine., 2 (2009), 98.
4. Y. Meng and L. Wang: Nonferrous Metal., 4 (2001), 29.
5. C. Chen and X. Yao: Gold Sci. Technol., 4 (2001), 29.
6. H. Xie and S. Chen: Multipur. Utilization Miner. Resour., 4 (2006), 10.
7. H. Liu: Metallic Ore Dressing Abroad., 42 (2005), 5.
8. K. E. Hqaue: Gold Metallurgy. Energy Press, Beijing, (1988), 438.
9. X. Sun and Z. Huang: Foreign Gold Reference, 3 (1998), 36.
10. K. E. Haque: Mine Process, 57 (1999), 1.
11. Q. Liu and R. Tang: 4th National Youth Academic Conf. on Beneficiation Kunming (1996).
12. S. J. Roberts: Can. Min. J., 97 (1976), 54.
13. Y. Meng: Prec. Met., 25 (2004), 1.
14. Y. Meng, S. Dai and S. Su: Gold J., 26 (2005), 34.
15. Y. Meng, M. Wu, S. Su and L. Wang: Nonferrous Met., 55 (2003), 43.
16. Y. Meng, M. Wu, S. Su and L. Wang: Gold, 25 (2004), 26.
17. Y. Meng, M. Wu, S. Su and L. Wang: Gold, 23 (2002), 25.
18. S. Nie: Refractory Gold Ore to Leach Gold, The Geological Publishing house Beijing (1997).
19. D. Li: Min. Metall., 20 (2011), 50.
20. J. Sun: Gold and Silver Metallurgy, Press of Metallurgy Industry, Beijing (1998).
21. L. Wang and C. Liu: Gold, 21 (2000), 4.
22. J. Li: Hydrometallurgy China, 1 (2003), 1.
23. K. S. Fraser, R. H. Walton and J. A. Wells: Miner. Eng., 4 (1991), 1029.
24. A. B. Bailey and G. S. Handford: Miner. Eng., 2/3 (1994), 293.

УДК: 629.3.027.5

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.15

ОБЗОР И АНАЛИЗ МЕТОДОВ РЕМОНТА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШИН КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ



**Истаблаев Февзи
Фератович**

Старший научный сотрудник
Навоийского отделения
Академии наук Республики
Узбекистан, Навои, Узбекистан
E-mail: fevzi_xkm@mail.ru
ORCID ID: 0000-0003-2808-6566



**Атакулов Лазизжон
Нематович**

Доктор технических наук,
профессор, Навоийский
государственный горный и
технологический университет,
Навои, Узбекистан
E-mail: laziz218@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-3561-8850



**Хайдаров Шохиджон
Бахридинович**

Кандидат технических наук,
доцент, Навоийский
государственный горный и
технологический университет,
Навои, Узбекистан
E-mail: Shohidh@mail.ru
ORCID ID: 0009-0005-5661-3919

Аннотация. В условиях интенсификации открытых горных работ и роста парка карьерной техники вопросы эффективной эксплуатации и технического обслуживания крупногабаритных и сверхкрупногабаритных шин приобретают особую актуальность. Данная статья посвящена анализу причин износа шин карьерных автосамосвалов и рассмотрению метода горячей вулканизации как основного способа их восстановления. Установлено, что наибольшему риску повреждений подвержены протектор и боковины шин, а характер дефектов носит разнообразный и зачастую комбинированный характер. Метод горячей вулканизации обеспечивает восстановление механических свойств шин и существенное продление их срока службы при условии строгого соблюдения технологических регламентов. Рассмотрены ключевые этапы восстановления, включая подготовку, зачистку, нанесение ремонтных материалов, термообработку и косметический ремонт. Отмечена высокая трудоемкость процесса и необходимость его дальнейшей оптимизации, в том числе за счет автоматизации и совершенствования технологических решений. Кроме того, предложено рассматривать возможность конструктивных изменений в самих шинах и колесах с целью повышения их износостойкости. Полученные результаты могут быть полезны при разработке регламентов технического обслуживания и совершенствовании систем ремонта карьерной техники.

Ключевые слова: карьерные автосамосвалы, ремонт и восстановление шин, горячая вулканизация, техническое обслуживание, резина, протектор, износ шин.

KARYER AVTOSAMOSVALLARINING KATTA O'LCHAMLI SHINALARINI TA'MIRLASH USULLARINI KO'RIB CHIQISH VA TAHLIL QILISH

**Istablayev Fevzi
Feratovich**

O'zbekiston Respublikasi Fanlar
akademiyasi Navoiy bo'limi katta
ilmiy xodimi, Navoiy, O'zbekiston

**Atakulov Lazizjon
Nematovich**

Texnika fanlari doktori, professor,
Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti,
Navoiy, O'zbekiston

**Haydarov Shohidjon
Bahridinovich**

Texnika fanlari nomzodi, dotsent,
Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti,
Navoiy, O'zbekiston

Annotatsiya. Ochiq kon ishlarining jadallashuvi va karyer texnikasi parkining o'sishi sharoitida katta o'lchamli va o'ta katta o'lchamli shinalardan samarali foydalanish va ularga texnik xizmat ko'rsatish masalalari alohida dolzarblik kasb etmoqda. Ushbu maqola karer avtosamosvallari shinalarining yeyilish sabablarini tahlil qilishga va ularni tiklashning asosiy usuli sifatida issiq vulqonlash usulini ko'rib chiqishga bag'ishlangan. Shikastlanishning eng katta xavfi protektor va shina yon tomonlariga to'g'ri kelishi, nuqsonlarning tabiati esa turli xil va ko'pincha kombinatsiyalangan xususiyatga ega ekanligi aniqlandi. Issiq vulqonlash usuli texnologik reglamentlarga qat'iy rioya qilgan holda shinalarning mexanik xususiyatlarini tiklash va ularning xizmat muddatini sezilarli darajada uzaytirishni ta'minlaydi. Tiklashning asosiy bosqichlari, jumladan tayyorlash, tozalash, ta'mirlash materiallarini qo'llash, issiqlik bilan ishlov berish va kosmetik ta'mirlash ko'rib chiqilgan. Jarayon ko'p mehnat talab qilishi, uni yanada optimallashtirish, jumladan, texnologik yechimlarni avtomatlashtirish va takomillashtirish zarurligi ta'kidlandi. Bundan tashqari, shinalar va g'ildiraklarning yeyilishga chidamliligini oshirish maqsadida ularning o'zida konstruktiv o'zgarishlarni amalga oshirish imkoniyatini ko'rib chiqish taklif etilgan. Olingan natijalar texnik xizmat ko'rsatish reglamentlarini ishlab chiqishda va karyer texnikasini ta'mirlash tizimlarini takomillashtirishda foydali bo'lishi mumkin. **Kalit so'zlar:** karyer avtosamosvallari, shinalarni ta'mirlash va tiklash, issiq vulkanizatsiya, texnik xizmat ko'rsatish, rezina, protektor, shinalarning yeyilishi.

REVIEW AND ANALYSIS OF REPAIR METHODS FOR LARGE-SIZE TIRES OF MINING DUMP TRUCKS

Istablaev Fevzi

Feratovich

Senior Research Fellow of the
Navoi Branch of the Academy of
Sciences of the Republic of
Uzbekistan, Navoi, Uzbekistan

Ataqlulov Lazizjon

Nematovich

Doctor of Technical Sciences,
Professor, Navoi State Mining and
Technological University,
Navoi, Uzbekistan

Haydarov Shoxidjon

Bahridinovich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor, Navoi State
Mining and Technological
University, Navoi, Uzbekistan

Abstract. In the context of the intensification of open-pit mining and the growth of the quarry machinery fleet, the issues of efficient use and maintenance of oversized and ultra-large tires are becoming particularly relevant. This article is devoted to the analysis of the causes of tire wear of quarry dump trucks and the consideration of the hot vulcanization method as the main method of their restoration. It was established that the greatest risk of damage falls on the sides of the tread and tire, and the nature of the defects is diverse and often combined. The hot vulcanization method, in strict accordance with technological regulations, ensures the restoration of the mechanical properties of tires and a significant increase in their service life. The main stages of restoration are considered, including preparation, cleaning, application of restoration materials, heat treatment, and cosmetic restoration. It was noted that the process is labor-intensive and requires further optimization, including the automation and improvement of technological solutions. In addition, in order to increase the wear resistance of tires and wheels, it is proposed to consider the possibility of implementing design changes in them themselves. The obtained results can be useful in the development of maintenance regulations and the improvement of quarry equipment repair systems.

Keywords: quarry dump trucks, tire repair and restoration, hot vulcanization, maintenance, rubber, tread, tire wear.

Введение. Среди различных способов транспортировки горной массы при добыче полезных ископаемых автомобильный транспорт получил наибольшее распространение. Это связано с тем, что автосамосвалы обладают

такими преимуществами, как высокая маневренность, способность преодолевать значительные уклоны, а также мобильность в условиях открытых горных разработок.

Значительная доля эксплуатационных зат-

рат при автомобильной транспортировке полезных ископаемых — порядка 25–30% и более — приходится на расходы, связанные с шинами карьерных самосвалов [1, 2, 3]. В связи с этим одним из приоритетных направлений в области повышения эффективности горных работ является снижение эксплуатационных затрат на транспорт, в том числе за счет организации ремонта и восстановления шин, обеспечивающих работоспособность техники.

Литературный анализ и методы. Срок службы крупногабаритных шин, применяемых на карьерных самосвалах, как правило, ограничивается износом протекторного рисунка либо преждевременным выходом из строя вследствие разрушения каркаса и расслоения протектора.

В научной литературе накоплен значительный объем исследований, посвященных проблемам износостойкости шин и путям увеличения их эксплуатационного ресурса. Особое внимание в этих работах уделяется влиянию различных эксплуатационных, конструктивных и технологических факторов на ходимость шин и нормируемую продолжительность их службы. Существенный вклад в изучение данных вопросов внесли исследователи из Узбекистана Э.К. Абдуллаев, Т.С. Камалов, А.А. Мухитдинов, А.А. Шермухамедов, У.Б. Юсупов, Р.Х. Рахимов, Т.В. Цой, стран Содружества Независимых Государств - В.Ф. Бабков, Б.Л. Бухин, В.Г. Варченко, С.В. Горюнов, В.П. Ковальчук, А.Г. Кульпин, О.В. Лебедев, Е.Ф. Непомнящий, В.А. Топалиди, стран дальнего зарубежья - С.С. Baker, R.H. Bacon, L. Segel, S.K. Clark, M.K. Verma.

Согласно исследованиям [4], проведенным на филиале «Кедровский угольный разрез» ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» (Российская Федерация) Основными причинами недоиспользования ресурса шин являются естественный износ протектора (81%), усталостные и тепловые разрушения, приводящие к отслоению протектора, расслоению корда, повреждению боковин (15%), механические повреждения, к которым относятся порезы, проколы, разрушение грунтозацепов (3%), а также производственные дефекты (1%), не выявленные при заводском контроле качества.

Кроме того, на долговечность и работоспособность шин карьерных самосвалов оказывает влияние совокупность эксплуатационных и технологических факторов. Среди них ключевое значение имеют физико-механические характеристики транспортируемой горной массы, в частности ее средняя плотность и твердость. Значительное влияние оказывает корректность загрузки автосамосвала, включая равномерность распределения груза в кузове, что способствует снижению локальных перегрузок и неравномерного износа шин. Немаловажным фактором также является состояние и конструктивные особенности дорожного полотна, по которому осуществляется транспортировка: тип покрытия, его ровность, а также параметры продольного и поперечного уклона. Все перечисленные условия напрямую влияют на уровень динамических нагрузок, воспринимаемых шинами, и, как следствие, определяют их эксплуатационный ресурс.

Одним из ключевых факторов, способствующих неравномерному износу шин карьерных автосамосвалов, является движение по виражам малого радиуса на повышенных скоростях. В таких условиях наблюдается характерный конусообразный износ шин задней оси, а также формирование пилообразного износа шин передней оси, обусловленного боковым сносом (волочением) в процессе прохождения крутых поворотов [5].

Разработано значительное число классификаций факторов, оказывающих влияние на ресурс шин. Согласно В.Г. Варченко, эти факторы целесообразно подразделять на конструктивно-технологические, эксплуатационные и дорожно-климатические. При этом первые две категории он относит к управляемым параметрам, в то время как дорожно-климатические условия рассматриваются как учитываемые. Н.Я. Говорущенко, а также ряд других исследователей, предлагают иную классификацию эксплуатационных факторов, выделяя три основные группы: дорожные, природно-климатические и транспортные условия. В отдельных научных работах дополнительно акцентируется внимание на влиянии сезонных условий и коррозионных воздействий,

предлагаемых к учету как самостоятельные категории [6, 7].

Износ шин автосамосвалов носит разный характер и подразделяется на усталостный, посредством скатывания и абразивный. На практике чаще всего износ носит смешанный характер. Усталостный обусловлен наездом колеса на различные выступы дорожной поверхности и проявляется в больших повреждениях поверхности шин. Износ, возникающий при скатывании, развивается в результате деформации и разрушения резины, из которой выполнена шина, под действием повышенных нагрузок. Эти нагрузки усиливают сдвиговые напряжения, что, в свою очередь, нарушает целостность резины и сопровождается ростом температуры. В результате резина теряет свою прочность и превращается в рваные клочки со следами выпуклостей и углублений. Абразивный износ характеризуется наличием царапин, надрывов и срезов на поверхности шины. В основном он происходит на участках дорог с щебеночным покрытием и в пределах карьеров со скальным грунтом дорог. Степень износа определяется объемом поврежденной резины [6].

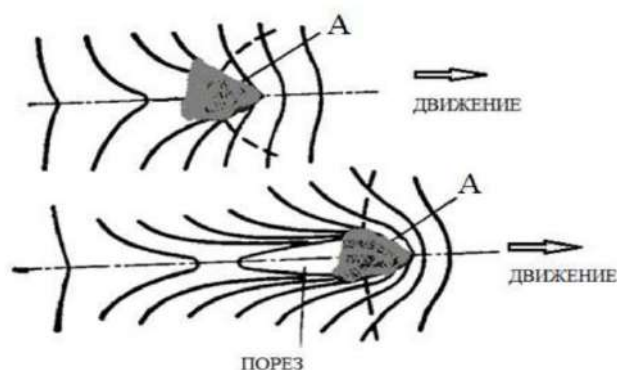


Рис.1. Схема деформации и пореза поверхности шины острым выступом породы А.

При контакте протектора с острым выступом породы сцепление больше, чем при контакте с тупым выступом, что приводит к более интенсивному разрушению материала шины. В некоторых случаях одного прохождения по острому фрагменту породы достаточно для возникновения порезов и разрывов отдельных участков протектора. На рис.1

схематично представлено изменение равномерно нанесенных линий на поверхности шины, что указывает на возникновение концентрации напряжений в области контакта с острым выступом породы, обозначенным как точка А.

Несмотря на максимальную концентрацию напряжения в передней зоне контакта с острым элементом, адгезия препятствует порезу протектора в этой зоне. Порезы и раздиры чаще всего происходят в точке отделения шины от острого выступа и ориентированы поперечно к направлению скольжения. Следовательно, можно заключить, что для острых выступов причиной истирания является локальная концентрация напряжения, вызванная фрикционной адгезией, а также механическим зацеплением между вершиной выступа и шиной. При этом химический состав протекторной резины оказывает незначительное влияние на характер разрушения. После образования первичного пореза или раздира, он разрастается под прямым углом к направлению скольжения и при последующих проходах абразива частицы резины отделяются в зонах этих повреждений.

Регулярный смотр шин позволяет своевременно выявить подобные повреждения и предупредить аварийные ситуации. При обнаружении глубокого повреждения, достигающего защитных, брекерных или основных металлокордных слоев шины, ее следует направить в ремонт. Коррозия металлокорда, при последующей эксплуатации без ремонта, становится причиной расслоений, потери прочности каркаса и преждевременному выходу из строя всей шины [8].

Результаты. Сегодня на карьерных автосамосвалах используются бескамерные шины, конструкция которых подразделяется на диагональную и радиальную.

Основной силовой частью диагональной шины (рис.2а) является каркас, на которую действуют внутреннее давление воздуха, нагрузки от веса машины, а также тяговых, тормозных и боковых сил. Каркас состоит из нескольких слоев обрешиненного корда, которые укладываются друг на друга таким образом, что нити в соприкасающихся слоях взаимно перекрещиваются. Несущая способность шины зависит от количества слоев каркаса и

характеристик материала, из которого они изготовлены.

На рис.2б представлена шина радиальной конструкции. Ее принципиальное отличие от диагональной заключается в том, что нити корда каркаса не перекрещиваются, а располагаются от борта к борту и параллельны друг другу во всех слоях. Основную нагрузку от внутреннего давления в таких шинах воспринимает брекер, который состоит из нескольких слоев жесткого корда, образующий гибкий пояс, охватывающий каркас шины по беговой дорожке.

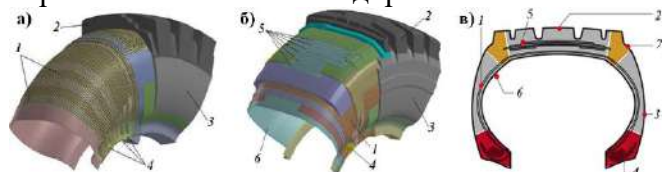


Рис.2. Шины диагональной (а) и радиальной конструкций (б):

1 – каркас; 2 – протектор (зона протектора); 3 – боковина; 4 – бортовое кольцо (бортовая зона); 5 – брекер; 6 – герметизирующий слой; 7 – плечевая зона.

По сравнению с диагональными, радиальные шины обладают рядом эксплуатационных преимуществ: улучшенное сцепление с дорожным покрытием, повышенные тяговые качества, высокий коэффициент использования грузоподъемности (ТКВЧ), увеличенный ресурс износостойкости, лучшая устойчивость к повреждениям и проколам, а также способность выдерживать более высокие нагрузки [9].

Конструкцию любой шины также можно разделить на зоны: зона протектора, плечевая зона, боковина и бортовая зона (рис. 2в). При этом последняя считается неремонтируемой. А именно сквозные повреждения в области борта не подлежат ремонту [10, 11, 12].

Кроме того, местному ремонту не подлежат шины, имеющие более двух сквозных повреждений, включая ранее отремонтированные; с повреждениями, расположенными ближе 400 мм от пятки борта; при наличии расслоений каркаса, если их максимальный размер превышает допустимые пределы либо они находятся на участке, длина которого составляет менее пятой части окружности шины. Ремонт не проводится, если выявлен излом или разрушение борта, произошло

кольцевое разрушение герметизирующего слоя, а также в случаях, когда шина длительное время находилась под воздействием нефтепродуктов или других химических веществ, вызывающих набухание резины.



Рис.3. Схема технологического процесса восстановления шин карьерных автосамосвалов.

В то же время ремонт локальных повреждений, не относящихся к перечисленным критическим случаям, позволяет продлить срок службы шин, ресурс которых еще не исчерпан. Это особенно актуально для шин, выведенных из эксплуатации в результате сквозных или поверхностных механических повреждений, возникших в области беговой дорожки или боковой поверхности. При этом рекомендуется ремонт шин, остаточная глубина протектора которых обеспечивает экономически целесообразную наработку после ремонта и максимальный размер сквозных повреждений не превышает 250 мм [9, 13].

В сфере восстановления крупногабаритных шин метод горячей вулканизации занимает центральное место благодаря своей высокой эффективности и способности восстанавливать исходные эксплуатационные характеристики поврежденной продукции. Данный подход требует комплексного соблюдения технологических процедур, начиная с диагностики и подготовки, включая механо-химическую обработку, установку пластырей, проведение термообработки и завершая косметическим ремонтом [10, 11, 14, 15, 16, 17].

Карьерные автосамосвалы комплектуются двумя принципиально различными типами шин: крупногабаритными (18.00-25, 21.00-33) для техники грузоподъемностью 27-40 тонн и сверхкрупногабаритными (27.00-49, 33.00-51, 40.00-57) для машин 75-180 тонн. Различия между ними обуславливают некоторые особенности технологии их ремонта, однако принципиально технологические процессы их восстановления совпадают.

Последовательность технологических операций процесса восстановления шин и карьерных автосамосвалов представлена на рис. 3.

Первоначальный этап любого восстановительного процесса заключается в дефектовке и сушке поврежденной шины. Диагностика шин, особенно сверхкрупногабаритных, должна быть комплексной: оцениваются износ протектора, состояние каркаса, наличие сквозных повреждений и отслоений [14], [16]. Особое внимание уделяется сушке: при наличии влаги в каркасе, особенно у диагональных шин, образование пара в процессе вулканизации может привести к разрушению резинового слоя [11].

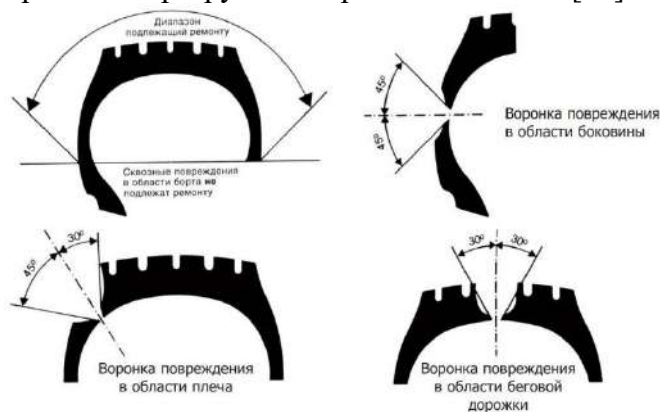


Рис.4. Схемы допустимых форм и размеров воронки повреждения для шин диагональной конструкции.

Механическая обработка повреждений является ключевым этапом, от качества которого зависит эффективность последующего сцепления ремонтных материалов с корпусом шины. Необходимо ограничить повреждение в области корда (скруглить концы трещин) и разделить воронкообразно. Воронка повреждения в области плеча и беговой дорожки должна быть разделана под углом прилб. 30-45°, больший угол допускается, меньший нежелателен. Эти

углы немного отличаются для шин диагональной (рис.4) и радиальной (рис.5) конструкций [11].

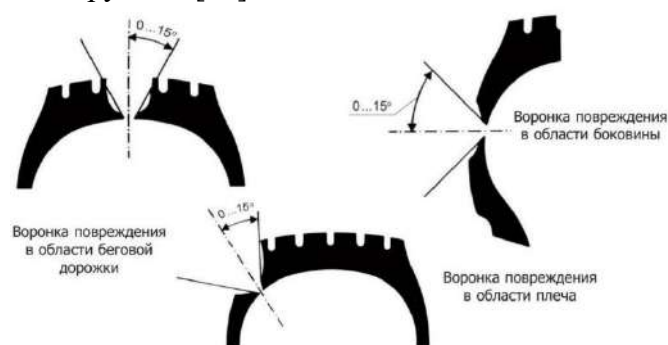


Рис.5. Схемы допустимых форм и размеров воронки повреждения для шин радиальной конструкции.

Для зачистки применяются специализированные инструменты: проволочные щетки на малых оборотах (750–2500 об/мин), игольчатые шерохователи и контурные круги. Обработку необходимо производить очень осторожно, чтобы не повредить нити корда и контролировать температуру, чтобы не допустить перегрева и подгорания резины. Поверхность должна быть равномерно шероховатой, без включений пыли или остатков старой резины [11, 14, 17].

При ремонте шин методом горячей вулканизации сначала устанавливается пластырь, а затем производят заполнение сырой резиной воронки повреждения и процесс вулканизации происходит одновременно.

Подготовленная поверхность обезжиривается, пылесосится и обрабатывается клеевым термораствором, который наносится в два слоя с промежуточной сушкой. Ориентиром готовности к следующему этапу служит легкое прилипание при касании тыльной стороной пальца. В случае пересушивания второго слоя допустимо нанесение третьего. Не допускается контакт клеевой поверхности с маслами или влагой, особенно при использовании сжатого воздуха — это может привести к нарушению адгезии и браку [11].

Установка пластырей — ответственный технологический шаг. Он требует строгого согласования типа пластыря с зоной повреждения и конструкцией шины. В случае боковых повреждений применяются пластыри специаль-

ной конфигурации (например, с маркировкой «Б») [10]. Пластырь устанавливается строго по центру повреждения, с ориентацией по вспомогательным линиям, а его прикатывание выполняется пневматическим молотком или аналогичным уплотняющим устройством [11]. Защитная пленка удаляется постепенно — от центра к краям, с одновременным разглаживанием поверхности во избежание воздушных включений.

Следующим этапом является заполнение внутренней части повреждения сырой резиной соответствующего состава. Ее втапливают в сформированную воронку и прокатывают до плотного прилегания. Воронку повреждения заполняют сырой резиной, как показано на рис. 6. в последовательности А, В. Для заполнения воронки повреждения сырой резиной используется два варианта работы: ручной и при помощи экструдера [11].

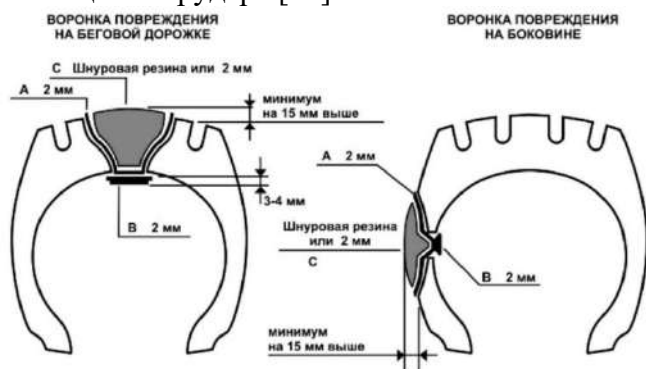


Рис.6. Процесс заполнения сырой резиной воронки повреждения.

Процесс вулканизации, как завершающая стадия, требует точного соблюдения временно-температурного режима. Согласно технологическим рекомендациям, расчет времени вулканизации осуществляется из расчета 5 минут на каждый миллиметр общей толщины (шина + пластырь). Так, при толщине в 28 мм время вулканизации составит около 3,5 часов. Крайне важно обеспечить равномерный прогрев всей конструкции шины, поскольку локальный перегрев может привести к деформации и браку [11].

После завершения вулканизации выполняется косметический ремонт. Поверхность шлифуется до однородной текстуры, восстанавливается рисунок протектора с использованием профильного оборудования.

Современный рынок предлагает широкий выбор технологий и материалов разных брендов, в том числе Tip-Top, Tech, Schrader, Rossvik, Clipper. Каждый из них имеет в своем активе ассортимент ремонтных пластырей, клеев, мастик, специального инструмента для производства ремонта поврежденных шин разных размеров. [15]. Несмотря на различия в составе используемых материалов, технологические карты производителей показывают единообразие в методах их применения [11, 14]. Это подтверждает наличие устоявшихся стандартов и высокую степень унификации производимых манипуляций.

Перспективы развития технологии горячей вулканизации напрямую связаны с внедрением цифровых систем контроля параметров процесса, разработкой новых композитных материалов и повышением автоматизации операций. Однако основным условием достижения высокого качества ремонта остается неукоснительное соблюдение технологических регламентов и применение надежных, проверенных временем материалов и оборудования [11, 14, 15, 16].

Вместе с тем, ремонт шин крупногабаритной карьерной техники представляет собой не только технически обоснованную, но и экономически целесообразную процедуру, особенно в условиях высоких цен на новую продукцию, производимую как в странах СНГ, так и за рубежом. Средняя стоимость восстановления поврежденной шины составляет от 5 до 15% [13, 15] от цены новой шины, что делает ремонт весьма выгодным решением для предприятий горнодобывающей отрасли. Экономическая эффективность ремонта значительно возрастает в случае восстановления шин ведущих мировых производителей, таких как Dunlop, Goodyear, Bridgestone, Michelin, Yokohama. Это объясняется тем, что стоимость новых импортных шинкратно выше стоимости аналогов, производимых в СНГ, тогда как затраты на их ремонт остаются сопоставимыми.

Обсуждение. Несмотря на высокую эффективность метода горячей вулканизации при восстановлении крупногабаритных шин, процесс остается крайне трудоемким и продолжительным. Длительность восстановления одной крупногабаритной шины может

достигать 72 часов, включая все технологические стадии — от дефектовки и зачистки до вулканизации и финишной обработки. В частности, для шины типоразмера 33.00–51 полный цикл восстановления занимает от полутора до двух рабочих дней, что требует четкого соблюдения графика и рационального использования ремонтного оборудования [13, 14, 15].

Кроме того, сушка шин перед ремонтом, которая является подготовительной операцией, также занимает много времени. В частности, сушка может выполняться естественным путем, которая занимает до 7 суток для шин диагональной конструкции, для шин радиальной конструкции достаточно 3-5 дней. Для ускорения процесса допускается сушить место повреждения специальной лампой или струей подогретого воздуха с применением тепловентилятора. При этом нельзя допускать прогрева резины выше 80°C. Для радиальных шин достаточно одного дня сушки с применением тепловентилятора, для диагональных - 2-3 дня [11].

Все это создает значительную нагрузку на ремонтный персонал и требует длительного вывода шины из эксплуатации, что особенно критично в условиях непрерывной работы горнодобывающих предприятий. В связи с этим одной из ключевых проблем остается недостаточная автоматизация отдельных этапов технологического процесса.

Актуальными направлениями для дальнейших исследований и разработок являются внедрение роботизированных систем механохимической обработки, автоматизация нанесения ремонтных материалов, а также цифровизация контроля параметров вулканизации. Повышение уровня автоматизации и внедрение интеллектуальных технологий позволят сократить сроки восстановления, минимизировать влияние человеческого фактора и повысить стабильность качества ремонта.

При этом, как альтернативный вариант можно двигаться в направлении совершенствования конструкции шин в целом, чтобы уменьшить их износ при эксплуатации.

К примеру, в 1950–1960-х годах проводились эксперименты по созданию шин со

съемным протектором, который изготавливался в виде отдельных колец, надеваемых на каркас ненадутой шины. Главной предпосылкой таких разработок было стремление снизить эксплуатационные расходы, поскольку протектор — наиболее изнашиваемый элемент шины.

Несмотря на то, что грузовые шины подобной конструкции были запущены в серийное производство и использовались на практике, широкого распространения среди водителей они не получили. Свидетельства очевидцев указывают на серьезные недостатки: кольца нередко плохо фиксировались на каркасе, особенно при снижении давления, что приводило к их смещению и даже слетанию во время движения. При движении на высокой скорости происходило проскальзывание колец, вызывавшее сильный нагрев, вплоть до самовозгорания. Особую опасность такие шины представляли при эксплуатации на неровных дорогах, в условиях глубокой колеи или при пересечении железнодорожных путей. Подобные условия требовали постоянного контроля за положением колец, так как они могли повредить каркас или полностью сойти, что влекло за собой необходимость частых остановок для проверки. Кроме того, как и большинство радиальных шин того периода, эти модели имели слабозащищенную боковину, уязвимую к механическим повреждениям в виде ударов и порезов [18, 19].

На фоне подобных ограничений интерес представляет современное решение от компании MICHELIN — безвоздушное колесо X-Tweel. В отличие от традиционной шины, оно представляет собой монолитную конструкцию, не требующую воздуха. Упругое наружное кольцо с протектором закрепляется к металлическому диску через систему прочных полиуретановых мембран, обеспечивающих эффективную амортизацию неровностей. Дополнительный жесткий слой под протектором обеспечивает устойчивое и равномерное сцепление с дорожным покрытием, способствуя эффективной передаче крутящего момента. Немаловажно, что протектор может восстанавливаться как методом холодной, так и горячей вулканизации многократно [20, 21].

Следует отметить, что указанные техни-

ческие решения преимущественно реализуются в конструкции шин легковых и обычных грузовых автомобилей. При этом в открытых источниках отсутствуют данные об их использовании на карьерных автосамосвалах, что указывает на необходимость проведения дополнительных научных исследований в данном направлении.

Заключение. Таким образом, шины карьерных автосамосвалов являются не только критически важным элементом транспортной системы при открытой добыче полезных ископаемых, но и источником значительных эксплуатационных затрат. Проведенный анализ показал, что износ шин обусловлен комплексом факторов: от особенностей конструкции и условий эксплуатации шин до характера дорожного полотна. Наиболее уязвимыми зонами являются протектор и боковины, а характер повреждений — разнообразный, что требует гибкого и технологически обоснованного подхода к ремонту в каждом отдельном случае.

Метод горячей вулканизации, как основная технология восстановления крупногаба-

ритных и сверхкрупногабаритных шин, доказал свою эффективность, обеспечивая продление срока службы изделия и восстановление его эксплуатационных характеристик. Успешное применение данного метода возможно лишь при строгом соблюдении технологических регламентов на всех этапах — от диагностики и подготовки до термообработки и косметического восстановления. С учетом высокой стоимости новых шин и экономической целесообразности их ремонта, развитие и совершенствование технологий горячей вулканизации остается приоритетным направлением в сфере технического обслуживания карьерной техники.

Вместе с тем, трудоемкость и времязатраты требуют проведения дальнейших исследований, направленных на автоматизацию и оптимизацию процесса ремонта и восстановления крупногабаритных шин. Другим перспективным направлением является внесение научно обоснованных изменений в конструкцию шин либо самих колес, направленных на повышение их износостойкости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мухитдинов А.А., Юсупов У.Б. Оценка влияния продольного уклона карьерных дорог на ресурс крупногабаритных шин // Механика ва технология илмий журналы, Т-2023, №2 (11). С. 92-103.
2. Горюнов С.В. Функциональная модель прогнозирования долговечности шин карьерных автосамосвалов // Известия МГТУ «МАМИ» №2 (16), 2013, т. 1. С. 149-154.
3. Мухитдинов А.А., Юсупов У.Б. Оценка влияния продольного уклона карьерных дорог на ресурс крупногабаритных шин // Механика ва технология илмий журналы, Т-2023, №2 (11). С. 92-103.
4. Кульпин А.Г., Стенин Д.В., Кульпина Е.Е. Исследование потока отказов крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов (Investigation of large tires failure flow of quarry dump trucks) // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2017. № 6, С.162-167. DOI: 10.26730/1999-4125-2017-6-1-162-167.
5. Юсупов У.Б., Мухитдинов А.А. Результаты анализа маршрутов технологических дорог карьера Мурунтау НГМК. // International journal of theoretical and practical research. Year: 2022 Issue: 12 Volume: 2. P. 9-17.
6. Топалиди В.А., Юсупов У.Б. Износостойкость шин специализированного автотранспорта в карьерных условиях. Т.: Издательство «Avtomsan», 2021. 134 с.
7. Юсупов У.Б., Мухитдинов А.А. Разработка методики прогнозирования ресурса шин специализированного автотранспорта в карьерных условиях. Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития. Монография. Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2023. С. 168-191.

8. Ефимов В.И., Кротилов О.В. Оценка эффективности эксплуатации крупногабаритных шин на угольных разрезах ОАО «ХК «СДС-Уголь» // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2013. Вып. 2. С. 112-117.
9. Руководство по эксплуатации карьерных и промышленных шин радиальной и диагональной конструкции. Белшина-2024. 49 с (<https://www.belshina.by/cn/about-company/dlya-potrebitelya>).
10. Комбинированный ремонт КГШ пластырями SB и S. Данные с сайта Rossvik (<https://rossvik.ru/technological-maps/kombinirovanny-remont-kgsh-plastyryami-sb-i-s/>).
11. Технологическая инструкция по ремонту шин карьерной и внедорожной техники методом горячей вулканизации ООО «Термопресс».
12. Как устроена шина. Данные с сайта Rossvik (https://rosava.com/ru/useful_tips/yak-vlashtovana-avtomobilna-shina).
13. Данные с сайта компании ExpaTech (<http://www.expt.ru/f2.htm>).
14. Щадов И.М., Конюхов В.Ю., Чемезов А.В., Беляевская Т.С. Эффективность восстановления крупногабаритных шин, эксплуатируемых на горных предприятиях // Вестник ИрГТУ №8 (103). 2015. С. 220-227.
15. Юрий Воронков. Ремонт крупногабаритных шин. Данные с сайта dprom.online (<https://dprom.online/unsolution/remont-krupnogabaritnyh-shin/>).
16. Скорняков Э.С., Кваша Э.Н., Хоменя А.А., Бойков В.П. Эксплуатация и ремонт крупногабаритных шин. – М.: Химия, 191. С. 128.
17. Ремонт КГШ веерным пластырем TRS с заворотом через бортовое кольцо. Данные с сайта Rossvik (<https://rossvik.ru/technological-maps/remont-kgsh-veernym-plastyrem-trs-s-zavorotom-cherez-bortovoe-koltso/>).
18. Данные с сайта Дзен (<https://dzen.ru/a/YQlP8FEL-mJ4poWZ>).
19. Данные с порталов Glots.uz и Stroyka.uz.
20. Кучумова А. И снова о крупных шинах: нудно уметь крутиться. Данные с сайта dprom.online (<https://dprom.online/unsolution/i-snova-o-krupnogabaritnyh-shinah-nado-umet-krutitsya/>).
21. Кучумова А. Совершенно здоровые шины // «Добывающая промышленность» №4 (16). 2019 (<https://dprom.online/mtindustry/sovershenno-zdorovye-shiny/>).

UO‘K: 622.271.3:622.271.72

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.23

PANEL QAZIB OLISHDA GORIZONTLAR O‘RTASIDAGI MASOFA VA XAVFLI DEFORMATSIYALARNI BOSHQARISH



**Nomdorov Rustam
Uralovich**

Qarshi davlat texnika universiteti
“Geologiya va konchilik ishi”
kafedrası, t.f.f.d., dotsenti, Qarshi,
O‘zbekiston

E-mail: rustamnmdorov@mail.ru
ORCID ID: 0009-0000-6987-8995



**Olimov Farusxon
Muzaffar o‘g‘li**

Qarshi davlat texnika universiteti
“Geologiya va konchilik ishi”
kafedrası, t.f.f.d., dotsenti, Qarshi,
O‘zbekiston

E-mail: farusxon@mail.ru
ORCID ID: 0009-0003-3787-3657



**Xasanov Shahzod Rasul
o‘g‘li**

Qarshi davlat texnika universiteti
“Geologiya va konchilik ishi”
kafedrası, assistent, Qarshi,
O‘zbekiston

E-mail: Hasanovshaxzod560@gmail.com



**Eshnazarov Mustaf o
Shaymardonovich**

Rossiya davlat MTU Moskva
po‘lat va qotishmalar instituti
Olmaliq filiali doktoranti, Toshkent,
O‘zbekiston

E-mail: mustafae132@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-3553-2800

Annotatsiya. Ushbu maqolada asosan, tayyorlov lahimlarining turg‘unligini ta‘minlash, saqlash seliklarining o‘lchamini aniqlash va himoya usullarini tanlash kabi masalalar muhokama qilinadi. Tayyorlov lahimlarini muhofaza qilish va mustahkamlash usullari: Qazib olish jarayonida saqlash seliklarini yetarli o‘lchamda qoldirish zarur. Bu yerda qatlamlar va ishchi gorizontlarning joylashishi, turg‘unlik hisoblashlari, va yuklamalarni kamaytiruvchi lahimlar kabi usullar ta‘kidlanadi. Tayyorlov lahimlarining turg‘unligini hisoblashda kon-geologik va kon-texnik sharoitlarni baholash, shift va muhofaza seligining o‘lchamini aniqlash muhimdir. Kon qazish ishlarini bajarishda tayyorlov lahimining shift-ost konvergentsiyasi hisoblanadi va hisoblangan konvergentsiyaga qarab himoya usullari va materiallar tanlanadi. Agar qabul qilingan variant bo‘yicha tayyorlov lahimi turg‘unligini ta‘minlash imkoni bo‘lmasa, qalinroq tog‘ jinslari to‘plamini qoldirish, selik o‘lchamlarini oshirish kabi boshqa variantlar ko‘rib chiqiladi. Tayyorlov lahimlarini loyihalashda, ularning o‘lchamlarini aniqlashda qatlamning qazish chuqurligi, texnologiyalari va sharoitlari hisobga olinadi. Bu bilan kon gazlarini qazish va ularni himoya qilish jarayonida optimal yechimlar izlanadi.

Kalit so‘zlar: kapital lahimlar, mustahkamlash, muhofaza usullari, qazish ishlari, ekvivalent quvvat, ankerli mahkamlash, shift-ost konvergentsiyasi, kompensatsion o‘yiqlar, texnologik mustahkamlik, siqilish mustahkamligi, lahimlarning barqarorligi.

УПРАВЛЕНИЕ РАССТОЯНИЕМ МЕЖДУ ГОРИЗОНТАМИ И ОПАСНЫМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ ПРИ ПАНЕЛЬНОЙ ДОБЫЧЕ

**Номдоров Рустам
Уралович**

PhD, доцент, Каршинский
государственный технический
университет, Карши,
Узбекистан

**Олимов Фарусхон
Музаффар угли**

PhD, доцент, Каршинский
государственный технический
университет, Карши,
Узбекистан

**Хасанов Шахзод Расул
угли**

Ассистент, Каршинский
государственный технический
университет, Карши,
Узбекистан

**Эшназаров Мустафа
Шаймардонович**

Докторант, Алмалыкский филиал
Московского института стали и
сплавов Российского
государственного НИТУ,
Ташкент, Узбекистан

Аннотация. В данной статье в основном обсуждаются такие вопросы, как обеспечение устойчивости подготовительных выработок, определение размеров предохранительных целиков и выбор методов защиты. Способы защиты и укрепления подготовительных выработок: В процессе разработки необходимо оставлять предохранительные целики достаточного размера.

Здесь подчеркиваются такие методы, как размещение пластов и рабочих горизонтов, расчеты устойчивости и выработки, снижающие нагрузки. При расчете устойчивости подготовительных выработок важно оценить горно-геологические и горнотехнические условия, определить размеры потолка и защитного целика. При выполнении горных работ рассчитывается потолочно-подповерхностная конвергенция подготовительной выработки и в зависимости от рассчитанной конвергенции выбираются способы защиты и материалы. Если по принятому варианту невозможно обеспечить устойчивость подготовительной выработки, рассматриваются другие варианты, такие как оставление более толстого набора горных пород, увеличение размеров целиков. При проектировании подготовительных выработок и определении их размеров учитываются глубина разработки пласта, технологии и условия. Это позволяет искать оптимальные решения в процессе добычи и защиты горных газов.

Ключевые слова: Капитальные выработки, укрепление, методы защиты, горные работы, эквивалентная мощность, анкерное крепление, потолочно-подпольная конвергенция, компенсационные выемки, технологическая прочность, прочность на сжатие, устойчивость выработок.

MANAGING THE DISTANCE BETWEEN HORIZONTS AND DANGEROUS DEFORMATIONS IN PANEL MINING

Nomdorov Rustam
Uralovich

PhD, Docent, Karshi State
Technical University, Karshi,
Uzbekistan

Olimov Faruskhon
Muzaffar ugli

PhD, Docent, Karshi State
Technical University, Karshi,
Uzbekistan

Khasanov Shahzod Rasul
ugli

Department of "Geology and
Mining" of Karshi State Technical
University, assistant, Karshi,
Uzbekistan

Eshnazarov Mustafa
Shaimardonovich

Doctoral student, Almalyk branch
of the Moscow Institute of Steel and
Alloys, Russian State Research
Institute of Steel and Alloys,
Tashkent, Uzbekistan

Abstract. This article primarily discusses issues such as ensuring the stability of preparatory workings, determining the dimensions of safety seals, and selecting protection methods. Methods of protecting and reinforcing preparatory workings: During development, it is necessary to leave safety seals of sufficient size. Here, methods such as layers and working horizons placement, stability calculations, and load-reducing workings are emphasized. When calculating the stability of preparatory workings, it is important to assess the mining-geological and mining-technical conditions, determine the dimensions of the ceiling and protective seal. When performing mining operations, the ceiling-subsurface convergence of the preparatory work is calculated, and depending on the calculated convergence, protection methods and materials are selected. If, according to the adopted option, it is impossible to ensure the stability of the preparatory workings, other options are considered, such as leaving a thicker set of rocks, increasing the dimensions of the seams. When designing preparatory workings and determining their dimensions, the depth of formation development, technology, and conditions are taken into account. This allows for the search for optimal solutions in the process of extracting and protecting rock gases.

Keywords: capital workings, reinforcement, protection methods, mining operations, equivalent power, anchor fastening, ceiling-underground convergence, compensating grooves, technological strength, compressive strength, stability of workings.

Кириш. Тог'кон sanoati, xususan yer osti qazib olish tizimlari, yuqori xavf va murakkabliklarga ega bo'lgan sohalardan biri bo'lib, unda amalga oshiriladigan ishlar nafaqat kon resurslarini samarali qazib olishni ta'minlash, balki er ostidagi ishlov berish jarayonlarida xavfsizlikni ham muhim o'rin tutadi. Qazib olish jarayonida yuzaga kela-

digan geologik va texnik sharoitlar, tog' jinslarining xususiyatlari va qazib olinayotgan qatlamlarning o'ziga xosliklari, qazish tizimlarini loyihalash va muhofazalashda alohida yondashuvlarni talab qiladi. Maqsad – kon ishlarini olib borishda barqarorlikni ta'minlash, xavfli deformatsiyalarning oldini olish, hamda kerakli himoya va mustahkamlash

chora-tadbirlarini qo'llash orqali resurslarni samarali va xavfsiz qazib olishdir. Panel va kamerali qazib olish tizimlarining muvaffaqiyatli ishlashini ta'minlash uchun, qatlamlar oralig'ida qazib olish jarayonlarini va ularning texnologik xususiyatlarini aniq hisoblash, saqlash seliklarining o'lchamlarini to'g'ri belgilash va zarur himoya usullarini tanlash zarur [1].

Bu maqolada, qazib olish jarayonlarining turg'unligini ta'minlash uchun zarur bo'lgan usullar, himoya materiallari va texnologik yechimlar haqida so'z yuritiladi. Shuningdek, kon-lahim tizimlarining turg'unligini saqlashda kon-geologik va kon-texnik sharoitlarning ta'siri, shuningdek, yuqori va pastki gorizontlar o'rtasidagi konvergensiya jarayonlari va deformatsiyalarning oldini olish masalalari muhokama qilinadi. Ushbu tadqiqotlar, qazib olish tizimlarining xavfsizligi va samaradorligini oshirishga yordam beradi, hamda yer osti ishlari jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan texnogen buzilishlarni minimallashtirishga qaratilgan amaliy tavsiyalarni ishlab chiqishga imkon yaratadi.

Metodologiya. Ushbu tadqiqotda, tog'-kon sanoatida qazib olish tizimlarining samaradorligini va xavfsizligini oshirish maqsadida panel va kamerali qazib olish usullarining muhofaza va mustahkamlash chora-tadbirlarini tahlil qilish, shuningdek, kon-geologik va kon-texnik sharoitlarga mos ravishda qazish jarayonlarini optimallashtirish yuzasidan metodologiya ishlab chiqildi [2].

1. Qazib olish tizimlarining modelini tuzish:

Panel va kamerali qazib olish tizimlarini ishlashini tahlil qilish uchun olingan kon ma'lumotlariga asoslangan statistik modellardan foydalanildi. Bu model qaziladigan qatlamlarning geologik xususiyatlari, qatlamlar o'rtasidagi masofa, tog' jinslarining siljish tezligi va boshqa parametrlarni inobatga olgan holda qazish tizimlarini optimallashtirish uchun asosiy ko'rsatkichlarni belgilaydi. Panel ichidagi selik kengligi va qazib olish ustunlarini to'g'ridan-to'g'ri va kombinatsiyalangan tartibda qazib olishda texnologik qazishlarni hisobga olish hamda himoya butunlik kengliklarini aniqlashda maxsus hisoblash formulalari qo'llanildi.

2. Qazish va himoya tizimlarining tahlili:

Panel qazilmalarining uzoq xizmat qilish

muddatini va selik kengligini hisobga olish uchun quyidagi omillar hisobga olindi:

- Qatlamlar o'rtasidagi masofa va qazib olish tizimining samaradorligi.
- Qazish ustunlarining to'g'ridan-to'g'ri yoki kombinatsiyalangan tartibda qazilishi natijasida panel lahimlarining butunlik kengligining o'zgarishi.
- Qazilayotgan qatlamlar va gorizontlar orasidagi deformatsiya zonalari va ularga ta'sir ko'rsatuvchi omillar.

Panel kon lahimlari va qazish ustunining juftlashgan kon lahimlari orasidagi tasmali seliklarning kengligi va kompensatsion o'yiqlarning himoya usullari ko'rib chiqildi, hamda kon-geologik sharoitlar asosida zarur bo'lgan himoya materiallari va usullari aniqlanadi.

3. Qazib olishning xavfsizlik parametrlarini hisoblash:

Xavfli deformatsiyalar zonalarining kengligini aniqlashda yuqori va pastki gorizontlar o'rtasidagi siljish va kuchlanishlarning qayta taqsimlanishini hisobga olishga alohida e'tibor qaratildi. Bunda:

- Pastki gorizontda kon ishlarini olib borish chuqurligi (H) va gorizontlar orasidagi tog' jinslarining qalinligi (hrop) o'lchandi.
- Qazib olingan gorizontning tayanch bosim zonasining uzunligi (L) va xavfli deformatsiyalar zonasining kengligi (Dm, Do) formulalari yordamida hisoblandi.

4. Qazib olish ta'sir zonasining tahlili:

Qaziladigan va qazilayotgan gorizontlardagi kon lahimlarining joylashuvi va qazish ta'sir zonasining chegaralari aniqlandi. Gorizontlar o'rtasidagi masofa kamera balandligining kamida 40 barobarini tashkil etishi kerakligi asosida, yuqori va pastki gorizontlar o'rtasidagi masofalar, shuningdek, tekshirilgan kon lahimlarining xavfsizligini ta'minlash uchun kerakli himoya va mustahkamlash chora-tadbirlarining samaradorligi baholandi.

5. Qazib olish jarayonida kuzatuv va monitoring:

Ustunli tizim bilan qazib olish jarayonida, kon nazorati xodimlari tomonidan amaldagi kon lahimlarining holatini kuzatib borish va xavfsizligini

ta'minlash uchun muntazam monitoring o'rnatildi. Shuningdek, "Tuz konlarini yer osti usulida qazib olishda sanoat xavfsizligini ta'minlash qoidalari"ga muvofiq, zaruriy xavfsizlik choralari belgilandi.

6. Mustahkamlash va himoya usullari:

Qazilmagan massivlarda lahim o'tkazilganda, himoya va mustahkamlash ishlari qazib olishdan oldin amalga oshirildi. Qaziladigan massivda tayyorlov lahimlarini o'tkazish jarayonida esa himoya va mustahkamlash ishlari birgalikda bajarildi. Mustahkamlash uchun aniq kon-geologik va kon-texnik sharoitlar asosida himoya materiallari va usullari tanlandi.

Tadqiqot natijalar. Qazib olishning ustunli tizimining qazib olingan bo'shlig'iga tutashgan tayyorlov lahimlari uchun saqlash seliklarining o'lchamlarini aniqlash

Kameraning panel, qazish yoki bort shtreklarini muhofazalash uchun seliklarning o'lchamlari yotish chuqurligiga, qatlamni qazishning qo'llaniladigan texnologiyasiga va lahimlarni muhofazalash sharoitlariga qarab belgilanadi.

Tayyorlov lahimlarini ilgari qazib bo'lingan qazish ustuni bilan chegarada muhofazalash uchun butunlik kengligi (a):

- qo'shni ustunlarda qazish ishlari 500 m gacha oldinlashganda 1-rasmdagi grafiklar bo'yicha yoki quyida keltirilgan tegishli ifodalardan qabul qilinadi:

1-grafik uchun $a = 0,0003H^2 - 0,07H + 17$, m $300 < H \leq 700$ m (1)

2-grafik uchun $a = 0,0003H^2 - 0,09H + 22$, m $300 < H \leq 700$ m (2)

3-grafik uchun $a = 0,0002H^2 - 0,05H + 16$, m $300 < H \leq 750$ m (3)

4-grafik uchun $a = 0,0002H^2 - 0,056H + 13$, m $350 < H \leq 850$ m (4)

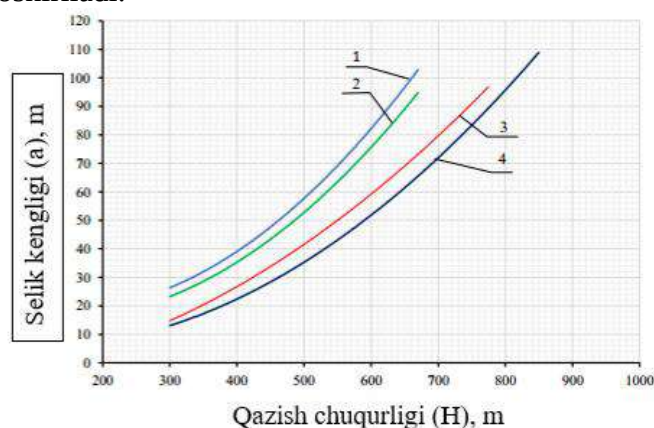
bu yerda H - qazish chuqurligi, m;

- qo'shni ustunlarda qazish ishlari 500 m dan oldinda bo'lsa, 1-rasmdagi grafiklar yoki (1-4) ifodalar bo'yicha tanlangan selik kengligi 25% ga ortishi kerak;

- himoya seligining konturida loyiha bo'yicha panelning butun uzunligi bo'ylab kamera bort shtrekiga parallel o'tilgan to'ldirish va boshqa yordamchi lahimlar joylashgan taqdirda, selik o'lchamini ushbu lahimlarning umumiy kengligiga oshirish kerak;

- panelda qazish ustunlarini to'g'ridan to'g'ri

yoki kombinatsiyalangan tartibda qazib olishda selikda o'tkazilgan texnologik qazishlarni hisobga olgan holda panel ichidagi selik kengligi, shuningdek panel qazilmalarining uzoq xizmat qilish muddatini hisobga olgan holda 60% ga oshiriladi.



Rasmdagi grafik raqami	Tayyorlov lahimlarini muhofazalash sharoitining tavsifi	
1	Panel konveyer va transport shtreklari, yuklamani kamaytirish lahimi, kamera bort shtreklarini o'z ichiga olgan yaqinlashgan lahimlar guruhi	
2	Panel konveyer va transport shtreklari, kameraning bort shtreklarini o'z ichiga olgan yaqinlashtirilgan lahimlar guruhi	
3	Panelni konveyer va transport shtreklari, uchta kompensatsion o'yiqlari bilan himoyalangan kameraning bort shtrekini o'z ichiga olgan yaqinlashtirilgan lahimlar guruhi	
4	Kameraning yuklamani kamaytirish lahimi va bort shtrekini o'z ichiga olgan yaqinlashgan lahimlar guruhi	

1-rasm. Qo'shni panellarni qazish chegarasida lahimlarni mustahkamlashda saqllovchi seliklarning o'lchamlarini tanlash uchun grafiklar.

Qatlamni qatlamlarga ajratish va qatlamli kameralarni alohida tayyorlash yoki kombinatsiyalashgan tizim bilan qazib olishda panel lahimlarini muhofazalash uchun butunlik kengligi:

- 500 m dan yuqori qatlamlarda qazish ishlari oldinlaganda 1-jadval bo'yicha qabul qilinadi;

1-jadval

Panel lahimlarini muhofazalash uchun selik kengligini tanlash

Qazish chuqurligi (H), m	400	500	600	700	800	900
Selik kengligi (a), m	25	35	45	55	65	75

- 500 m va undan kam qatlamlarda va 800 m dan ko'p bo'lmagan chuqurlikda qazib olishda, 1-

jadvalda keltirilgan seliklarning o'lchamlari (a) 30% ga kamayadi;

- qazish ustunlarini to'g'ridan to'g'ri qazib olishda panellarda 1-jadvalda keltirilgan seliklarning o'lchamlari 60% ga ortadi.

Panel kon lahimlari va qazish ustunining

juftlashgan kon lahimlari (konveyer va transport shtreklari o'rtasida) orasidagi tasmali seliklarning kengligi kamida quyidagicha qabul qilinishi kerak:

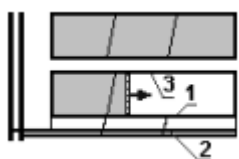
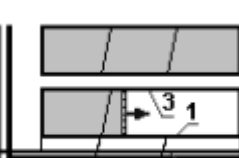
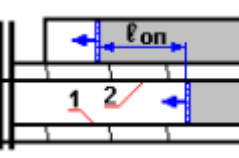
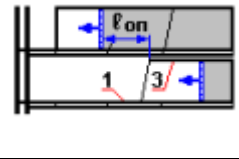
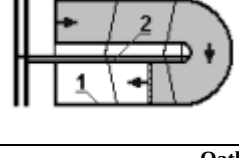
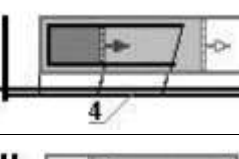
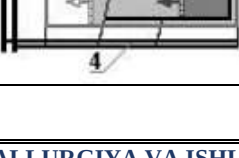
400-600 m chuqurlikda 3,0 m;

600-800 m chuqurlikda 5,0 m;

800 m dan yuqori chuqurlikda 10,0 m.

2-jadval

Tayyorlov lahimlarida "shift-ost" konvergentsiyasini hisoblash formulalari

Kon lahimini o'tish sxemasi	"Shift-ost" konvergentsiyasi, U, mm	Formula raqami
1	2	3
Bir qatlamli qazish yoki qatlamning to'liq qalinligicha qazib olish		
	<u>Panelni qazib olishning to'g'ri tartibi:</u> 1 - xususiy kameraning vaqtinchalik tayanch bosimi ta'sir zonasida massiv tomonidan qazib olish $U = (V_0 t + U_1) \cdot K_1 K_2 h$ (U_1 ni aniqlashda butunlik kengligi 0 ga teng);	(6)
	2 - xususiy kameraning vaqtinchalik va qoldiq tayanch bosimi ta'sir zonasida massiv tomonidagi lahim $U = (V_0 t + U_1' + U_2') \cdot K_1 K_2 h$ 3 - qo'shni kameraning qoldiq tayanch bosimi va xususiy kameraning vaqtinchalik tayanch bosimi ta'sir zonasidagi lahim $U = (V_0 t + U_2 + U_2') \cdot K_1 K_2 h$	(7)
	<u>Panelni teskari tartibda qazish:</u> 1 - xususiy kameraning vaqtinchalik tayanch bosimi ta'sir hududidagi lahim; 2 - qo'shni kameraning vaqtinchalik va qoldiq tayanch bosimi va xususiy kameraning vaqtinchalik tayanch bosimi ta'sir zonasidagi lahim $U = [V_0 t + U_1' + K_{on} (U_2' + U_2)] \cdot K_1 K_2 h$ (K_{on} - 4-jadvalga qarang) Izoh: (9) formulada K_{on} koeffitsiyenti yonma-yon lahim ustuni kamerasining qoldiq tayanch bosimi va o'z lahim ustuni kamerasining vaqtinchalik tayanch bosimini lahim ustunlaridagi qazish ishlarining ilgari lanish kattaligiga bog'liq ravishda birgalikda ta'sir etish davomiyligini hisobga oladi (lon)	(6)
	<u>Panelni teskari tartibda qazish:</u> 1 - vaqtinchalik tayanch bosim ta'sir zonasida xususiy kameraning lahim; 3 - qazish bosqichma-bosqich amalga oshiriladi, bunda qo'shni qazish ustuni kameradan orqada qoladi $l_{on} < 500 \text{ m}, U = (U_2' + U_2) K_1 K_2 h,$ $l_{on} \geq 500 \text{ m}, U = U_2 K_1 K_2 h$	(6) (10) (11)
	<u>Panelning kombinatsiyalangan tartibda qazish:</u> 1 - vaqtinchalik tayanch bosim ta'sir zonasidagi xususiy kameraning lahim; 2 - lahim ustuni to'g'ri qazib olishda vaqtinchalik va qoldiq tayanch bosimi ta'sir zonasida lahim va qazish ustuni teskari tartibda qazib olishda vaqtinchalik tayanch bosimi ta'sir zonasidagi lahim ($K_{on} = 1$)	(6) (9)
Qatlamli konlarni alohida tayyorlagan kameralar holida qatlamli qazib olish		
	<u>Panelni qazib olishning to'g'ri tartibi:</u> 4 - yuqori va pastki lavlarning vaqtinchalik va qoldiq tayanch bosimlari ta'sir zonasidagi lahim $U = (V_0 t + U_1'' + U_2'' + U_1''' + U_2''') \cdot K_1 K_2 h$	(12)
	<u>Panelni teskari tartibda qazish:</u> 4 - yuqori kameraning vaqtinchalik va qoldiq tayanch bosimi ta'sir zonasidagi lahim $U = (V_0 t + U_1'' + U_2'') \cdot K_1 K_2 h$	(13)

Panel lahimlaridan biridagi yon kompensatsion o'yiqlari himoya usuli sifatida qo'llanilganda ular orasidagi butunlik kengligi kamida 4 m, ikkita yonma-yon panel lahimlarida yon o'yiqlarni kesishda yoki qazish ustuni lahimlarida kamida 5 m bo'lishi kerak.

Kamerali qazib olish tizimining qazib olingan bo'shlig'iga tutashgan tayyorlov kon lahimlari uchun himoya butunligining kengligini hisoblash [3].

Kameraning qazib olingan bo'shlig'iga tutashgan ustunli qazib olish tizimining tayyorlov lahimlarini o'tkazishda kengligi quyidagi ifodadan aniqlanadigan muhofazalovchi selik qoldiriladi:

$$a = a_{\max} - \frac{a_{\max} - a_{\min}}{t_z - t_a} (t_i - t_a), \text{ m}$$

$$0 < t_i \leq t_z \text{ m} \quad (5)$$

bu yerda a – saqlovchi selikning kengligi, m;

$a_{\max}$ – qazilayotgan tog' jinslarining siljishning faol bosqichiga kirishish paytidagi selikning maksimal o'lchami, m;

$a_{\min}$ – qazilayotgan tog' jinslari siljish jarayonining so'nish bosqichiga kirgandan keyingi selikning minimal o'lchami, m;

t_z – kamera tizimi bloklarini qazib olish tugallangandan to qazib olingan tog' jinslari siljish jarayonining so'nish bosqichiga kirgunga qadar bo'lgan vaqt, yil;

t_a – bloklarni kamerali tizimda qazib olish tugallangandan to qazib olingan tog' jinslari faol siljish bosqichiga kirgungacha bo'lgan vaqt, yil;

t_i – kamerali tizim tomonidan bloklarni qazish tugagan vaqtdan boshlab hisoblanadigan vaqt, yil.

$t_i > t_z$ vaqt intervali uchun kamerali va ustunli qazib olish tizimlari orasidagi himoya seligining kengligi 3,0-5,0 m ni tashkil qiladi.

(5) ifodaga kiruvchi kattaliklarning son qiymatlari 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

$a_{\max}$, $a_{\min}$, t_a , t_z ning sonli qiymatlari

Kamerali qazib olish tizimlari	$a_{\max}$, m	$a_{\min}$, m	t_a , yil	t_z , yil
- egiluvchan seliklar bilan	25,0	3,0	0,7	2,0
- I va II kaliyli gorizontlarda qattiq seliklar bilan	15,0	3,0	1,5	5,0
- III kaliyli gorizontda qattiq seliklar bilan	25,0	3,0	2,0	7,0

Lahimlarni muhofaza qilishning qo'shimcha chora-tadbirlari (kompensatsion o'yiqlar va yuklamani kaytirish lahimlar bilan) aniq kon-geologik va kon-texnik sharoitlar uchun o'tish va

mustahkamlash pasporti bilan belgilanadi. Tayyorlov lahimlarining turg'unligini hisoblash, muhofaza usullari va mustahkamlash vositalarini tanlash. Qazish ishlarini olib borishning tegishli sxemalarida lahimlarning oxirgi xizmat muddatiga kutilayotgan "shift-ost" konvergensiya 2-jadvalda keltirilgan formulalar (6-13) bo'yicha aniqlanadi [4].

K_{on} – koeffitsiyentining qiymatlari 4-jadval bo'yicha qabul qilinadi.

4-jadval

K_{on} koeffitsiyentining qiymatlari

Oldinlash (t_{on}), m	100 m gacha	100-200	200-300	300-400	400-500	500<
K_{on} qiymati	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

(6-13) formulalarda keltirilgan harfiy belgilarning izohi:

U – kon lahimining loyihaviy xizmat muddati uchun "shift-ost" konvergensiya, mm;

V_o – vaqtinchalik va qoldiq tayanch bosim zonasi (qazish ishlarining ta'sir zonasi) tashqarisida "shift-ost" konvergensiya'sining o'rtacha tezligi 5-jadval bo'yicha qabul qilinadi, mm/yil;

5-jadval

Qazish ishlarining ta'sir zonasidan tashqaridagi lahimning "shift-ost" konvergensiya'sining o'rtacha tezligi.

Qazish chuqurligi H, m	Lahimning xizmat qilish muddati t, yil.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Lahimlarning "shift-ost" konvergensiya'sining o'rtacha tezligi (V_o), mm/yil								
400	2,5	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0
500	5,5	3,7	3,0	2,8	2,6	2,4	2,3	2,3
600	8,5	5,7	4,7	4,2	4,0	3,8	3,6	3,5
700	11,5	7,8	6,4	5,7	5,4	5,1	5,0	4,8
800	14,0	9,8	8,0	7,3	6,8	6,5	6,3	6,0
900	17,0	12,0	9,8	8,7	8,1	7,7	7,5	7,2

t – lahimning xizmat muddati (saqlash vaqti), yil;

U_1 – xususiy kameraning vaqtinchalik tayanch bosimi zonasida massiv tomonidan lahimning "shift-ost" nisbiy konvergensiya, mm/m;

U_2 – xususiy kameraning vaqtinchalik tayanch bosimi zonasida qazib olingan qo'shni kamera bo'shlig'i tomonidagi lahimning "shift-ost" nisbiy konvergensiya, mm/m;

U_1' – yondosh kameraning vaqtinchalik tayanch bosimi zonasida lahimning "shift-ost" nisbiy konvergensiya, mm/m;

U_2' – yondosh kameraning qoldiq tayanch bosimi zonasidagi lahimning "shift-ost" nisbiy konvergensiya, mm/m;

U_1^B – yuqori qatlamdagi kameraning vaqtinchalik tayanch bosimi zonasidagi lahimning “shift-ost” nisbiy konvergensiya, mm/m;

U_2^B – yuqori qatlamdagi kameraning qoldiq tayanch bosimi zonasidagi lahimning “shift-ost” nisbiy konvergensiya, mm/m;

U_1^H – pastki qatlam kameraning vaqtinchalik tayanch bosimi zonasidagi lahimning “shift-ost” nisbiy konvergensiya, mm/m;

U_2^H – pastki qatlamdagi kameraning qoldiq tayanch bosimi zonasidagi lahimning “shift-ost” nisbiy konvergensiya, mm/m;

h – lahim balandligi, m;

K_1 – qo’shni kon lahimlarining ta’sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent (6-jadval);

K_2 – kon lahimining oraliq masofasini hisobga oluvchi koeffitsiyent, $b_{ekv}/b_{ekv.s}$ munosabatidan aniqlanadi, bu yerda b_{ekv} – kon lahimining ekvivalent oraliq masofasi, m;

6-jadval

Qo’shni kon lahimlari ta’sirini hisobga olish koeffitsiyentlari K_1

Selik kengligi a, m	Qazish chuqurligi H, m					
	400	500	600	700	800	900
K_1 koeffitsiyent						
Ikktalik lahim guruhlari						
3,0	1,1	1,12	1,16	1,20	1,25	1,30
5,0	1,04	1,06	1,14	1,18	1,22	1,27
10,0	1,0	1,0	1,07	1,12	1,14	1,18
Uchtalik lahim guruhlari						
3,0	1,49	1,52	1,57	1,63	1,70	1,78
5,0	1,25	1,27	1,37	1,42	1,46	1,52
10,0	1,20	1,20	1,28	1,34	1,37	1,45
To’rttalik lahim guruhlari						
3,0	1,76	1,79	1,85	1,92	2,0	2,08
5,0	1,46	1,48	1,60	1,65	1,71	1,78
10,0	1,29	1,29	1,50	1,57	1,60	1,70

K_{on} – qo’shni qazish ustuni kameraning qoldiq tayanch bosimi va xususiy qazish ustuni kameraning vaqtinchalik tayanch bosimi qazib olishga birgalikda ta’sir etish davomiyligini hisobga oluvchi koeffitsiyent, qazish ustunlarida qazish ishlarining oldinga siljish kattaligiga bog’liq ravishda (l_{op});

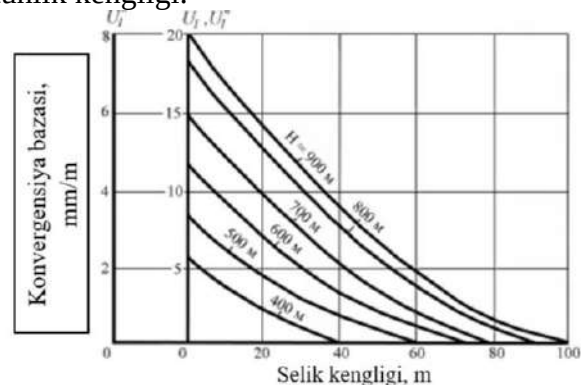
$b_{экв.с}$ – standart lahimning ekvivalent oraliq qismi bo’lib, u sifatida PKS-8 rusumli kombayn lahimi qabul qilingan ($b_{ekv.s} = 2,0$ m).

Izohlar

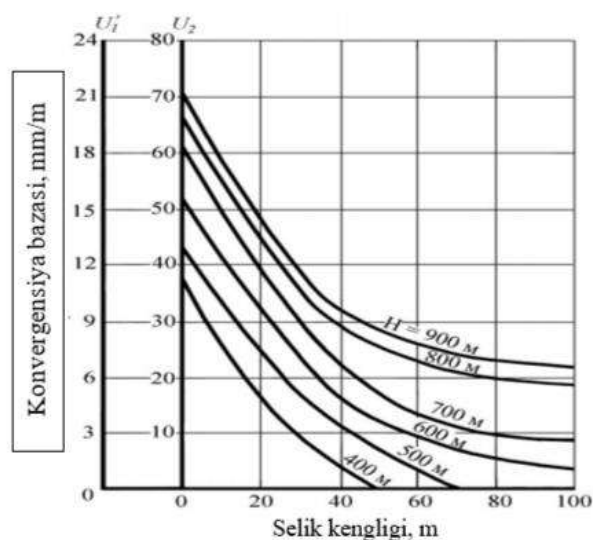
1. “Shift-ost” nisbiy konvergensiya sinifining qiymatlari tayanch bosimining hosil bo’lishiga turli xil ta’sirlarda 2, 3, 4-rasmlardagi nomogrammlar bo’yicha aniqlanadi.

2. Bort shtreklari uchun $U_1=0$ ni aniqlashda

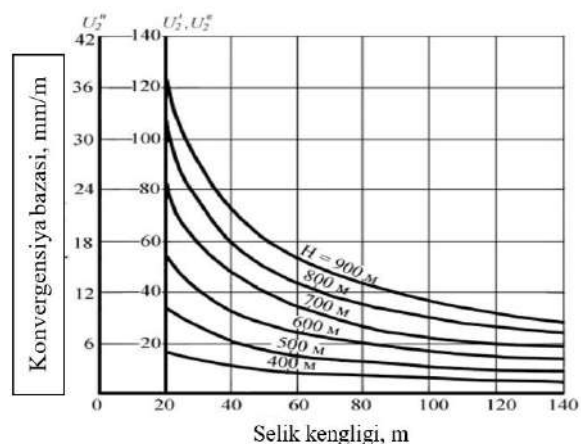
butunlik kengligi.



2-rasm. Vaqtinchalik tayanch bosim zonasida (massiv tomonidan) kon lahimining “shift-ost” konvergensiya siniflari – U_1, U_1^B, U_1^H .



3-rasm. Kameraning vaqtinchalik tayanch bosimi zonasidagi lahimning “shift-ost” konvergensiya siniflari (qazish maydoni tomonidan) - U_1', U_2 .



4-rasm. Kameraning qoldiq tayanch bosimi zonasidagi kon lahimining “shift-ost” konvergensiya siniflari U_2', U_2^B, U_2^H .

Kon lahimining loyihalashtirilgan xizmat muddati uchun muhofaza qilish usullari va mustahkamlash vositalari 7-jadvalga muvofiq “shift-ost” konvergentsiyasining hisoblangan qiymatidan kelib chiqqan holda tanlanadi.

7-jadval

Tayyorlov lahimlarini muhofaza qilish usullari va mustahkamlash vositalarini tanlash

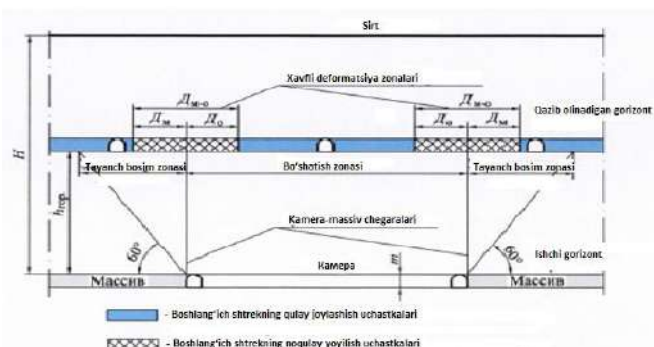
“Shift-ost” konvergentsiyasi ni hisobi U, m	Muhofaza qilish sharoiti	Muhofaza qilish usullari va mustahkamlash vositalari
$U \leq 0,03b$	Yengil	Kerak emas. Qo‘llanilmaydi.
$0,03b < U \leq 0,06b$	O‘rta	Ankerli mustahkamlagich, yuklamani kamaytiruvchi lahim yoki shiftdagi kompensatsiya tirgishi
$0,06b < U \leq 0,09b$	Og‘ir	Ankerli mahkamlagich, kompensatsion tirgishlar bilan birgalikda yuklamani kamaytiruvchi lahim. Panel lahimlari shiftida o‘yiqalar va zarur hollarda yon devorlarida ikkita o‘yiqalar o‘tkaziladi. Lahimlar orasidagi seliklar 5-10 m kenglikda qabul qilinadi.
$U > 0,09b$	O‘ta og‘ir	Ankerli mahkamlash, kompensatsion bo‘shliqlar (katta kenglikdagi o‘yiqalar) bilan birgalikda yukni tushiruvchi lahim. Tirgak yoki kombinatsiyalashgan mustahkamlagichlar, ostda kompensatsiya o‘yiqalari o‘rnatiladi. Panel lahimlari shiftida, asosida va ikki yon devorlarida o‘yiqalar o‘tkaziladi. Lahimlar orasidagi seliklar 10 m kenglikda qabul qilinadi. Lahimlarning kozirkalari va yon devorlari KA3 (KAB (3C)) ankerlari bilan mahkamlanadi.
Izoh - b - kon lahimining kengligi, m (planda murakkab geometrik shakldagi kon lahimlari uchun $b = b_{ekv}$).		

Uchinchi kaliy gorizonti qatlamini qatlamlab qazib olishda “bo‘shashgan” maydonlarining tayyorlov kon lahimlariga zararli ta’sirini kamaytirish uchun ular “Ustunli qazish tizimini qo‘llash bo‘yicha yo‘riqnoma”da belgilangan talablarga rioya qilgan holda tashkil etilishi kerak.

Qaziladigan va qazilayotgan gorizontlarda kon lahimlarini ratsional joylashtirish.

Kaliy tuzlari konida foydali qazilmalarni qazib olish bilan bog‘liq bo‘lgan tog‘-kon ishlarini olib borish qazilayotgan tog‘ jinslari massivida kuchlanishlarning qayta taqsimlanishiga va deformatsiyalarning rivojlanishiga olib keladi, buning natijasida intensiv (xavfli) deformatsiyalarning xarakterli zonalari, yuksizlanish zonalari, tayanch bosim zonalari va boshqalar paydo bo‘ladi. Ularda kon lahimlari massivning siljishi turli xil ta’sirga ega bo‘ladi. Qazilayotgan kameraning bevosita qazish maydoni ustida joylashgan tayyorlov lahimlarini o‘tishga,

qazilayotgan va qaziladigan gorizontlar o‘rtasidagi masofa kamera balandligining kamida 40 barobarini ta’minlashi sharti bilan yo‘l qo‘yiladi. Qazish ta’sir zonasining chegaralari yuqori gorizontda, qo‘shimcha qazuvchi kamera konturidan tashqarida, qo‘shimcha qazuvchi kamera chegaralarida gorizontga nisbatan qurilgan $\delta = 60^\circ$ siljish muldaning chegaraviy burchaklari bilan aniqlanadi (5-rasm).



5-rasm. Qaziladigan gorizontda kon lahimlarini ratsional joylashtirish sxemasi.

Gorizontlarda kon ishlarini o‘zaro yo‘naltirish shunday amalga oshirilishi kerakki, yuqori gorizontda qazib olish kon lahimlari, asosan, yuklama kamayish maydonida joylashishi kerak.

Yuqorida joylashgan gorizontda qo‘shimcha qazib olinayotgan kamera chegaralariga parallel joylashgan tayyorlov lahimlarini pastda joylashgan gorizontning kamera massivi chegarasidan xavfli (D_m , D_o) dan yuqori masofada joylashtirish kerak.

Massiv tomonga xavfli deformatsiyalar zonasining kengligi (D_m) quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$D_m = 0.25 \left(H \operatorname{tg} 60^\circ - \frac{H \operatorname{tg} 60^\circ - L}{H} (H - h_{\text{top}}) \right), \text{ m} \quad (14)$$

bu yerda H - pastki gorizontda kon ishlarini olib borish chuqurligi, m;

h_{top} - kon ishlarini olib borish uchastkasidagi gorizontlar orasidagi tog‘ jinslarining qalinligi, m;

L - qazilayotgan gorizontdagi vaqtinchalik tayanch bosim zonasining uzunligi, m.

Xavfli deformatsiyalar zonasining qazib olingan bo‘shliq tomon kengligi (D_o) quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$D_o = 0.15 \cdot h_{\text{top}}, \quad (15)$$

Intensiv (xavfli) deformatsiyalar zonasidagi tayyorlov lahimlarini lahim osti kameraning

chegarasiga nisbatan normal yoʻnalish boʻyicha yoʻnaltirish maqsadga muvofiq. Bunda lahimning uzunligi boʻyicha minimal uchastkalar lahimning zararli taʼsiriga uchraydi. Qazishning yuqori gorizontdagi kon lahimlari holatiga taʼsiri qazilgan togʻ jinslari massivida siljish va kuchlanishlarni qayta taqsimlash jarayonining faol bosqichida eng jadal namoyon boʻladi.

Qaziladigan gorizontda togʻ jinslarining siljish jarayonining faol bosqichining davomiyligi (T_a) kamera bevosita lahim ostida yoki undan eng qisqa masofada oʻtgan paytdan boshlab quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$T_a = \frac{m}{v} \sqrt{0.8 \left(\frac{l_{0q}}{h_{rop}} - 0.2 \right)}, \text{ sut}, \quad (16)$$

bu yerda m - kameradagi qatlamning qabul qilingangan qalinligi, m ;

l_{0q} - kameraning uzunligi, m ;

V_a - qazilgan togʻ jinslari massivining choʻkish tezligi, quyidagiga teng:

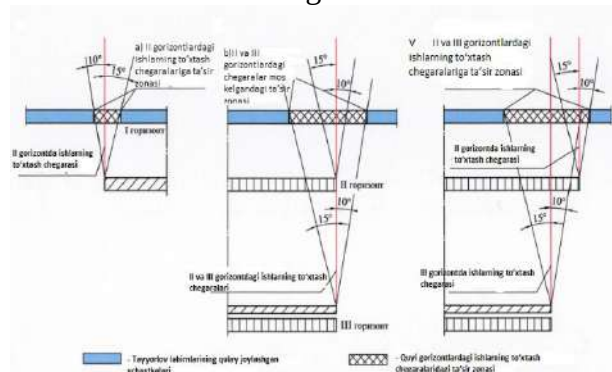
- 0,002 m/sut - taʼsirlanmagan massivga yakka kamera bilan qazilganda;

- 0,003 m/sut - massivga yakka kamera bilan qayta qazilganda;

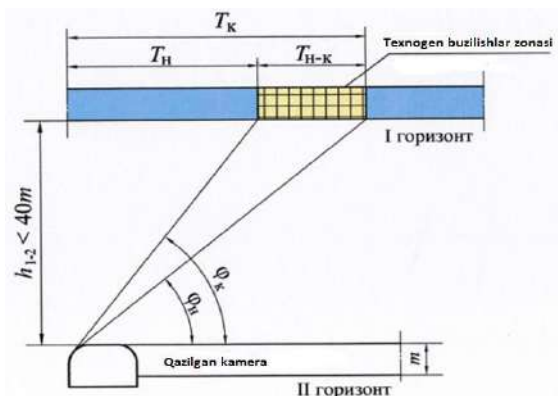
- 0,008 m/sut - massivga qoʻshni kameralar bilan qayta qazilganda.

Ustunli tizim bilan qazib olishning taʼsir hududida, togʻ jinslarining siljish jarayonining faol bosqichida, kon nazorati xodimlari tomonidan amaldagi kon lahimlarining holati kuzatib borilishi va ularning xavfsiz holatda saqlanishi taʼminlanishi lozim. Xavfli deformatsiyalar rivojlanadigan zonada, qazilayotgan gorizontda, qazib olingan paytdan boshlab ikki yil mobaynida kon lahimlarini 3,5 metrdan ortiq kengaytirishdan saqlanish lozim. Yuqori gorizontdagi togʻ jinslari massivining holatiga taʼsir koʻrsatadigan pastki gorizontlar ishlarini toʻxtatish chegaralaridagi qazib olish taʼsir zonalarini 6-rasmda keltirilgan sxemalar boʻyicha grafik tuzilish asosida aniqlanadi. Qazib olingan gorizontda tayyorlov lahimlarini pastki gorizontlardagi qazib olingan kamera ustunlariga parallel ravishda, qazib olish taʼsir zonalaridan tashqarida joylashtirilishi lozim. Pastki gorizontlarning ustunli qazib olish tizimi taʼsiri zonasiga tushadigan qazib olinayotgan tayyorlov lahimlarini muhofazalash usullari qazib olinayotgan kameraning ishlab chiqarish loyihasida koʻzda tutiladi. Qazilmagan massivda lahim oʻtkazilganda, himoya

va mustahkamlash ishlari lahimga taʼsir koʻrsatishidan bevosita oldin, yaʼni qaziluvchi kamera zaboyi himoyalangan lahimdan $0,5-0,7 \times h_{rop}$ masofada boʻlganda amalga oshiriladi. Qaziladigan massivda tayyorlov lahimlarini oʻtkazishda esa, himoya va mustahkamlash ishlari lahim oʻtkazilishi bilan birga bajariladi. Qatlamlar oraligʻining kattaligi pastki gorizontdagi kamera qazib olinadigan qalinligining 40 barobaridan kam boʻlgan hollarda, qazilgan togʻ jinslari massivining yuqori gorizontda siljish zonalarini va ochiq yoriqlar (texnogen buzilishlar) hosil qilgan holda juda tez choʻkish mumkin. Shu sababli, togʻ jinslari massividagi texnogen buzilishlar uchastkalarida kon lahimlarini joylashtirish tavsiya etilmaydi, faqat ularning kesishish hollari bundan mustasno. Texnogen buzilishlar zonalarini parametrlarini hisoblash sxemasi 7-rasmda keltirilgan.



6-rasm. II gorizontda (a) kon ishlarini toʻxtatish chegarasida, II va III gorizontlarda kon ishlarini toʻxtatish chegaralarining mos kelishi (b) va mos kelmasligi (v) holatlari uchun lahim taʼsir zonalarini aniqlash sxemasi.



7-rasm. II gorizontdagi kamera ustida joylashgan I kaliy gorizontining togʻ jinslari massividagi texnogen buzilish zonalarini parametrlarini hisoblash sxemasi.

I kaliyli gorizontning tog' jinslari massividagi texnogen buzilishlar zonasining parametrlari II gorizontning qazib olingan kamera maydonlari ustida quyidagi ifodalardan aniqlanadi:

$$T_n = h_{yil} C \operatorname{tg} \varphi_n, \text{ m} \quad (17)$$

$$T_k = h_{yil} C \operatorname{tg} \varphi_k, \text{ m} \quad (18)$$

$$T_{n-k} = T_n - T_k, \text{ m} \quad (19)$$

bu yerda:

T_n – II kaliy gorizontining qazib olingan maydoni chegarasidan I kaliy gorizontining tog' jinslar massividagi texnogen buzilishlar zonasining boshlanish nuqtasi, m;

T_k – II kaliy gorizontining qazib olingan maydoni chegarasidan I kaliy gorizontining tog' jinslar massividagi texnogen buzilishlar zonasining tugash nuqtasi, m;

T_{n-k} – II gorizont kameralarining qazib olingan maydoni ustidagi I kaliyli gorizontning tog' jinslari massividagi texnogen buzilishlar zonasining uzunligi, m;

h_{yil} - kon ishlari olib borilayotgan uchastkadagi I va II kaliyli gorizontlar orasidagi tog' jinslarining qalinligi, m;

φ_n – texnogen buzilishlar zonasi boshlanishining siljish burchagi, gradus.

$\varphi_n = 58^\circ$ - kameralarning bort shtreklari tomo-

nidan;

$\varphi_n = 64^\circ$ - kameraning montaj shtreki tomonidan.

φ_k - texnogen buzilishlar zonasi tugashining siljish burchagi, gradus.

$\varphi_k = 62^\circ$ - kameralarning bort shtreklari tomonidan;

$\varphi_k = 68^\circ$ - kameraning montaj shtreki tomonidan.

Texnogen buzilish zonalarini kesib o'tishda tayyorlov lahimlari, kon ishlarini xavfsiz olib borish chora-tadbirlarini o'z ichiga olgan loyiha asosida amalga oshiriladi.

Xulosa. Panelda qazib olish texnologiyasi va xavfsizlik choralari haqida batafsil ma'lumot berilgan. Qazib olish jarayonida selik kengligi, ustun o'lchamlari, kon lahimlarining joylashuvi va ularni himoyalash choralari muhim ahamiyatga ega. Gorizontlar orasidagi masofa va kuchlanishlarni hisobga olish, deformatsiyalarni oldini olish va xavfsiz harakatlanishni ta'minlash talab etiladi. Texnik talablar kon xavfsizligini, mustahkamlikni va samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi. Har bir loyiha kon-geologik sharoitga mos holda, alohida mustahkamlash pasportlariga asoslanib amalga oshirilishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. А.В. Никифоров, В.В. Свириденко – «Подземные сооружения и их укрепление», публикация Наука, 1985.
2. А.П. Аникин – «Геотехника и методы проектирования подземных сооружений», публикация: Стройиздат, 1990.
3. Г.А. Корзун, Д.Н. Ермолаев – «Укрепление подземных сооружений», напечать: Госгеотехиздат, 1975.
4. С.С. Евсеев – «Технология сохранения горных сооружений», публикация: Машиностроение, 1982.

UO‘K: 669.21/.23:622.7

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.25

VELSLASH JARAYONIDA HOSIL BO‘LGAN KLINKERNI QAYTA ISHLASH USULLARINI ISHLAB CHIQISH UCHUN TADQIQ QILISH



Qayumov Oybek Azamat o'g'li

Qarshi davlat texnika universiteti "Geologiya va konchilik ishi"
kafedrası, t.f.f.d., dotsenti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail: oybekqayumov@mail.ru
ORCID ID: 0000-0003-4620-6429



Uzoqov Shaxrizod Zafarjon o'g'li

Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail: uzoqovshahrizod73@gmail.com
ORCID ID: 0009-0006-4886-1290

Annotatsiya. Foydali qazilmalardan foydalanish va rangli metallar ishlab chiqarishga bo'lgan talab yildan-yilga ortib bormoqda. Shu sababli, metallurgiya sanoatida ko'p miqdorda texnogen chiqindilar hosil bo'lmoqda. Bu chiqindilar chiqindixonalarda to'planib, atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda va foydali yer maydonlarini egallamoqda.

Shu texnogen chiqindilardan biri – rux ishlab chiqarish chiqindisi klinker bo'lib, tarkibida ko'plab qimmatbaho komponentlar (rux, mis, temir, oltin, kumush va boshq.) ni jamlab olgan. Klinkerni qayta ishlash uchun olib borilgan ko'plab ilmiy tadqiqotlar hali ham ishlab chiqarishga joriy qilinmaganligi, joriy qilingani esa komponentlarni to'liq ajratib olish imkonini bermaganligi sababli klinkerni qayta ishlash muammosi hali ham dolzarb bo'lib qolmoqda.

Shunday ekan "Olmaliq KMK" AJ rux zavodi chiqindisi-klinkerni qayta ishlash orqali rangli, nodir va noyob metallarni ajratib olish uchun yangi va takomillashtirilgan texnologiyalarni ishlab muhim amaliy ahamiyatga ega.

Ushbu maqolada "Olmaliq KMK" AJ rux zavodi chiqindisi klinkerning kimyoviy, mineralogik tarkibi va qayta ishlash usulini ishlab chiqish bo'yicha xulosalar keltirilgan.

Kalit so'zlar: rux, klinker, oltin, mis, texnogen chiqindi, mineralogik tarkib, qayta ishlash.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ КЛИНКЕРА, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ В ПРОЦЕССЕ ВЕЛЬЦЕВАНИЯ

Каюмов Ойбек Азамат угли

PhD, доцент, Қаршинский государственный технический
университет, Қарши, Узбекистан

Узоков Шахризод Зафаржон угли

Қаршинский государственный технический университет,
Қарши, Узбекистан

Аннотация. Спрос на использование полезных ископаемых и производство цветных металлов растет из года в год. В связи с этим в металлургической промышленности образуется большое количество техногенных отходов. Эти отходы накапливаются на полигонах, оказывают негативное воздействие на окружающую среду и занимают ценные земельные площади.

Одним из таких техногенных отходов является клинкер - отход цинкового производства, который содержит множество ценных компонентов (цинк, медь, железо, золото, серебро и др.). Проблема переработки клинкера остается актуальной, поскольку многие научные исследования, проведенные для переработки клинкера, до сих пор не внедрены в производство, а внедренные не позволили полностью извлечь компоненты.

Поэтому разработка новых и усовершенствованных технологий для извлечения цветных, благородных и редких металлов путем переработки отходов цинкового завода - клинкера АО

«Алмалыкский ГМК» имеет важное практическое значение.

В данной статье представлены выводы по исследованию химического, минералогического состава и разработке способа переработки клинкера - отхода цинкового завода АО «Алмалыкский ГМК».

Ключевые слова: цинк, клинкер, золото, медь, техногенные отходы, минералогический состав, переработка.

RESEARCH FOR THE DEVELOPMENT OF METHODS FOR PROCESSING CLINKER FORMED DURING THE VELCING PROCESS

Kayumov Oybek Azamat ugli

Docent, Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Uzokov Shakhriyoz Zafarjon ugli

Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Abstract. The demand for mineral resources and non-ferrous metal production is growing year by year. As a result, the metallurgical industry generates large amounts of technogenic waste. This waste accumulates in landfills, negatively impacts the environment, and occupies valuable land areas.

One such technogenic waste is clinker - a byproduct of zinc production that contains many valuable components (zinc, copper, iron, gold, silver, etc.). The problem of clinker processing remains relevant, as many scientific studies conducted on clinker processing have not yet been implemented in production, while those that have been implemented have not allowed for complete extraction of components.

Therefore, developing new and improved technologies for extracting non-ferrous, precious, and rare metals by processing zinc plant waste - specifically the clinker from JSC "Almalyk Mining and Metallurgical Complex" - is of great practical importance.

This article presents conclusions on the study of the chemical and mineralogical composition of clinker, as well as the development of a method for processing this waste from the zinc plant of JSC "Almalyk Mining and Metallurgical Complex".

Keywords: zinc, clinker, gold, copper, industrial waste, mineralogical composition, processing.

Kirish. Foydali qazilmalardan foydalanish va rangli metallar ishlab chiqarishga bo'lgan talab yildan-yilga ortib bormoqda. Shu sababli, metallurgiya sanoatida ko'p miqdorda texnogen chiqindilar hosil bo'lmoqda. Bu chiqindilar chiqindixonalarda to'planib, atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda va foydali yer maydonlarini egallamoqda.

Shu texnogen chiqindilardan biri – rux ishlab chiqarish chiqindisi klinker bo'lib, tarkibida ko'plab qimmatbaho komponentlar (rux, mis, temir, oltin, kumush va boshq.) ni jamlab olgan. Klinkerni qayta ishlash uchun olib borilgan ko'plab ilmiy tadqiqotlar hali ham ishlab chiqarishga joriy qilinmaganligi, joriy qilingani esa komponentlarni to'liq ajratib olish imkonini bermaganligi sababli kiln-kerni qayta ishlash muammosi hali ham dolzarb bo'lib qolmoqda.

Hozirgi kunda "Olmaliq KMK" AJ Rux zavodida ishlab chiqarilayotgan rux keki pirometallurgiya usuli bilan vels pechida velslash jarayoni orqali qayta ishlanadi. Bu usulning kamchiliklari

sifatida jarayonda katta miqdorda tannarxi yuqori bo'lgan koksning ishlatilishi, klinker bilan oltin, kumush, mis, qo'rg'oshin va boshqa metallarning yo'qolishi, uchirmalarni ushlab olishning murakkabligi, olingan mahsulot tarkibida zararli qo'shimchalar: xlor, ftor, uglerod miqdorini kamaytirish uchun qo'shimcha jarayonning qo'llanilishi, shuningdek, atrof muhitga katta miqdordagi chiqindi gazlarni chiqarib atmosferani ifloslantirishini ko'rishimiz mumkin [1].

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Rux keklarini velslash jarayonidan hosil bo'lgan klinker murakkab kimyoviy tarkibga ega bo'lib, bu dastlabki xom ashyoga, aniqrog'i rux konsentratining kimyoviy tarkibiga, rux kekini qayta ishlash usuliga, hamda velslash jarayonining parametrlari va xususiyatlariga bog'liq.

Ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatdiki, klinker-ning ko'p komponentli tarkibi va texnogen fazalarning murakkab o'zaro munosabatlari tufayli, uni qayta ishlashning optimal parametrlarini tanlash uchun zarur tadqiqotlar majmuasini o'tkazish talab

etiladi. Bu majmua, avvalo, klinkerning kimyoviy-mineralogik xususiyatlarini o'rganishni o'z ichiga olishi lozim. Aks holda, optimal parametrlarni aniqlash imkonsiz bo'ladi. Klinker qiyin boyitiladigan xomashyo hisoblanadi, chunki u sulfidlar, ferratlar, fayalit va metasilikatdan tashkil topgan bo'lib, erkin uglerod, shuningdek kremnezem, kalsiy va magniy oksidlari hamda glinozyom bilan kuchli darajada aralashgan. Biroq, klinkerning kimyoviy-mineralogik xususiyatlari ham kompleks qayta ishlash texnologiyasini tanlash va asoslashni to'liq imkoniyatini bera olmaydi. Texnogen mineral xomashyoni kompleks qayta ishlashning resurs tejaydigan texnologiyalari uchun undagi qimmatbaho komponentlarning joylashish sharoitlari, ularning mineralogik formalari va yiriklik sinflari bo'yicha taqsimlanishini, texnogen fazalarning o'zaro birikish xususiyatlarini, birikmalardagi fazalarning mikro qattiqligini va ularning morfometrik xususiyatlarini o'rganish lozim.

Nashrlarni tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, klinker boyitish bo'yicha dastlabki tajribalar 1940-yilga to'g'ri keladi. S. I. Mitrofanov va P. F. Yeremin cho'ktirish, magnit separatsiyasi va flotatsiya usullarini qo'llash orqali klinkerdan koksni muvaffaqiyatli ajratib olish mumkinligini isbotladilar [2].

Shunday qilib, tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatdiki, klinkerning mineralogik tarkibi to'g'risidagi ma'lumotlar bir-biridan farq qiladi.

“Olmaliq KMK” AJ Rux zavodida hosil bo'lgan klinkerining asosiy elementlari tarkibi 1-jadvalda keltirilgan [3-8].

1-jadval

Klinkerning kimyoviy tarkibi

T/r	Komponent	Natija	T/r	Komponent	Natija	T/r	Komponent	Natija
1.	Br	0,0016	13.	Cu	0,598	25.	Sn	0,0131
2.	Mg	0,321	14.	Zn	0,691	26.	Sb	0,0357
3.	Al	1,66	15.	Ga	0,0045	27.	Te	0,0089
4.	Si	5,18	16.	As	0,146	28.	Ba	2,06
5.	S	5,63	17.	Se	0,0039	29.	Ir	0,0265
6.	K	0,302	18.	Rb	(0,0007)	30.	Au	(0,0043)
7.	Ca	3,72	19.	Sr	0,0932	31.	Pb	0,435
8.	Ti	0,0765	20.	I	0,0019	32.	Nd	0,322
9.	V	0,0397	21.	Zr	0,324	33.	Eu	0,535
10.	Cr	0,0395	22.	Ag	0,0273	34.	Pa	0,0042
11.	Fe	24,5	23.	Cd	0,0037	35.	U	0,0019
12.	Co	(0,0163)	24.	In				

Mineralogik tadqiqotlar velslash klinkerining moddiy tarkibidagi o'ziga xos xususiyatlarni o'rganish maqsadida o'tkazildi. Bu xususiyatlar kiln-kerning texnologik xossalari va boyitilish imkoniyatlariga ta'sir ko'rsatadi. Mineralogik tadqiqotlar jarayonida 103eyin va 103eying103c

mikroskopik usullar hamda miqdoriy rentgenfazali tahlil qo'l-lanildi [4].

Velslash klinkeridagi mis va ruxning mineralogik formalari haqidagi ma'lumotlarni fazaviy tahlil orqali olish mumkin. Miqdoriy kimyoviy tahlil usuli yordamida o'tkazilgan mis va rux birikmalarining fazaviy tahlili natijalari 2 va 3-jadvallarda keltirilgan.

2-jadval

Klinker namunasidagi mis birikmalarining fazaviy tahlil natijalari

Misning miqdori, %	Umumiy	Birlamchi	Ikkilamchi	Oksidlangan		Sulfatli
				bog'langan	erkin	
Absolyut	3.34	0.971	2.331	0.02	0.015	0.003
Nisbiy	100.0	29.04	69.79	0.62	0.45	0.09

3-jadval

Klinker namunasidagi rux birikmalarining fazaviy tahlil natijalari

Ruxning miqdori, %	Umumiy	Birlamchi	Oksidli	Sulfatli
Absolyut	2.2	1.85	0.155	0.012
Nisbiy	100.0	91.80	7.68	0.53

Muhokama. Mis birikmalarining fazaviy tahlili (2-jadvalga qarang) shuni ko'rsatdiki, namunada misning 69,79 foizi ikkilamchi sulfidlar (xalkozin, kovellin, bornit) ko'rinishida, 29,04 foizi birlamchi sulfidlar (xalkopirit) shaklida mavjud bo'lib, oksidlangan va sulfatli mis ulushi esa mos ravishda atigi 0,03 va 0,003 foizni tashkil etadi. Birlamchi ruxga kelsak (3-jadvalga qarang), uning 91,8 foizi rux sulfidi (sfalerit) shaklida, oksidlangan va sulfatli shakllari esa mos ravishda 7,68 va 0,53 foizni tashkil qiladi.

Rentgenfazali tahlil shuni ko'rsatdiki, mis tarkibli fazalar klinkerlashda quyidagilardan iborat: mis sulfidlari xalkozin Cu_2S , kovellin Cu_2S , bornit Cu_5FeS_4 , xalkopirit CuFeS_2 5% miqdorda; mis ferritlari CuFeO_2 va mis metalli, ularning umumiy ulushi 0,1% dan biroz ko'proq.

Klinkerda rux tarkibli fazalar ZnFe_2O_4 rux ferritlari va Zn_2SiO_4 rux silikatlar ko'rinishida namoyon bo'ladi, ularning klinkerdagi jami ulushi 3 foizni tashkil etadi. Shuningdek, $\text{Zn}[\text{Fe}]\text{S}$ ruxning temirli sulfidlari 2 foizni tashkil qiladi.

O'rganilayotgan klinker namunasidagi temir tarkibli fazalar oksidlar va gidroksidlar - magnetit va limonit $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ bilan ifodalanadi. Ularning massa ulushi namunada jami taxminan 8% ni tashkil etadi. Shuningdek, pirrotinpirit qatoridagi sulfidlar mavjud bo'lib, ularning massa ulushi namunada

jami taxminan 11% ni tashkil qiladi. Bundan tashqari, silikatlar 5% ni va qattiq ferrit eritmalar turidagi murakkab qotishmalar 9% ni tashkil etadi. Temir metalining ulushi esa atigi 3% ga to'g'ri keladi [9].

Xulosa. Ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatdiki, klinkerning ko'p komponentli tarkibi va texnogen fazalarning murakkab o'zaro munosabatlari tufayli, uni qayta ishlashning optimal parametrlarini tanlash uchun zarur tadqiqotlar majmuasini o'tkazish talab etiladi. Bu majmua, avvalo, klinkerning kimyoviy-mineralogik xususiyatlarini o'rganishni o'z ichiga olishi lozim. Aks holda, optimal parametrlarni aniqlash imkonsiz bo'ladi. Klinker qiyin boyitiladigan xomashyo hisoblanadi, chunki u sulfidlar,

ferratlar, fayalit va metasilikatdan tashkil topgan bo'lib, erkin uglerod, shuningdek kremnezem, kalsiy va magniy oksidlari hamda glinozyom bilan kuchli darajada aralashgan. Biroq, klinkerning kimyoviy-mineralogik xususiyatlari ham kompleks qayta ishlash texnologiyasini tanlash va asoslashni to'liq imkoniyatini bera olmaydi. Texnogen mineral xomashyoni kompleks qayta ishlashning resurs tejaydigan texnologiyalari uchun undagi qimmatbaho komponentlarning joylashish sharoitlari, ularning mineralogik formalari va yiriklik sinflari bo'yicha taqsimlanishini, texnogen fazalarning o'zaro birikish xususiyatlarini, birikmalardagi fazalarning mikro qattiqligini va ularning morfometrik xususiyatlarini o'rganish lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Ra'no Toshqodirova, Baxtiyorjon Jalolov, & Nilufar Abdulkarimova. (2022). "OLMALIQ KMK" AJ RUX ZAVODIDA RUX KEKINI VELSLASH JARAYONINI O'RGANISH. *Uzbek Scholar Journal*, 5, 210–214. Retrieved from <https://www.uzbekscholar.com/index.php/uzs/article/view/127>
2. Созонова, Е. В. Пути разработки технологии обогащения клинкера от вельцевания цинковых кеков / Е. В. Созонова // Научные исследования в горнометаллургическом производстве: сборник научных трудов / Комитет промышленности Министерства индустрии и новых технологий РК. ВНИИЦВЕТМЕТ. Усть-Каменогорск: [Медиа Альянс], 2012. 150 с.
3. Ra'no Toshqodirova, Baxtiyorjon Jalolov, & Nilufar Abdulkarimova. (2022). RUX KEKI VA UNI VELSLASH USULI BILAN QAYTA ISHLASHDA HOSIL BO'LUVCHI MAHSULOTLAR TAHLILI. *Uzbek Scholar Journal*, 4, 157–164. Retrieved from <https://www.uzbekscholar.com/index.php/uzs/article/view/81>
4. Бочаров, В. А. О роли железа и его соединений в процессах обогащения сульфидных руд цветных и благородных металлов / В. А. Бочаров, В. А. Игнаткина // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 2007. № 5. С. 4-12.
5. Вельц-klinkер Беловского цинкового завода. [Результаты НИР компании «Таилс КО»]. URL: http://www.tailSCO.ru/veltsklinker_belovskogo_tsinkovogo_zavoda. (дата обращения: 23.05.2020).
6. Патент на изобретение №2356960. Способ переработки отходов цинкового производства. – 15.11.2006 г.
7. Букульбаева Н.С., Эдилканова М.Э., Кокаева Г.А. Обзор технологий переработки клинкера вельц печей // Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д.Серикбаева.
8. Кляйн С.Э., Козлов П.А., Набойченко С.С. Извлечение цинка из рудного сырья. - Екатеринбург. УГГУ-УПИ 2009. 492 с.
9. Абдурахмонов С.А., Ахтамов Ф.Э., Хўжакулов Н.Б. Исследование возможности переработки лежалого медного клинкера // Горный Вестник Узбекистана. – Навои, 2009 – № 1. – С. 77-78.

UDC: 669.71:622.785:66.046.5

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.26

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING ALUMINA FROM LOCAL RAW MATERIALS



**Saidakhmedov Aktam
Abdisamievich**

PhD, Docent, Navoi State Mining
and Technological University,
Navoi, Uzbekistan
Email: aktam.saidaxmedov@bk.ru
ORCID ID: 0000-0002-0482-3413



**Ruziev Ulugbek
Mamarasulovich**

Assistant, Karshi State Technical
University, Karshi, Uzbekistan
E-mail: ulugruziyev2@gmail.com
ORCID ID: 0009-0001-9533-3603



**Kayumov Oybek Azamat
ugli**

Docent, Karshi State Technical
University, Karshi, Uzbekistan
E-mail: oybekqayumov@mail.ru
ORCID ID: 0000-0003-4620-6429

Abstract. The Republic of Uzbekistan is rich in mineral ore resources and possesses significant scientific, technological, and industrial potential. Maximizing the utilization of these material and intellectual resources is a crucial task facing the mining and metallurgical sector and the scientific community of the republic. The Republic of Uzbekistan possesses sufficient reserves of aluminum-containing raw materials, which are currently utilized in the construction, chemical, and glass industries. However, these resources can and should be complemented by developing, testing, and implementing technology for obtaining metallic aluminum. This initiative would contribute to the creation of a new economic sector - aluminum electrometallurgy based on local raw materials.

Keywords: Aluminum production, Electrometallurgy, Alumina processing, Kaolin enrichment, Aluminum extraction, Bauxite and alunite deposits, Sulfuric acid method, Ammonium fluoride treatment, Uzbekistan mineral resources.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛИНОЗЕМА ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

**Саидахмедов Актам
Абдисамиевич**

Кандидат технических наук,
доцент, Навоийский
государственный горно-
технологический университет,
Навои, Узбекистан

**Рузиев Улугбек
Мамарасулович**

Ассистент, Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан

**Каюмов Ойбек Азамат
угли**

Доцент, Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан

Аннотация. Республика Узбекистан богата минерально-рудными ресурсами, обладает значительным научно-техническим и производственным потенциалом. Максимальное использование этих материальных и интеллектуальных ресурсов является важнейшей задачей, стоящей перед горно-металлургическим комплексом и научным сообществом республики. Республика Узбекистан располагает достаточными запасами алюминийсодержащего сырья, которое в настоящее время используется в строительной, химической и стекольной промышленности. Однако эти ресурсы могут и должны быть дополнены разработкой, испытанием и внедрением технологий получения металлического алюминия. Данная инициатива будет способствовать созданию новой отрасли экономики - электрометаллургии алюминия на

базе местного сырья.

Ключевые слова: Производство алюминия, Электрометаллургия, Переработка глинозема, Обогащение каолина, Экстракция алюминия, Месторождения бокситов и алунитов, Сернокислотный метод, Обработка фтористым аммонием, Минеральные ресурсы Узбекистана.

MAHALLIY XOMASHYODAN GLINOZYOM OLIISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH

**Saidaxmedov Aktam
Abdisamiyevich**

Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti, PhD,
dotsent, Navoiy, O'zbekiston

**Ro'ziyev Ulug'bek
Mamarasulovich**

Qarshi davlat texnika universiteti
assistenti, Qarshi, O'zbekiston

**Qayumov Oybek Azamat
o'g'li**

Qarshi davlat texnika universiteti
dotsenti, Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya. O'zbekiston Respublikasi mineral-ruda resurslariga boy, katta ilmiy-texnologik va sanoat salohiyatiga ega. Moddiy va intellektual resurslardan maksimal darajada foydalanish kon-metallurgiya tarmog'i va respublika ilmiy jamoatchiligi oldida turgan muhim vazifadir. O'zbekiston Respublikasida alyuminiy tarkibli xomashyo zaxiralari yetarli bo'lib, ular hozirgi kunda qurilish, kimyo va shisha sanoatida ishlatilmoqda. Biroq, bu resurslar alyuminiy metalini olish texnologiyasini ishlab chiqish, sinovdan o'tkazish va amalga oshirish orqali to'ldirilishi mumkin va kerak. Ushbu tashabbus iqtisodiyotning yangi tarmog'i - mahalliy xomashyo asosida alyuminiy elektrometallurgiyasini yaratishga yordam beradi.

Kalit so'zlar: Alyuminiy ishlab chiqarish, Elektrometallurgiya, Glinozyomni qayta ishlash, Kaolinni boyitish, Alyuminiy qazib olish, Boksit va alunit konlari, Sulfat kislota usuli, Ammoniy ftorid bilan qayta ishlash, O'zbekiston mineral resurslari.

Introduction. The task of developing Uzbekistan's aluminum industry necessitates the creation of a raw material base for alumina production that meets the requirements of GOST 30558-2017, as well as energy and technological capacities for aluminum electrometallurgy. In the republic, deposits of bauxite, alunite, and nepheline raw materials, kaolin, clay, and coal ash have been explored and are partially being developed. The possibility of using Uzbekistan's kaolins as raw material for the production of metallurgical alumina has long been known, as have the methods for processing them.

In the 1960s-1980s, systematic research on processing Angren kaolins for metallurgical-grade alumina was conducted at the Academy of Sciences of the Uzbek SSR (Institute of General and Inorganic Chemistry, laboratory of Prof. Kh.R. Ismatov), in collaboration with colleagues from VAMI (All-Union Aluminum and Magnesium Institute) and the A.A. Baikov Institute of Metallurgy of the USSR Academy of Sciences. This research culminated in successful industrial trials of

a nitric acid method for processing high-silica raw materials from Uzbekistan into metallurgical-grade alumina and other products. Unfortunately, these developments were not utilized, and the direction of industrial production of raw materials for aluminum electrometallurgy was discontinued, resulting in the loss of personnel, technologies, and research infrastructure.

**Aluminum in the world and Uzbekistan.
Review of information on aluminum-containing
raw materials and electrometallurgy of aluminum.**

Analysis of international scientific and practical experience in the field of metallic aluminum production technology.

The traditional or "classical" method of obtaining metallic aluminum - electrolytic cathodic reduction in a molten cryolite-alumina electrolyte (Hall-Héroult process) - has been known for about 100 years. Its technical characteristics are as follows:

1. High specific energy consumption (about 15 kWh/kg of Al).
2. Low energy efficiency, typically not

exceeding 45%.

3. Low productivity per unit area of cathode and volume of electrolyzer: up to 1 kg/m².

4. Relatively large dimensions of the apparatus.

5. Environmental problems, high cost: up to USD 1500 (2008).

6. Feeding the electrolyzer with high-quality raw materials (alumina, carbon). High demand for aluminum has driven the growth of its production.

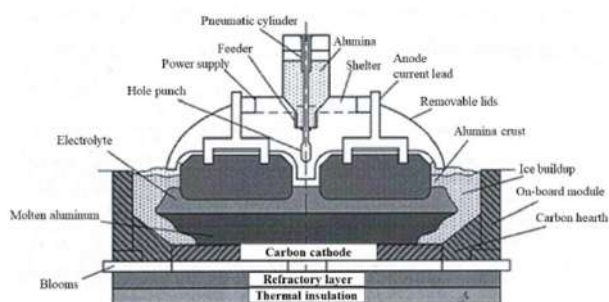
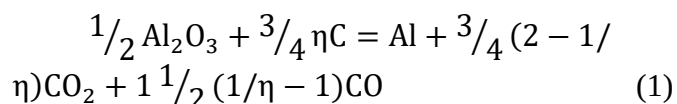


Fig.1. View of an electrolytic cell with prebaked anodes.

The distinctive features of the classical method are as follows:

- it occurs in a molten cryolite electrolyte with dissolved alumina, at a temperature of 950°C and above;
- CO and CO₂ are released at the carbon anode, while aluminum is produced at the cathode.
- the overall reaction can be expressed as:



A diagram of an electrolyzer with prebaked carbon anodes is shown in Fig. 1.

Aluminum-containing mineral raw materials characteristic of Uzbekistan: kaolins, alunites, and others. Methods of processing these materials into alumina.

In Uzbekistan, 156 deposits of kaolin clays have been recorded, with industrial reserves of 405.0 million m³.

Kaolin is a white clay composed of the mineral kaolinite. Within the territory of the republic, there are varieties of kaolin, including kaolin agalmatolite from the Aktash deposit, which can be used for manufacturing fine ceramics. The exploration of new kaolin deposits with higher quality and improved physical, technical, and technological characteristics, as well as the development of enrichment technologies and construction of kaolin processing plants, remain relevant issues to this day.

Uzbekistan has 77 kaolin deposits, 22 of which are located in the Zarafshan Valley. The largest kaolin deposit is the Angren deposit, which ranks second in the CIS with total kaolin reserves of 394 million tons.

Kaolin deposits have been discovered in the Zarafshan oasis and the Kyzylkum Desert, with the Karnab, Alyans, Zakhkuduk, Urozali, and Altyntau

Table 1

Chemical composition of Uzbekistan kaolins, unfired samples

Chemical composition	Place of origin or birthplace						
	Angren	Alliance	Karnab	Altyntau	Zakhkuduk	Western Auminzata	Harvests
SiO ₂	61,72	54,02	62,76-80,91	58,55	64,14-66,47	69,33	64,65
Al ₂ O ₃	24,11	30,45	24,9-27,94	20,1	21,04-25,0	19,2	21,38
TiO ₂	0,41	0,54	0,11-0,54	<0,30	0,26-1,02	0,12	0,73
Fe ₂ O ₃	1 , 64	0,54	0,45	1,94	0,27-1,1	1,14	0,96
CaO	0,20	0,48	0,3-6,03	3,20	0,04-0,7	-	-
MnO	-	0,02	-	-	-	-	-
MgO	0,05	0,49	0,3-1,1	1,71	0,0-0,42	-	-
Na ₂ O	1,06	0,19	0,11-0,28	2,44	0,0-0,5	0,93	0,26
K ₂ O	-	1,48	1,17-6	2,69	0,0-0,5	1,7	1,39
FeO	-	0,26	2,35	-	up to 0.08	-	-
SO ₃	-	0,21	-	1,04	0,0-0,23	-	-
P ₂ O ₅	-	-	-	<0,5	-	-	-
p.p.p.	10,79	11,1	2,98-9.	7,95	8,06-9,65	7,47	7,5

deposits being of particular importance.

According to available data, Western Uzbekistan contains several promising kaolin deposits with the following reserves:

- in the southeast of the Altyntau Range: 5,403 thousand tons;
- in the northwest of the Altyntau Range: 4,048.5 thousand tons;
- at the Zakhkuduk deposit: 123.75 million tons;
- at the Orozali deposit: 5,000 thousand tons;
- at the Alyans deposit: 1,352 thousand tons, potential - 3.7 million tons;
- at the Karnab deposit: 1,796 thousand tons, in its eastern part: 576 million tons;
- in Angren (hydroelectric power plant): the total volume of ash and slag amounts to 15 million tonnes.

Other minerals of Uzbekistan are also potential raw materials for the industrial production of aluminum.

Muscovite is a mineral of the hydrous aluminosilicate class, belonging to the mica group, specifically a potassium mica.

Sulfuric acid method. The sulfuric acid decomposition of kaolins has been well studied. The research was conducted both for the purpose of obtaining aluminum sulfate and alumina. The essence of the method consisted of treating clay calcined at 700-800°C with a sulfuric acid solution at 100-110°C for 1 hour. Sulfates of aluminum and iron formed in the solution. Iron removal was carried out by crystallization of alum, after preliminary reduction of trivalent iron to divalent. The method proposed by Yamasaki differed from those described in that the productive solution was treated with potassium sulfate to precipitate potassium aluminum alum. Aluminum hydroxide was separated from the alum solution using ammonia. The extraction rate is 90%.

Conducting laboratory research and development to create a technology for enriching aluminum-containing raw materials and subsequently producing metallic aluminum, including studies on local mineral aluminum-containing raw material samples to enrich them to the level required for cryolite-alumina electrolyte (melt) used in aluminum electrometallurgy (targeting a directive indicator of aluminum oxide

(Al_2O_3) content in alumina concentrate no less than 98.7%, in accordance with GOST 30558-2017 "Metallurgical Alumina. Technical Specifications").

Kaolin samples were crushed (to 100 mm), then ground to 0.074 μm . After moistening to 25% of the sample weight, the kaolin samples were placed on trays, which were then put in a sealed container for radiation treatment with pulsed functional ceramic (PFC) emitters tuned to emit electromagnetic waves in the range of 3.3-9.6 μm . The processing time was 0.5-1 hour, with the temperature inside the container varying from 150°C to 180°C. After opening the container and cooling to 40-60°C, water was added to the sample at a ratio of 35-45% solids, and the mixture was loaded into a scrubber-trommel with sieve sizes of 1.5 mm - 0.5 mm - 0.2 mm. During separation, water was supplied to the sieves under pressure, with the final solid-to-liquid ratio of 1:3. The resulting pulp was then subjected to hydrocyclone treatment using a cyclone battery with a diameter of 75-50 mm. The analysis of the hydrocyclone overflow is presented below (Table 2).

The conducted research demonstrated high effectiveness in treating kaolin with pulsed functional ceramics (PFC) radiation. At the first stage of separation using a scrubber-trommel, concentrates containing 32% Al_2O_3 were obtained, with subsequent hydrocycloning increasing the Al_2O_3 content to 36-38%.

Conducting test laboratory studies on the processing of kaolin concentrates using ammonium fluoride. Reagents and materials used:

1. *Ammonium fluoride according to GOST 4518-75;*
2. *Aqueous ammonia solution;*
3. *Distilled water;*
4. *"Chemapol" litmus paper;*
5. *"Blue Ribbon" ash-free filter papers;*
6. *Glassware and instruments;*
7. *Analytical balance;*
8. *Büchner funnel;*
9. *Experimental setup (Figure 1);*
10. *Porcelain dishes;*
11. *Round-bottom flasks with volumes of 1 and 2 liters.*

Kaolinite is a finely dispersed clay rock consisting of aluminum oxide, silicon oxide, and

water (Al_2O_3 - 39.594%, SiO_2 - 46.5494%, H_2O - 13.9694% by mass). In dehydrated kaolinite, Al_2O_3 has a content of 45.91%, SiO_2 - 54.09%. The basis of kaolin concentrates is silicon and aluminum oxides. We have proposed a method for isolating silicon oxide from kaolin concentrate using ammonium fluoride, and for removing iron impurities after the removal of silicon oxide by acid treatment.

Table 2

Chemical compositions and enrichment results of initial kaolin samples from deposits in Uzbekistan

Chemical Com-pounds	Place of origin or birthplace					
	Angren secondary kaolin		Alliance Primary Kaolin		Altyntau primary kaolin	
	before	after	before	after	before	after
SiO_2	71,17	56,69	62,76-80,91	51,96	68,55	53,55
Al_2O_3	24,3	36,4	14,9-17,94	37,2	20,1	36,60
TiO_2	0,69	0,49	0,11-0,54	0,43	<0,30	0,77
Fe_2O_3	2,2	1,2	0,45	1,36	1,94	0,56
CaO	0,39	0,27	0,3-6,03	0,46	3,20	0,21
MnO	-	-	-	-	-	-
MgO	0,39	0,19	0,3-1,1	0,3-1,1	1,71	0,71
Na_2O	0,48	0,35	0,11-0,28	0,11-0,28	2,44	0,81
K_2O	4,3	2,05	1,17-6	2,35	2,69	1,69
FeO	-	-	-	-	-	-
SO_3	-	-	-	-	1,04	-
P_2O_5	-	-	-	-	<0,5	-
p.p.p.	7,16	10,0	2,98-9	11,4	7,95	11,5

Equipment, assembly, and adjustment of the laboratory setup. The laboratory setup consists of a cylinder with a diameter of 220 mm and a height of $H=520$ mm, equipped for heating samples. The setup has three compartments (see Figures 2 and 3). In the lower part of the setup, we place the investigated charge, which has been previously homogenized with ammonium fluoride in a stoichiometric ratio to the silicon dioxide content according to sample analyses. The two upper, cooled compartments are designed for collecting silicon hexafluoride, which sublimates and separates during the sublimation process from the charge. The laboratory setup is also equipped with a system for capturing ammonia gases and water vapor, which are formed during the reaction (Fig. 2,3).

Procedure: A 100g sample of kaolin concentrate, which has undergone the charge preparation stage, is homogenized with ammonium fluoride in a stoichiometric ratio relative to the silicon oxide content and placed in the apparatus shown in Figure 2. At the beginning of the process, the furnace temperature is maintained at 140-150°C

for 3 hours, then raised to 350-370°C and held at this temperature for 1 hour. Temperature measurement is carried out using a thermocouple. The apparatus includes a system of traps and condensers. The condenser for collecting ammonium hexafluorosilicate (NH_4) 2SiF_6 is equipped with a special partition to prevent the ammonium hexafluorosilicate from falling into the desilicated product. The temperature in the condenser was maintained at 250-300°C, while in the condensing unit it ranged from 220°C to room temperature (Fig. 3).

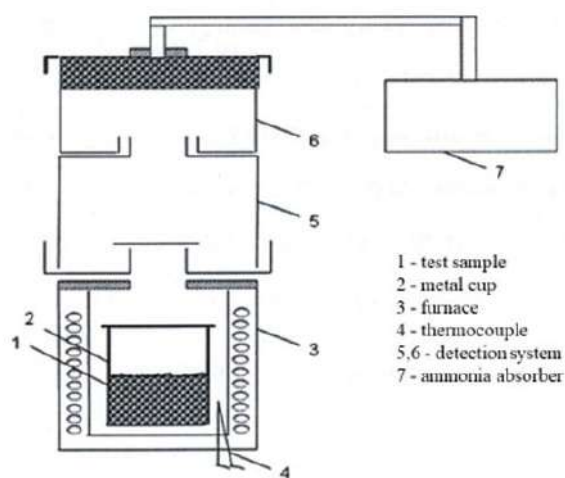


Fig.2. Schematic diagram of the laboratory setup apparatus.



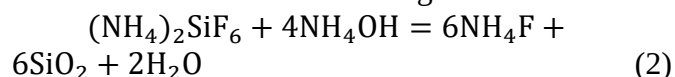
Fig.3. Overall view of the experimental apparatus.

After removing silicon oxide from the kaolin concentrate, iron is separated by magnetic separation followed by treatment with hydrochloric acid (10%). The remaining precipitate is either

hexafluoroaluminate or aluminum fluoride, depending on the medium (oxidizing or reducing). Processing these compounds using pyrohydrometallurgical methods does not present any difficulties.

The regeneration of ammonium fluoride is carried out as follows: using an areometer, the density of the resulting ammonia solution is measured, with its concentration being at the level of 10-12%.

Ammonium hexafluorosilicate is placed in a round-bottom flask, and a 10% ammonia solution is added with a 20% excess over the required stoichiometric amount according to the reaction:



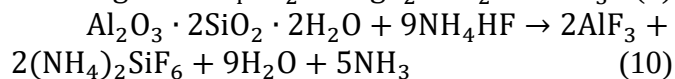
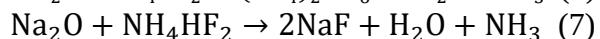
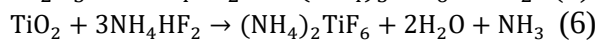
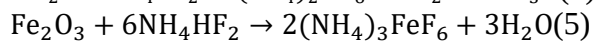
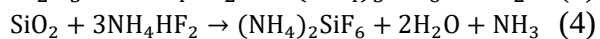
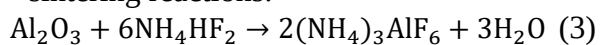
The resulting mixture is stirred for 1 hour at room temperature, after which the precipitate is separated using a filter, subjected to three additional washing cycles, and dried at a temperature of 110°C. The process yields a highly dispersed product - amorphous silica known as "white carbon black."

A kaolin concentrate with the following composition was investigated, %: 44.74 SiO₂; 37.4 Al₂O₃; 1.28 CaO; 1.06 Fe₂O₃; 0.83 TiO₂; 0.47 MgO; 0.37 K₂O; loss on ignition - 14.05. Ammonium bifluoride NH₄HF₂ was used as the fluorinating reagent. To assess the possibility of these reactions occurring - before conducting experimental work - a thermodynamic analysis was performed. Using tables of standard values, we determined the ΔG and ΔH of reactions at various temperatures. The largest negative Gibbs energy values (in absolute terms) were obtained for the reactions of kaolinite with ammonium bifluoride (Figure 1).

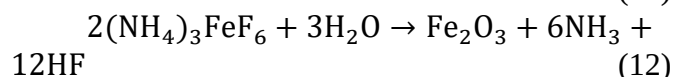
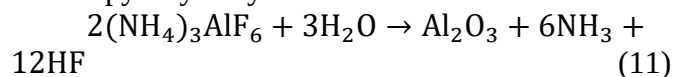
It has been established that with increasing temperature, the Gibbs energy values of reaction increase from ΔG₂₇₃=144.748 to ΔG₉₇₃=-1663.7 kJ/mol, indicating the highest thermodynamic probability of interaction with NH₄HF₂ upon heating, primarily for kaolinite.

During the fluorination of kaolin, the following reactions occur:

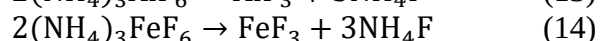
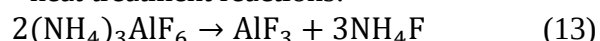
- sintering reactions:



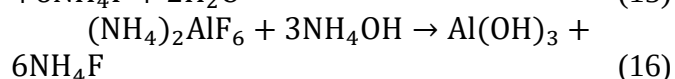
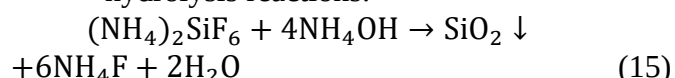
- pyrohydrolysis reactions:



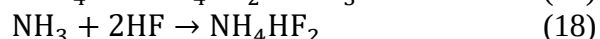
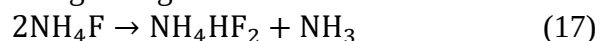
- heat treatment reactions:



- hydrolysis reactions:



- reagent regeneration reactions:



Sintering was carried out at a temperature of 170-220°C. Pyrohydrolysis to obtain alumina was performed in the temperature range of 350-700°C, while sublimation with "dry" separation of aluminum and silicon compounds was conducted at 350-400°C. Amorphous silica was obtained by hydrolyzing ammonium hexafluorosilicate in an aqueous alkaline solution at temperatures ranging from 30 to 90°C, according to the reaction at pH 8-9. The ammonium fluoride solution was evaporated to produce an ammonium hexafluoride melt.

Calcination of amorphous silica and alumina was carried out in muffle electric furnaces at 700-1100°C. Primary aluminum can be obtained from alumina through electrolytic reduction, while polycrystalline silicon can be produced from silica.

The additional components used are easily recoverable without producing solid, liquid, or gaseous waste, ensuring a closed-loop production cycle.

Discussion of results. The degree of kaolinite conversion, based on the volume of ammonia released and the mass of the resulting sinter, is 95.59% and 95.88% respectively (Figure 2). This indicates a high degree of kaolin conversion using fluoride technology; however, the sintering was carried out without mixing the mixture, which apparently reduced the obtained results. The overall

degree of SiO_2 extraction from kaolin in our experiments ranged from 84,8 to 94,8%.

SiO_2 losses occur during sintering, as well as due to incomplete sublimation and washing of $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. The resulting product has a high degree of purity (99.65%, see appendix). The extraction of SiO_2 from the sinter using the ammonia method demonstrated the possibility of separating SiO_2 from the $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ solution. The degree of Al_2O_3 extraction from kaolin was 84,8-94%.

Conclusion. Despite Uzbekistan's abundance of aluminum-containing raw materials, these resources are underutilized in aluminum electrometallurgy. This study examines methods for obtaining metallurgical alumina and, ultimately, metallic aluminum through processing local kaolin, alunite, and other aluminum-rich minerals.

Historical research on processing kaolins with nitric acid yielded promising results but was not scaled up to industrial production. The traditional aluminum production method based on the Hall-Hérault process remains highly energy-intensive and costly.

The research focuses on innovative processing methods such as sulfuric acid decomposition, hydrocyclone enrichment, and fluorination using ammonium fluoride. Experimental results demonstrate effective ways to increase the aluminum oxide content in kaolin to levels meeting metallurgical standards. These findings illustrate the potential for developing the aluminum industry in Uzbekistan using local raw materials, thereby stimulating economic growth and technological advancement.

REFERENCES

1. Istanov Kh.T., Khasanov A.S., Guro V.I., Rakhimova F.E., Talyubayev K.O. va boshqalar. Alyuminiy olish texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha ilmiy-tadqiqot hisobot. – Nukus: IFM RUZ, 2022. – 66 bet. – (Texnologik tadqiqot ishlari, shartnoma №1-121/2021KH).
2. Khojakulov A., Ruziyev U., Boymurodov N., Shernazarov I., Mashaev E., Shoyimova K. Research and determination of parameters for extracting valuable components from technological waste // BIO Web of Conferences, Vol. 149, 01049. Genetic Resources 2024.
3. Turdiyev Sh.Sh., Ro'ziyev U.M., Eshonqulov U.X. Kalsiy tarkibli qo'shimchalar tarkibidagi alyumogetit va boksitdan glinozemni ajratib olish // Qurilish va Ta'lim Ilmiy Jurnali. – 2024. – Vol. 3, №6(12). – B. 203–210. – ISSN 2181-3779.
4. Saidaxmedov A.A., Eshonqulov U.X., Ruziyev U.M., Xaydarov I.I. Roasting of alumina-containing material in a rotary kiln // Scientific Review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education. 1st International Scientific and Practical Conference. – Great Britain, 2024. – P. 22–28.
5. Saidaxmedov A.A., Ro'ziyev U.M., Xasanov Sh.R. Rudadan glinozyomni ajratib olish // International scientific-online conference: Intellectual Education, Technological Solutions and Innovative Digital Tools (Part 34). – Amsterdam, Netherlands: CESS, 2025. – P. 11–14.

GEOLOGIYA VA NEFT-GAZ SANOATI
ГЕОЛОГИЯ И НЕФТЕГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
GEOLOGY AND OIL-GAS INDUSTRY

UO'K: 665.62.075

 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.14

TABIIY GAZNI AMINLI TOZALASH JARAYONIDA KO'PIK HOSIL
BO'LISH JARAYONINI TADQIQOTLASH



**Yuldashev Tashmurza
Raxmanovich**

Professor, t.f.d., Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail:

Tashmurzayuldashev1959@gmail.com



**Eshniyozov Akmal
Dilmurodovich**

O'zbekistan GTL MCHJ qurilma
kuzatuvchisi, Qarshi, O'zbekiston
E-mail:

Akmaleshniyoaov73@gmail.com



**Bekmurodov Azamat
Alisher o'g'li**

Magistr, Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail:

azamatbekmurodov22@gmail.com

Annotatsiya. Tabiiy gazlarni nordon komponentlardan tozalashda zararli qo'shimchalarning ta'siri ostida ko'piklanishni keltirib chiqarish holatlarining sabablarini tadqiqotlash ma'lumotlari keltirilgan. Bunda ko'piklanishning oldini olishda qo'llaniladigan kalsiy sovuni lanolin, alkilsulfataoleat kaliy, retsinol kislotasining sulfirlangan efirlari va yuqori yog'li spirtlar, suvda erimaydigan amidlar qo'llanilishi o'rganilgan. Tadqiqotlar natijasida olingan absorbent kompozitsyalari bugungi kunda gazni qayta ishlash zavodlarida qo'llanilayotgan aminlar bilan ishchi sharoitlari, ularni qo'llanilayotgan sharoitlardagi kimyoviy o'zgarishlari va ushbu o'zgarishlarni ularning ekspluatatsion xossalriga ta'sirini o'rganish maqsadida, ushbu absorbent kompozitsiyalarining asosiy xossalari tadqiq etilgan.

Kalitli so'zlar: ko'piklanish, filtratsiya, ko'piklanishga qarshi, ko'pik so'ndirgichlar, polisiloksanlar, siloksanli suyuqlik, kremniy organik ko'pik.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕНООБРАЗОВАНИЯ ПРИ АМИННОЙ
ОЧИСТКЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА

**Юлдашев Ташмурза
Рахманович**

Профессор, д.т.н., Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан

**Эшниёзов Акмал
Дилмуродович**

Наблюдатель устройства ООО
«Uzbekistan GTL»,
Карши, Узбекистан

**Бекмуродов Азамат
Алишер угли**

Магистр, Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан

Аннотация. Приведены данные по изучению причин пенообразования под воздействием вредных добавок при очистке природных газов от кислых компонентов. Изучено применение кальцевого мыла, ланолина, алкилсульфатоолеата калия, сульфированных эфиров рицинолевой кислоты, высших жирных спиртов и нерастворимых в воде амидов для предотвращения пенообразования. С целью изучения условий работы абсорбирующих композиций с аминами, используемых в насто-

ящее время на газоперерабатывающих заводах, их химических изменений в условиях эксплуатации и влияния этих изменений на их эксплуатационные свойства были изучены основные свойства абсорбирующих композиций, полученных в результате проведенных исследований.

Ключевые слова: вспенивание, фильтрация, перотивопены, пеногасители, полисилоксаны, силоксановая жидкость, кремнийорганическая пена.

INVESTIGATING THE ANTIFOAMING PROCESS IN NATURAL GAS AMINE TREATMENT

**Yuldashev Tashmurza
Rakhmanovich**

Professor, Doctor of Technical
Sciences, Karshi State Technical
University, Karshi, Uzbekistan

**Eshniyozov Akmal
Dilmurodovich**

Uzbekistan GTL LLC Device
Monitor, Karshi, Uzbekistan

**Bekmurodov Azamat
Alisher ugli**

Master's degree, Karshi State
Technical University, Karshi,
Uzbekistan

Abstract. Data on the study of the causes of foaming under the cleaning of harmful additives in the purification of natural gases from sour components are presented. The use of calcium soap, lanolin, potassium alkylsulfatooleate, sulfurized esters of ricinoleic acid, higher fatty alcohols, and water-insoluble amides to prevent foaming has been studied. The main properties of these absorbent compositions were studied in order to study the working conditions of the absorbent compositions obtained as a result of the research with amines currently used in gas processing plants, their chemical changes under the conditions of use, and the effect of these changes on their operational properties.

Keywords: foaming, filtration, antifoam, foam suppressants, polysiloxanes, siloxane fluid, silicon organic foam.

Kirish. Ko'piklanishni oldini olish uchun quyidagi asosiy tadbirlarni amalga oshirish zarur. Ko'piklanishni chaqiradigan yoki keltirib chiqaradigan tozalashga kirib keladigan gazdagi zarrachalarning tarkibini ruxsat etilgan minimum darajagacha tushirish. Zarrachalarning tarkibini minimumga keltirish, kirish ajratgichlarining samarali ishi va gazni qandaydir absorbent bilan yuvish orqali erishiladi masalan, suv yoki barqaror kondensatning uglevodorodli fraksiyasi bilan yuvilishini aniqlanadi [1, 2, 4].

Boshlanishida eritmadan mexanik va mualloq zarrachalarni chiqarish uchun eritma listli filtr orqali o'tkaziladi. Listli filtrga oldindan filtrlash aralashmasi suriladi. Ko'pincha oltingugurtdan tozalash qurilmalarida filtrlash aralashmasi sifatida "Perlit" kukunidan, yog'och yordamida tindirish ko'miridan va filtrli to'qimadan foydalaniladi. Mexanik aralashmalardan filtrlangan eritma uglevodorodlarni, aminning degradatsiya mahsulotlarini va boshqa aralashmani ushlab qolish uchun faollashtirilgan ko'mir bilan adsorberga beriladi.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Ko'mirli filtrdan keyin adsorberdan olib chiqiladigan

eritmadan ko'mirning zarrachalarini ushlab qolish uchun patronli filtr o'rnatiladi. Ko'mirli filtrga (5÷20)% eritmani berish tavsiya qilinadi, mexanik-maksimal miqdorda to 100% gacha. Filtrlashda eritmaning tezligini 10 l/(daq·m²) ushlab turish tavsiya qilinadi, bir qator holatlarda tezlik bir adsorberda (20÷60) l/(min·m²)ga erishishi mumkin. Bir adsorberdagi filtr qatlamning balandligi (3÷4) m ni tashkil qiladi. Amaliy ma'lumotlar bo'yicha texnologik jarayonni normal olib borish uchun eritma tarkibidagi aralashma 2 g/l dan oshmasligi kerak. Eng samarali vosita apparatlarni quyqumda davriy yuvish va tozalash hamda tizimdan aralashmani amin eritmasini to'xtovsiz filtratsiya yo'li orqali chiqarib yuborish. Filtratsiyaga sirkulyatsiya eritmasining (5 dan 20% gacha) qismi yo'naltiriladi. Qoidaga muvofiq filtratsiya aminning regeneratsiyalangan eritmasiga duchor qilinadi.

Regeneratsiya qilingan amin (2÷5)°C yuqori haroratda adsorberdan ketadigan gazning uglevodorodlarini kondensatsiyalanishini oldini olish maqsadida uzatiladi.

Ko'piklanishga qarshi eng samarali vosita bu - anti-ko'piklashtirgichni (ko'pikni so'ndirgich)

qo'llash hisoblanadi. Ko'pikka qarshi qo'shimcha sifatida har xil silikonli moddalar va yuqori haroratda qaynaydigan spirtlar va ularning eritmadagi konsentratsiyasi ($0,001 \div 0,01$)% massa bo'yicha foydalaniladi [4, 5, 6, 7].

Ko'pik so'ndirgichlar (2÷5)%-li amindagi yoki suvdagi eritmasi ko'rinishida foydalaniladi hamda tizimga doimiy katta bo'lmagan porsiyada yoki eritmani ko'piklanish davrida qisqa muddatli tezkor uzatish amalga oshiriladi. Avvalgi – ikkinchi yo'l juda ham afzal hisoblanadi ya'ni, bunda ko'piklashtirishga qarshi eritma miqdorining juda ko'p qo'llanilishi teskari holatni keltirib chiqaradi – ko'piklarni barqarorlashtirib qo'yishi mumkin.

Qarshi ko'piklantirgich sifatida kalsiy sovuni lanolin, alkilsulfataoleat kaliy, retsinol kislotasining sulfirlangan efirlari va yuqori yog'li spirtlar, suvda erimaydigan amidlar qo'llaniladi.

Polisiloksanlar eng ko'p qo'llanilmoqda. Polisiloksanlarning eng muhim xossalaridan biri (polimetilsiloksanlar) faqat ko'pik hosil bo'lishini oldindan ogohlantirmasdan balki, hosil bo'lgan ko'pikni parchalaydi.

Ko'pik so'ndirgich gaz pufaklarini va suyuqlik fazasini sirt pardalarining mustahkamligini pasaytiradi. Bu hodisaning mexanizmi quyidagicha. Pardaning yuzasi ba'zi bir omillarning ta'siri ostida o'zining qalinligini o'zgartirish xususiyatiga ega. Sirt faol moddalar adsorbsiyalangan parda bilan uning suyuqlik holatini shunday vaqtgacha ya'ni, suyuqlikning sinerezisini pardadan ajralish evazigacha saqlaydi. Undan keyin esa adsorbsiyalangan sirt faol moddaga ta'sirini kuchaytiradi – parda yanada yupqa bo'lib qoladi, elastikligini yo'qotadi va eng oxirida qaysidir kritik qalinlikning minimal nuqtasiga erishib parchalanadi.

Shuning uchun sirt-faol moddaning ko'piklanishga qarshi xossasi ya'n, ko'proq siliksonlar ularni eruvchanlik chegarasidan oshgandan keyin faqat konsentratsiyada paydo bo'ladi. Aminli eritmalarida siloksanlarning tarkibida ya'ni, ularni eruvchanlik chegarasidan oshmayda sirt parda mustahkam suyuqlik holatida joylashadi, bunda ko'pik barqarordir; qachonki, aminli eritmada siloksan miqdori eruvchanlik chegarasidan yuqori va pardadagi uni konsentratsiyasi aminli eritmadagi konsentratsiyadan yuqori, parda suyuqlik xossasini yo'qotadi va ko'pik parchalanadi.

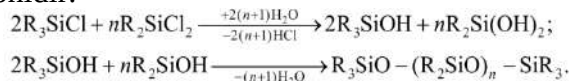
Alkanolaminlarning suvli eritmasi yordamida

tabiiy gazni nordon komponentlardan tozalash jarayonida ko'pik so'ndirgich sifatida polimetilsiloksanlar yoki ularning organik va noorganik moddalar bilan aralashmasi qo'llaniladi.

Polisiloksanlar $[Re_2 SiO]_n$ rangsiz, tiniq yog'li suyuqlik, har xil molekulyar massaga ega va qovushqoqligi ($(1 \div 3)$ dan $(10000 \div 15000)$ mm²/sek 20°C da) [8, 9].

Ular har xil usullarda olinadi, ulardan eng muhimi organoxlorsilanlar foydalanish usuli hisoblanadi.

Jarayon qisman organoxlorsilanlarni gidrolizi va keyin esa polikondensatsiya bosqichlarida barqaror bo'lmagan gidrokuchli hosila jarayonidir.



Shakllangan polimerli mahsulotlarning tarkibi va xossalari katta darajada reaksiyalanish, muhitning kislotalik, eritgichning mavjudligi, uning qutbliligi sharoitiga va boshqalarga bog'liq.

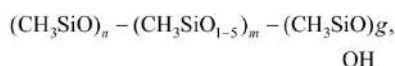
Siloksanli suyuqlik ko'pik so'ndirgichlar kabi katta qiymatda past konsentratsiyalarda oddiy organik ko'pik so'ndirgichlarga nisbatan samarador. Bu holat ko'pik so'ndirgich va muhitning oralig'idagi kimyoviy o'xshashlikga bog'liq qaysiki, u qo'shiladi.

Siloksanlar kimyoviy tarkibi bo'yicha tizimdan keskin farq qiladi, qaysiki ko'pik shakllanishi bartaraf qilingan bo'lishi kerak, shuning uchun uning ta'siri umumiyroq va kam massali ulushda qo'shilganda ($0,0001 \div 0,001$ %) ham namoyon bo'ladi.

Siloksanli ko'pik so'ndirgichlar nordon, neytral va ishqorli muhitlarda samaralidir. Ular kimyoviy befarq, amaliy uchmaydigan va ekologik jihatdan butunlay zararsiz.

Yuqori termik barqarorligi evaziga ular maksimal ishchi haroratda ham yoyilmaydi. Siloksanli ko'pik so'ndirgichlarning qo'llanilish usullari muhitning xossasiga bog'liq qaysiki, u qo'shiladigan. Ular toza ko'rinishda, organik eritgichlarda yoki suvli emulsiyali eritmalar ko'rinishida hamda pastalar shaklida to'ldirilgan bo'lib – kremniy ikki oksidining aerogeli ko'rinishida qo'llaniladi.

M.P.Smojok va G.A.Krasovskayalar [9] polietilsiloksanning siklotarmoqlangan tuzilmalarining umumiy formulasini yaratganlar.



bu yerda $n = (70 \div 200)$; $m = (1 \div 40)$; $g = (1 \div 2)$ va $(2 \div 4)\%$ massasi bo'yicha kremniy ikki oksidi.

Polietilsiloksanning siklotarmoqlangan tuzilmalari 200°C ($260 \div 390$) Pa haroratlarda haydalmagan dimetildixlorsilanni va metiltri-xlorsilanni sogidroliz mahsulotidir, tarkibida reaksiyaga qobiliyatli gidrosil guruhidir. Bu holat parchalanmaydigan emulsiyalanishda mustahkam kompozitsiyani olish uchun termik ishlov berish bosqichidan istisnodir.

Ko'pik so'ndiruvchi kompozitsiyani olish uchun sharli tegirmonga aerosil yuklanadi, oldin u 150°C da termikstatda ($1,5 \div 2$) soat quritiladi va polimetilsiloksan bilan (12-24 soat) davomida aralashtiriladi.

Olingan kompozitsiya suvli eritmali selvar (konsentratsiyasi $1 \div 4\%$) bilan aralashtiriladi va ($0,5 \div 2$) daqiqa davomida emulsiyalanadi. Olingan emulsiya bir jinsli, suv bilan har qanday nisbatlarda aerosilni ko'piklantirmasdan qo'shiladi. Ko'pik so'ndirish xossasi sinash tarkibida 1% OP-10 va 1 l eritmaga hisob bo'yicha 0,5 g ko'pik so'ndirgich qo'shib suvli eritmaga o'tqaziladi. Uning ko'pik so'ndirish samarasi ko'piklarni yo'qotish tezligi bo'yicha baholanadi.

Olingan ko'pik so'ndiruvchining kompozitsiyasi (tuzilishi yoki tarkibiy qismi) ko'piklarni so'ndirishda va suvli muhitlarda bo'lib o'tadigan har xil jarayonlarda uning shakllanishini oldini olishda foydalanilgan bo'lishi mumkin.

S.I.Mindlin va P.S.Zasipkinlar [4] alkilpolisiloksan polimerlari asosidagi yangi ko'pik so'ndirgichlarni taklif qiladilar qaysiki, polioksimetilenmetilsiloksan sifatida polimerlar qo'llanilgan.

Keltirilgan ko'pik so'ndirgichlarning ta'siri Angliya "Antifoum-V" ko'piklashtirishga qarshi o'simlik yog'i bilan taqqoslangan ma'lumotlari keltirilgan. Eng katta samarador ko'pik so'ndirgich bu polioksimetilenmetilsiloksanli polimerlar ekanligi aniqlangan.

N.V.Vvedenskiy, L.A.Mitrofanov va A.V.Karlinlar [5] tomonidan kremniy organik polimeri asosida ko'pik so'ndirgich taklif qilingan bo'lib, qaysiki, oksidlash kondensatsiyasi α , ω -polidimetilsiloksandiol nisbiy ($20 \div 40$) ming molekulyar massa va gidrosil guruhning 0,2%

alyuminiy gidroloksidi bilan massali tarkibi olingan.

"Antiadgeziv AS" ko'pik so'ndirgich quyidagi tartibda olinadi. Qorishtirgich va elektr qizdirgich bilan ta'minlangan zanglamaydigan po'lat reaktorga 8 kg ∞ -polidimetilsiloksandiolni nisbiy molekulyar massa bilan ($20 \div 40$) ming. (0,2% OH-guruh) va 0,032 kg yangi tindirilgan alyuminiy gidrooksidini yuklaymiz. Aralashma 180°C gacha qizdiriladi va uni aralashtirish orqali 4 l/daq tezlik bilan 1 kg reaksiyalash aralashmasi purkaladi. Ko'rsatilgan sharoitda 36 soatdan keyin kuydiruvchi mahsulotni quyidagi xossalari orqali olinadi: yashash qobiliyati 20%-li eritmani toluolda 4% li katalizatorni K-18 – ($48 \div 53$) daq.; nisbiy molekulyar massasi – ($44 \div 48,5$); suvni tortish reaksiyasi – neytral; alyuminning massali tarkibi ($0,07 \div 0,1\%$); formaldegidning massali tarkibi – 0,002% [9, 10, 11].

SFMLarning suvli eritmalarini ko'piklanuvchanligini har xil ko'pik so'ndiruvchi qo'shimchalar bilan tadqiqotlangan natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Ba'zi bir ko'pik so'ndirgichlarning tavsiflari

Ko'pik so'ndiruvchi qo'shmaları	20°C da 0,01% qo'shimchali ko'pik so'ndirgichning eritmasini (%) hajmini balandligini pasayishi					
	1 daqiqadan keyin		15 daqiqadan keyin		30 daqiqadan keyin	
MPS-200 A	25	10	22	10	22	8
EM 21-2A	30	15	28	11	25	10
KAV-1	70	20	60	15	60	10
Rodorsil-426 R	88	67	88	65	85	60
«Antiadgeziv AS»	94	70	94	70	94	65

Kremniy organik ko'pik so'ndirgich 10%li ko'rinishdagi metiletiketondagi eritmasi 0,01% konsentratsiyada qattiq sharoitda laboratoriyada sinashda neionogenli SFM – alkilfenolning OP-10 markasini suvli eritmalarini ko'piklanishini pasaytiradi. Bir qator ishlab chiqarish sharoitlarida $3 \cdot 10^{-5}\%$ konsentratsiyadagi ko'pik so'ndirgich keraksiz ko'pik shakllantirishni ishonchli oldini oladi. "Antiadgeziv AS" ko'pik so'ndirgich suv bilan har qanday nisbatlarda aralashadi. "Antiadgeziv AS" ko'pik so'ndirgichning ko'piklarni so'ndirish samarasi (SFMning suvli eritmalarini ko'pik shakllantiruvchi xususiyatini kamaytirish natijasi eritma hajmining balandligining o'zgarishi, ko'pik so'n-

dirgichning tarkibi, toza eritmaning hajmini balandligiga nisbatlari bo'yicha baholanadi va ulushlarda ifodalanadi.

1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, "Antiadgeziv AS" ko'pik so'ndiruvchi qo'shimcha SFMning suvli eritmalarini ko'piklanishini samarali vositalaridan hisoblanadi.

Qutbli guruhlarining tarkibli mos tuzilmali siloksanlar mutaxassislarning fikricha eng samarali ko'prik so'ndirgich bo'lib, katta ajralib turuvchi universallikga ega. Ular o'zi $10^{-5} \div 10^{-6} \%$.

Konsentratsiyada yaxshi so'ndiruvchi ta'sirlarni namoyon qilishi mumkin.

Bunday samaralik fazalarning bo'linmasini yuzalari bo'yicha yuqori gidrofoblik (suv yuqtirmaydigan holat) bilan katta tezlikda tarqalishi bilan tushintiriladi – siloksanlar sirt tortishish kuchi bo'yicha $(16 \div 20) \cdot 10^{-5}$ N/sm. ga ega. Maxsus maqsadlarda ko'pik so'ndirish uchun chiqariladigan kremniyorganik birikmalar sifatida PGJ-891, "Antifomsildi" va A-154 larni aytish mumkin.

PMS polisiloksanli va ba'zida so'ndirish uchun tavsiya qilinadigan (PMS-200, PMS-200A, PMS-1000A va b.) yetarli miqdorda ishlab chiqariladigan suyuqliklarning turi suvli ko'piklarga nisbatan juda kam ko'pik so'ndirish xususiyatiga egadir.

P.R.Gaub, G.G.Kotov va V.A.Sazonovlar [5] ko'pik so'ndirgich sifatida kremniy organik birikmalarining ETS-31, ETS-40, ETS-50, KAV-1, loyli KIL, qayta ishlangan kremniy organik suyuqliklar bilan ishlangan ko'pik so'ndirgichlarni tavsiya qilganlar.

Emulsiyali 21-2A (KE-10-12) – ko'pikka qarshi qo'shimchalar.

Gazni tozalash qurilmalarida ko'pikka qarshi qo'shimchalar sifatida xorijiy davlatlarda yuqori molekulyarli spirtlar qo'llaniladi: polialkilenglikol, oktilfenok-sietanol, stearinli va bug'li spirtlar.

Gazni nordon komponentlardan tozalash jarayonida ko'pikka qarshi qo'shimchalar sifatida quyidagi siloksinlar keng qo'llanilmoqda: DS, "Antifoum A", splastik, kompaund, antifron, Rodorsil-426K, polialkilsiloksan yoki poliarilsiloksan va b. MDHda gazni nordon komponentlardan tozalash jarayonlarida MEA va DEAning suvli eritmalarini qo'llanilishi bilan ko'pikka qarshi qo'shimchalar ularni sanoatda ishlab chiqarish mavjud bo'lmaganligi sababli

qo'llanilmaydi.

Tabiiy gazni nordon komponentlardan aminli tozalash jarayonlarida eng muhim xavf absorberlarda barqaror ko'piklarning paydo bo'lishi hisoblanadi. Shu maqsadda ko'piklanishga qarshi so'ndirgichlarni tanlash bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan, ularning samaradorligi pufaklarning vaqt bo'yicha amalga oshishi aniqlangan.

2-jadvaldan ko'rinib turibdiki, gazni nordon komponentlardan aminli tozalash jarayonida eng samarali ko'pikka qarshi qo'shimcha 21-2A emulsiya hisoblanadi, u kompozitsiya ko'rinishida, polimetilsiloksning-2% li solvar eritmasining yangi suyuqligi bo'lib, unga aerosil va emulgator qo'shish asosida tayyorlangan.

Ba'zi bir tadqiqotning natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Ko'piklanishga qarshi so'ndirgichlarning tadqiqot natijalari

	Ko'piklanishga qarshi qo'shimchalarning massali tarkibi, %	MEAning konsentratsiyasi, mol/l	Ko'piklarni mavjudlik vaqi, sek
Polietilenglikol Mv-100	0,005	2,0	1,230
Propilin spirti	0,005	2,0	0,613
Silikonli suyuqlik VKJ-94	0,005	2,0	0,643
Silikonli suyuqlik PMS-200A	0,005	2,0	0,530
Dietilenglikol	0,005	2,0	0,930
Emulsiya 21-2A	0,005	2,0	< 0,100

Natijalar. 21-2A emulsiya suv bilan va alkanolaminlarning har qanday miqdoriga aralashadi. 21-2A emulsiyani ko'piklanishiga MEA va DEAning qo'shimchalarga ta'siri va ularni olib chiqilishi tadqiqotlangan.

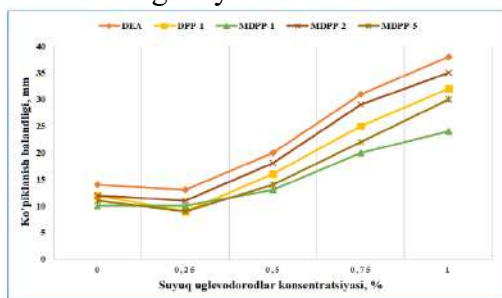
Emulsiya 21-2Aning optimal konsentratsiyasi MEA va DEAning eritmadagi konsentratsiyasiga bog'liq va 2,5N eritmalar uchun 0,05 g/l ni tashkil qiladi. Emulsiya 21-2A konsentratsiyasining kamayishi alkanolaminli eritmalarining yo'qotilishini keskin o'sishiga olib keladi.

Tabiiy gazni nordon komponentlardan absorbsion tozalashda amin eritmalarining (xususan MEA va DEA) ko'pik bo'lishining kuchayishining asosiy sabablari bu ularning tarkibiga turli jarayonlar natijasida hosil bo'luvchi turli zarrachalar bilan bog'liq bo'lgan holdagi katta muammoning majmuidir [12]. Shuning uchun, ularning toza eritmaları va ularning tarkibidagi turli moddalar, jumladan korroziya ingibitori, uglevododlar, mexanik

zarrachalar, tabiiy gazni oltingugurtdan tozalash qurilmalarida hosil bo'ladigan turli konsentratlarda parchalangan mahsulotlar bilan ko'pik hosil qilish darajasini o'rganish tadqiq etildi.

Bunda bugungi kunda gazni tozalash uchun gazni qayta ishlash zavodlarida qo'llanilayotgan DEAning 30% li eritmasi ham tadqiq etildi. Bunda biz DEAning 30% eritmasini etalon sifatida qo'lladik. Shu bilan birga, har xil moddalar bilan ifloslangan amin eritmasining ko'pik hosil qilish darajasiga "Kvatramin 1001" ko'pik so'ndirgichning samaradorli ta'sir etish holati ham tadqiq etildi.

Tabiiy gazni qayta ishlash va uni qayta ishlash jarayonlarining qurilmalarini korroziyalash qobiliyatiga ega bo'lgan va tovar gaz mahsuloti tarkibida miqdori qat'iy cheklab qo'yilgan nordon komponentlardan tozalash qurilmalarini o'z ichiga oladi. Bugungi kunda texnologik reglament bo'yicha absorbsion tozalashdan o'tgan gazning tarkibidagi vodorod sulfidning miqdori 0,012% va uglerod dioksidi 0,02% qilib belgilangan [11; 12]. Agarda ushbu nordon komponentlar miqdori xomashyo gazning tarkibida 2-50% gachani tashkil qilsa, u holatda ushbu xomashyoni tozalash uchun aminlarning suvli eritmasi ishtirokidagi suyuq fazadagi jarayonlar va fizik-yutuvchilar qo'llaniladi. Dunyoda gazlarni amin eritmalari yordamida nordon komponentlardan absorbsion tozalash jarayonlari yetakchi o'rinni egallaydi.



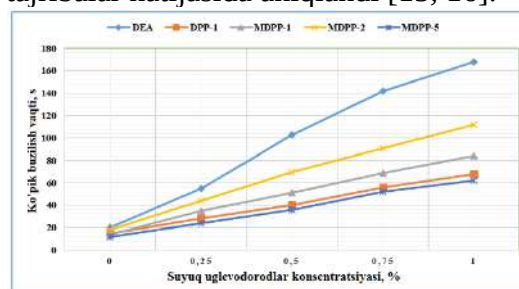
1-rasm. Absorbent kompozitsiyalarining ko'pik hosil qilish qobiliyatini suyuq uglevodorodlar konsentratsiyasiga bog'liqligi.

Gazlarni absorbsion tozalash jarayonlarida qo'llaniluvchi 30%li DEA va ilmiy tadqiqotlar natijasida olingan DPP-1, MDPP-2, MDPP-5 absorbent kompozitsiyalarining ko'pik hosil qilish qobiliyati va ko'pikning barqarorligi ko'rsatkichlari toza absorbent namunalarida va ular tarkibiga 0,1-1% konsentratlarda gaz tarkibida uchraydigan suyuq uglevodorodlardan aralashtirilib (C_5H_{12} —20%+

C_6H_{14} —20%+ C_7H_{16} —20%+ C_8H_{18} —20%+ C_9H_{20} —20) tayyorlangan suyuq uglevodorodlar model aralashmasi qo'shib aniqlandi. Olingan natijalar 1 va 2-raslarda keltirilgan.

Hozirda sanoatda gazlarni aminlar yordamida absorbsion tozalash jarayonlarining salbiy xususiyatlaridan asosiysi bo'lib, bu xomashyo gaz bilan birga va absorbentning eskirishi hisobiga absorbsiya jarayonida tushuvchi turli moddalar hisobiga hosil bo'luvchi ko'piklanish hodisasi hisoblanadi [13, 14]. Gaz takribidagi turli moddalarga tuzlar, mexanik zarrachalar (korroziya mahsulotlari, qatlam zarrachalari), gaz tarkibida erigan uglevodorodlar, korroziya ingibitorlari, gaz qazib chiqarishda qatlamga kislotali ishlov berish va quduqlarni intensivatsiyalashdagi moddalar, aminlarning parchalanishi va oksidlanishi natijasida hosil bo'luvchi moddalar kiradi.

Absorbentlar tarkibiga 0,25% konsentrat-siyada suyuq uglevodorodlar qo'shilganda deyarli barcha absorbent namunalarining ko'pik hosil qilish qobiliyatiga ijobiy yoki umuman ta'sir etmaganini ko'rishimiz mumkin. Bundan yuqori konsentrat-siyalarda esa ko'pik hosil qilish qobiliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatdi, ya'ni ko'pik balandligi yuqoriga ko'tarilib bordi. Ushbu tadqiqot natijalari DEA va MDPP-2 absorbentlari tarkibida 0,5% gacha suyuq uglevodorod bo'lganda ko'pik hosil qilish qobiliyatini past sinfda saqlab qolsa, DPP-1, MDPP-1 va MDPP-5 absorbentlari esa 0,75% gacha suyuq uglevodorodlar bo'lganda ham o'zining ko'pik hosil qilish qobiliyatini ushbu sinfda saqlab turishi tajribalar natijasida aniqlandi [15, 16].



2-rasm. Absorbent kompozitsiyalarining ko'pikning barqarorligini suyuq uglevodorodlar konsentratsiyasiga bog'liqligi.

Absorbent kompozitsiyalarining ko'pikning barqarorligini suyuq uglevodorodlar konsentrat-siyasiga bog'liqligi tadqiqot natijalari suyuq uglevodorodlarining absorbent tarkibida konsen-

tratsyasi 0,5% bo'lganda DPP-1, MDPP-1 va MDPP-5 absorbentlarining ko'pik barqarorligi past sinfga javob bergan bo'lsa, suyuq uglevodorodlar konsentratsyasi 0,75% gacha oshirilgan DPP-1 absorbentining ko'pigining buzilishi 56 sekundni, MDPP-5 absorbentniki esa 52 sekundni tashkil etdi. DEA va MDPP-2 absorbentlari esa ko'piklanish barqarorligi ancha past natijalar ko'rsatdi.

Xulosa. 1. Amin eritmalarning ko'piklanishi – gazni tozalash qurilmasini ekspluatatsiya qilishda jiddiy muammolardan biridir. Ko'piklanish qurilmalarni ish rejimlarini buzishga, tozalangan gazning sifatini yomonlashishga hamda uning evaziga gaz bo'yicha qurilmaning ish ko'rsatgichlarini pasaytirishga olib keladi. Ko'piklashtirish uchun organik birikmalar tanlangan bo'lib, kon sharoitida va gazni zavodda ishlov berishda jarayonlarida

hamda DEAning suvli eritmasiga tushishi mumkinligi tadqiqotlangan.

2. Gazni tozalashda eng ko'p sanoatda absorbsion usullar keng tarqalgan bo'lib, qaysiki uni amalga oshirishda absorbentlar sifatida alkaminlarning eritmalaridan foydalaniladi. Asosiy muammolardan biri jarayon etanolamindan foydalanish bilan bog'liq bo'lib, ishchi eritmaning ko'piklanishining oshib ketishi hisoblanadi, bu esa texnologik jarayonlarni buzilishiga va reagentlarning sarfini oshib ketishga olib keladi. Bu belgilangan muammolarni yechishning asosiy usullari – ko'pik so'ndiruvchi reagentlarning qo'llanilishi va aminning ishchi eritmasida to'planib qolgan aralashmalarni filtrlar yordamida tozalash hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Алигириева Р.Р. // Дис. ... канд. тех. наук, М., РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 2017. 123 с.
2. Бусыгин И.Г. Оптимизация селективной МДЭА-очистки смеси газов / И.Г. Бусыгин, Н.В. Бусыгина //Газовая промышленность. 1997. № 6. С. 47–48.
3. Берлин М.А., Горченков В.Г., Капралов В.П. Квалифицированная первичная переработка нефтяных и природных углеводородных газов. - Краснодар: Советская Кубань. -2012. -520с.
4. Бусыгина Н.В. Технология переработки природного газа и газового конденсата /Н.В. Бусыгина, И.Г. Бусыгин. Оренбург: Газпромнефть. 2002. 432 с.
5. Вильданов А.Ф. //Жидкофазная каталитическая окислительная демеркаптанализация нефтей и нефтепродуктов]: дисс. д-ра техн. наук: 05.17.04 /Вильданов Азат Фаридович. Казань. 1998. 380 с.
6. Maxmudov, N. N., & Yuldashev, T. R. Neft va gaz qazib olish texnologiyasi va texnikasi. Darslik, Toshkent, Fan va texnologiya nashriyoti-2015, 392.
7. Yuldashev, T. R., & Makhmudov M, J. (2023). Cleaninng of Natural from Sobe Component. Journal of Siberian Federal University. Engineeng & Technologies, 16(3), 296-306.
8. Makhmudov, M. J., & Yuldashev, T. R. (2023). Cleaning of Industrial Emissions from Gas and Dispersive Particles.
9. Юлдашев, Т. Р. (2023). ОЧИСТКА ГАЗА ОТ КИСЛЫХ КОМПОНЕНТОВ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ. In Научно-технический прогресс. Задачи и их решения (pp. 150-155).
10. Юлдашев, Т. Р. (2023). ОСНОВА ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ ГАЗОАБСОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ. Universum: технические науки, (5-6 (110)), 20-24.
11. Юлдашев, Т. Р. (2023). АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АМИННОЙ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ И ПУТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. Universum: технические науки, (4-6 (109)), 24-27.
12. Yuldashev, T. R. (2023). TABIIY GAZLARNI VODOROD SULFID VA UGLEROD OKSIDLARIDAN TOZALASHDA QO'LLANILADIGAN ABSORBENTLAR. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 1(1), 92-99.

UO‘K: 665.62.075

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.16

TABIIY GAZNI NORDON KOMPONENTLARDAN TOZALASH QURILMALARIDA KO‘PIK HOSIL BO‘LISHINING MUAMMOLARI



**Yuldashev Tashmurza
Raxmanovich**

Professor, t.f.d., Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
E-mail:

Tashmurzayuldashev1959@gmail.com



**Eshniyozov Akmal
Dilmurodovich**

O‘zbekistan GTL MCHJ qurilma
kuzatuvchisi, Qarshi, O‘zbekiston
E-mail:

Akmaleshniyoaov73@gmail.com



**Jabborov Nodirbek
Xolto‘rayevich**

Magistr, Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
E-mail:

nodirbek07007@gmail.com

Annotatsiya. Tabiiy gazlarni nordon komponentlardan tozalashda aminli eritmalardan keng foydalaniladi. Tabiiy gazlarning tarkibida zaharli komponentlardan tashqari tozalash jarayonida kimyoviy reaksiyalar ta'sirida oltingugurtli murakkab birikmalarning paydo bo'lishi, issiqlikga chidamli tuzlar, issiqlik ta'sirida ishlaydigan qurilmalarning ichida ko'piklanishning hosil bo'lishi va korroziya muhitlarni keltirib chiqarishi gazni aminli tozalashdagi jarayonni murakkab holatga keltirib qo'yadi hamda birgalikda toza gaz mahsulotlarni yo'qotilishga va qurilmalarni xizmat muddatlarni qisqartirishga olib kelish jarayonlari maqolada ko'rib chiqilgan.

Kalitli so'zlar: absorbentlar, alkanaminlar, eritmaning ko'piklanishi, Ko'piklanish qurilmasi, ko'piklanish darajasi, korroziya ingibitori, ko'pik balandligi.

ПРОБЛЕМЫ ПЕНООБРАЗОВАНИЯ НА УСТАНОВКАХ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ОТ КИСЛЫХ КОМПОНЕНТОВ

**Юлдашев Ташмурза
Рахманович**

Профессор, д.т.н., Каришинский
государственный технический
университет,
Кариши, Узбекистан

**Эшниёзов Акмал
Дилмуродович**

Наблюдатель устройства ООО
«Uzbekistan GTL»,
Кариши, Узбекистан

**Джабборов Нодирбек
Холтораевич**

Магистр, Каришинский
государственный технический
университет,
Кариши, Узбекистан

Аннотация. Растворы аминов широко применяются для очистки природных газов от кислых компонентов. Помимо токсичных компонентов в составе природных газов, образование сложных сернистых соединений под воздействием химических реакций в процессе очистки, термостойких солей, образование пены внутри аппаратов, работающих под воздействием тепла, создание коррозионно-активных сред осложняют процесс аминовой очистки газов, а в совокупности приводят к потере чистых газовых продуктов и сокращению срока службы аппаратов. В статье рассматриваются процессы.

Ключевые слова: абсорбенты, алканамины, вспенивание раствора, пен ообразующее устройство, скорость вспенивания, ингибитор коррозии, высота пены.

PROBLEMS OF FOAM FORMATION IN NATURAL GAS PURIFICATION PLANTS FROM SOUR COMPONENTS

**Yuldashev Tashmurza
Rakhmanovich**

*Professor, Doctor of Technical
Sciences, Karshi State Technical
University, Karshi, Uzbekistan*

**Eshniyozov Akmal
Dilmurodovich**

*Uzbekistan GTL LLC Device
Monitor, Karshi, Uzbekistan*

**Jabborov Nodirbek
Kholtorayevich**

*Master's degree, Karshi State
Technical University, Karshi,
Uzbekistan*

Abstract. Amine solutions are widely used in the purification of natural gases from acidic components. In addition to toxic components in the composition of natural gases, the formation of complex sulfur compounds under the influence of chemical reactions during the purification process, heat-resistant salts, the formation of foaming inside heat-operated devices, and the creation of corrosive environments complicate the process of amine gas purification, and the processes leading to the loss of pure gas products and a reduction in the service life of devices are considered in the article.

Keywords: absorbents, alkanamines, solution foaming, Foaming device, foaming rate, corrosion inhibitor, foam height.

Kirish. Tabiiy gazlarni va kondensatni tozalash texnologiyasini tanlash uning tarkibidagi nordon komponentlarning miqdoriga bog'liqdir. Gazni tozalashda eng ko'p sanoatda absorbsion usullar keng tarqalgan bo'lib, qaysiki uni amalga oshirishda absorbentlar sifatida alkanaminlarning eritmalaridan foydalaniladi. Asosiy muammolardan biri jarayon etanolamindan foydalanish bilan bog'liq bo'lib, ishchi eritmaning ko'piklanishining oshib ketishi hisoblanadi, bu esa texnologik jarayonlarni buzilishiga va reagentlarning sarfini oshib ketishga olib keladi. Bu belgilangan muammolarni yechishning asosiy usullari – ko'pik so'ndiruvchi reagentlarning qo'llanilishi va aminning ishchi eritmasida to'planib qolgan aralashmalarni filtrlar yordamida tozalashdir. Ko'pik sundirgichlar sifatida "Penta" markali reagentlardan foydalanish taklif qilingan bo'lib, ularning samaradorlik konsentratsiyasi aniqlangan. Aminli eritmalarni aralashmalardan tozalash jarayonida "Texnosorb 1" nanomaterialining qo'llanilish imkoniyatlar tadqiqotlangan qaysiki, u filtratsiya samaradorligini yaxshilash imkoniyatini beradi [1, 2, 9, 13].

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Tabiiy gaz dunyoda boshqa qazib olinadigan yoqilg'ilarga nisbatan taqqoslanganda – yetakchi hisoblanadi. Tabiiy gazning zahiralari yetarlicha juda katta bo'lib, uning uchdan bir qismining tarkibi nordon komponentlardan iborat bo'lgan konlarga to'g'ri keladi. Bu ko'rsatilgan yirik zahiralarda "Buxoro - Xiva" va Ustyurt o'lkasiga to'g'ri keladi. Respublikamizning konlaridagi vodorod sulfid

tarkibli konlarni tahlil qiladigan bo'lsak Hisor regionida tizimidagi gaz konlaridagi vodorod sulfidning tarkibi 1,2% ni tashkil qiladi, Muborak gazni qayta ishlash zavodiga beriladigan gazlarning komponent tarkibi esa 1,8% ni tashkil qiladi. Shuning uchun ham gazlarni tozalashda ikki xil texnologiyadan foydalaniladi. Keyingi davrda sanoatning kuchli rivojlanishi uglevodorod xomashyosiga bo'lgan iste'mol talablarini keskin oshirib yubordi. Konlarni ekspluatatsiya qilishda insoniyatning organizmiga va atrof muhitga salbiy ta'sir qilishning yuqoriligi, jihozlarga korrozion ta'sir qilish, qayta ishlash davom ettirilgan katalizatorlarning zaharlashining mumkinligi gaz sanoati oldiga bunday xomashyoni zamonaviy usullarda tozalash muammosi masalasini ko'ndalang qo'ydi [2, 10, 15].

Tarkibida nordon komponentlar mavjud bo'lgan tabiiy gazlarni tozalash usullari. Nordon gazlarni ajratib olish an'anaviy absorbsiyali tozalash usulida har xil eritgichlar vositasida amalga oshiriladi, ko'pincha alkanolaminlar yordamida. Aminli tozalash jarayoni neftgaz sanoatida keng qo'llaniladi, eritgichlarni tanlash esa texnologik masalalarga bog'liq.

Gazni qayta ishlash zavodlarida dietanolaminning (DEA) 40% li ko'rinishidagi eritmasidan foydalaniladi. DEA absorbent sifatida qo'llanilganda vodorod sulfidning va uglerod kislotasining parsial bosimiga, suvli yutgichlar eritmalarining past qovushqoqligiga, uglevodorodlarning past absorbsiyasiga bog'liq bo'lmagan holda gazni

yuqori va ishonchli darajada tozalashni ta'minlaydi ya'ni, nordon gazlarni yuqori sifatini kafolatlaydi hamda oltingugurt ishlab chiqarishda xomashyo hisoblanadi.

Shuning bilan birgalikda jarayon qator kamchiliklardan ham holi emas. Jarayonda jiddiy qiyinchiliklar aminli eritmaning ko'pik shakllanishi chaqiradi qaysiki, qimmat turuvchi absorbentning ko'p sarflanishga olib keladi, uning bir qismi esa tozalangan gaz bilan olib chiqib ketiladi [3, 4, 13]. Eritmaga gaz bilan birgalikda har xil aralashmalarining (mexanik aralashmalar, suyuq uglevodorodlar, har xil sirt-faol moddalar (SFM), korroziya ingibitorlari) tushishida jihozlarning korroziya mahsulotlari (temir sulfidi, temir oksidi va b.lar.), aminni degradatsiya mahsulotlari xizmat qiluvchi sabablardan hisoblanadi [3].

Ko'piklanish qurilma ishlarini buzilishga, tozalanadigan gazni sifatini yomonlashishga olib keladi. Ko'pgina holatlarda bunday nuqsonlar eritmaga ko'pikga qarshi qo'shmalarini qo'shish yo'li orqali yoki undan ko'pik shakllantiruvchi moddalarni chiqarib olish yo'li orqali bartaraf qilinadi. Ko'pikga qarshi qo'shma sifatida silikonlar yoki yuqori haroratda qaynaydigan spirtlar qo'llaniladi [5]. Bunday sifatga di va trietilenglikollar kirishish mumkin, uning evaziga glikolaminli tozalash qurilmalarida ko'piklanish sodir bo'lmaydi [6].

Hozirgi vaqtda kremniy organik yuqori molekulyarli birikmalar (silikonli ko'pik so'ndirgich) organik ko'pik so'ndirgich bilan taqqoslanganda bahosi va sifati nisbatlari yaxshi ekanligi eng qulay yechim sifatida qoladi. Bizningcha ko'pik shakllanish bilan kuzatiladigan jarayonlar yo'qki qaysiki, ularning ta'siri kam samarali bo'lgan. Bu moddalar haroratning katta qiymatlarida kimyoviy inert, mustahkam va samarali, past sirt taranglashishni tavsiflaydi, sochilish koeffitsiyentining yaxshiligi, atrof muhit uchun xavfsizdir.

Kremniy organik ko'pik so'ndirgich chiziqli tuzilishli polimerli aralashma ko'rinishida (polidimetilsiloksanlar: $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}-[(\text{CH}_3)_2\text{SiO}]_n\text{SiO}(\text{CH}_3)_3$ har xil darajali polimerzatsiyasi - n [7]). Polidimetilsiloksanlar tashqi ko'rinishi bo'yicha – moyli rangsiz tiniq suyuqlik bo'lib, polimerlanish darajasiga bog'liq ravishda har xil qavushqoqlik va sirt tarangligiga ega. Polimerning asosiy zanjiri noorganik tabiatga ega, yon metilli

guruhlar esa – organik, umuman olganda silikonli moylarni kompleks unikal xossalarini aniqlaydi. Polimer ishlash jarayonida hech qanday reaksiyaga kirishmaydi, cho'kmada yaxshi adsorbsiyalanadi, ya'ni bunda kiritilgan polidimetil-siloksanning asosiy miqdori – cho'kma bilan cho'kadi, keyin esa uglerod sulfid gazi, suv va kremniy ikki oksidiga abiotik parchalanishga beriladi [8].

Polidimetilsiloksanlar toza ko'rinishda juda kam holda qo'llaniladi, uni aralashmasi yoki eritmaları organik birikmalarda ko'proq iste'mol qilinadi. Polidimetilsiloksanlar ko'pincha suvli emulsiya ko'rinishida qo'llaniladi. Uni emulsiyalash ko'pik so'ndirgichning bir xil samaradorligida asosiy agentni sarfini katta qiymatda pasaytirishga erishishga imkoniyat beradi.

Agar emulgator sifatida murakkab tarkibli aralashmadan foydalanilganda, unda barqaror emulsiyani olish uchun yo'ruqnoma qoidalari tavsiya qilinadi, qaysiki, ularga mos ravishda emulgatorlardan biri organik fazada yaxshi erishi va suvda yomon erishi shart, boshqasi esa teskari, suvda yaxshi erishi va organik fazada esa erimaydi. Silikonli ko'pik so'ndirgichlarning samaradorligini oshirish uchun unga ko'pincha to'ldiruvchilar qo'shiladi masalan, kremniy oksidi. Bunday ko'pik so'ndirgichlarning samaradorligi ularni kimyoviy tuzilishiga bog'liq [11] va unga COOH , $(\text{CH}_2)_2\text{CN}$ guruhini va boshqalarni kiritish yoki qo'shimcha texnologik operatsiyalar olib borish orqali kuchaytirilgan bo'lishi mumkin masalan, issiq ishlov berish orqali. Silikonlarni ko'pik so'ndirish xossalarini yaxshilash uchun ularning molekulariga boshqa elementlarning atomlarini kiritish tavsiya qilinadi ya'ni, oltingugurt va bor kabi.

Polidimetilsiloksanli moy asosida silikonli ko'pik so'ndirgich tayyorlanadi, u esa suyuqlik yuzasi bo'ylab tezda tarqalish xossasiga ega bo'ladi. Ko'pikda taqsimlangan faol silikonli ingrediyent SFMning molekulari bilan pufakning yuzasida aralashtiriladi. Buning hisobiga beqarorlashtirish va pufaklarni parchalanishga keltirgani uchun parda yanada yuqalashadi. Kremniy ikki oksidining zarrachalari ko'pikli pufakning yuzasida aralashadi, ko'pikni yanada beqarorlashtiradi. Ko'pikning pufagi yoriladi va undan egallab turgan havo chiqadi. Ko'piklarning so'nishi devorning yuqalashishi hisobiga sodir bo'ladi. Silikonli ko'pik so'ndirgichlar suyuqlikning yuzasida bir zumda tar-

qalishi ijobiy samarani keltirib chiqaradi. Ijobiy koeffitsiyentni olish uchun ko'pik so'ndirgichning yuzasi juda ham past bo'lishi shart.

Reagentlarni ko'pik so'ndirgichlarni tavsiflari bilan sintez qilish jarayonlari yetarli miqdorda ishlab chiqarish uchun tashkilotlar shug'ullanmoqdalar. Mualliflar [2, 5, 6, 10] taklif etiladigan mahsulotlarning kimyoviy tarkibining har xilligini ko'rsatishadilar lekin, reagentlardan ko'pi yuqori oltingugurtli gazlarni tozalash xususiyatlari bilan bog'liq holda bu sohada o'zlarining o'rnini egallab olishaolmagan.

Ko'pik shakllanishni kamaytirishda ko'pik shakllantiruvchi moddani olib chiqish orqali amalga oshiriladi. Buning uchun esa uni filtr orqali o'tkazib absorbent eritmasi tindiriladi yoki filtrda ushlab qolinadi. Bunda filtrlovchi agent sifatida faollashtirilgan ko'mirdan foydalaniladi [11, 12].

Amaliy tajribalar shuni ko'rsatadiki, milliard metr kub gazga ishlov berilganda sezilarli miqdordagi aralashmalar to'planadi [1]. Bu holat mavjud filtratsiya tugunlari orqali DEA eritmasining sirkulyatsiyasini katta bo'lmagan qismi kirib keladi, texnologik jihatdan hamma vaqt samarali emas, ko'mirli adsorberlar esa tezda smolali moddalar bilan to'lib qoladi. Bunday holatda faollashtirilgan ko'mirni regenneratsiyasi mumkin emas ya'ni, qo'shimcha vositalarni sarfiga olib keladi.

Adsorbsiyali tozalashda muqobil variant bo'lib ekstraktsion [13] yoki vakuumli tozalash [14] texnologiyasi xizmat qiladi.

Ko'rinib turibdiki, GQIZlarida hozirgi vaqtda absorbentning eritmasini tozalash usuli takomillashtirilmayapti va smolali moddalarni to'planishi bo'yicha ko'mirni faollashtirish regeneratsiyasi olib borilmayapti, zavodning texnologik sharoitlarida yangi adsorbsion materiallardan foydalanish maqsadida izlash va laboratoriya sharoitida tadqiqot ishlari olib borilgan.

Makro- va mezog'ovakliklarni (o'tuvchi g'ovakliklar) sorbsiya fazosining solishtirma yuzasi va chegaraviy hajmining ulushini oshirish bo'yicha eng faol ishlar olib borilgani belgilangan. Aminli eritmalarini tozalashda xorijiy kompaniyalarning bu an'anasini hisobga olib faollashtirilgan ko'mirlarni bir qator modifikatsiyalangan markalari ishlab chiqilgan. SGL Kanadaning Travis Calgary firmalari bu bitumlashtirilgan ko'mirni va Sutcliffe

Speakmen Carbons Ltd fransuz firmasining 207-A ko'mir markasi ishlab chiqilgan. Ko'rinib turibdiki, AG-3 ko'mirning solishtirma mezog'ovaklik yuzasi 33 m²/g ni tashkil qiladi, SGL va 207-A ko'mirlarda bunday parametr mos holda 950-1050 va 1000—1200 m²/g ga tenglashadi ya'ni, bir necha marta kattadir. Bunda kutilgani kabi 207-A ko'mirning markasi eng katta adsorbsion sig'imni egallaydi, unga SGL va AG-3 ko'mir markalari o'z o'rnini bo'shatib beradi, qaysiki, chegaraviy adsorbsion sig'im mos ravishda 29 va 52% ga kichik [15].

Shuni tan olish kerakki, modifikatsiyalashtirilgan faollashtirilgan ko'mirlarni imkoniyati chegaralangan va filtrlaydigan materiallarni samaradorligini oshirishda yangi sifat ko'rsatgichiga erishish uchun faqat yangi uglerodli adsorbsion materiallarni – nanomateriallarni yaratish yo'li orqali erishish mumkin. Avvalom bor ularning yuqori samaradorligi solishtirma yuzasining juda kuchaytirilganlikka ega ekanligi - 2000 m²/g gacha, zarrachalarning anizometriyasi va spetsifik tuzilmasi, gidrofobligi va mos holda materialini qutbsiz molekularlarga nisbatan oleofilligi hamda nanotuzilmali komplekslarining juda yuqori faolligi bilan tavsiflanadi.

Ba'zi bir uglerodli nanomateriallarni adsorbent sifatida tadqiqotlash ularni istiqbolli ekanligini ko'rsatgan. Bularga tolali uglerod materiallari, interkalirovkalangan grafit asosidagi materiallar, issiqlik orqali kengaytirilgan grafit asosidagi materiallar va yuqori reaksiyalanish xususiyatiga ega bo'lgan uglerodli aralashmalar mansubdir. Bir qator yangi uglerodli – uglerodli materiallar sanoat ishlab chiqarish darajasigacha keltirilgan va ularga quyidagilar Sibunit (TU 3841540-95) va Texnosorb (TU 3841538-94) kiradi.

Tadqiqotning vazifalari. Hozirgi vaqtda kremniy organik ko'pik so'ndirgichlar qanchalik o'zining eng yaxshi sohasida joylashganda belgilangan sinfining har xil reagentlarining tadqiqotlash ya'ni, bunda aminning ko'piklanish muhitida ko'pik so'ndirish xususiyatini aniqlash maqsadida olib borilgan.

Ko'pik so'ndirgichlarning xossalarini va optimal konsentratsiyasini ko'pik so'ndirish xossasini tadqiqotlashda "Metodik yo'riqnoma R51-00158623-11-95" ga muvofiq "Tabiiy gazlarni H₂S va CO₂ lardan tozalash uchun absorbentlar aniqlanadi. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

**Har xil markadagi ko'pik so'ndirgichlarning
sinash natijalari**

Parametr	Tesil 201 100%	Tesil 201A 100%	DEM- VS-97D 100%	Penta 470 100%	Penta 480B 30%	Penta 4609 30%	Penta 4613 100%
Konsentratsiya, mg/l	125	150	200	160	300	750	200
Ko'pikning so'nish vaqti, s	47	67	5	50	15	15	300
Ko'pikning balandligini kamayishi, %	91	92	100	97	83	72	72

Tadqiqotlar uchun bozorda mavjud bo'lgan reagentlar hamda "Penta" markali eksperimental namunalardan foydalanilgan bo'lib, emulgatorning tabiati variantlash usuli orqali aniqlangan.

Ko'pik xossalarini aniqlash ishlari amalga oshirildi. Buning uchun reagentlarning har xil konsentratsiyasida suvli eritmalar tayyorlanib, modeli eritmaning ustuniga (42%li aminning regeneratsiyalangan eritmasi va 1%li SFMning suvli eritmasi) bosqichma-bosqich qo'llanildi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, Tesil-201, 201A, DEM-VS-97D, Penta 4613 kabi reagentlar sof holatda qo'llanilganda ko'pikni so'ndirish xossasiga ega, biroq ularning xizmat muddati qisqa bo'lib, qisqa vaqt oralig'ida ko'pik balandligi to'liq tiklanadi. Bundan tashqari, ushbu reagentlar past termik barqarorlikka ega bo'lib, ularni qurilmaning harorat rejimlarida qo'llashga ruxsat etilmaydi.

Boshqa tomondan, Penta 470, 480B, 4609 reagentlari qoniqarli ko'pik so'ndirish xossasiga ega ekani aniqlangan. Ularni suvli eritmalar ko'rinishida qo'llash reagent sarfini kamaytirishga yordam beradi. Ushbu reagentlar uchun emulgator sifatida oksietilli yuqori yog'li spirtlar va modifikatorlar qo'llanilgan bo'lib, ular SFM molekularining pufak yuzasida aralashishini, pardaning yupqalashishini va natijada pufaklarning parchalanishini ta'minlaydi.

Reagent Penta 470 tajriba-sanoat sinovlaridan muvaffaqiyatli o'tkazilgan bo'lib, hozirda gazlarni yuvish va siqib bosimini oshirish qurilmalarida, kondensatni barqarorlashtirish va shamollatish tizimlarida, hamda gaz-kimyoo sanoati zavodlarida (GQIZ) nordon komponentlarni ajratish jarayonlarida keng qo'llanilmoqda. Ushbu reagentning suvli eritmasi, ko'pik so'ndirgichlarni uzatish tugunini modernizatsiyalashdan so'ng, doimiy uzatishni ta'minlash va ko'pik hosil bo'lishi paytida qo'shil-

malarning avtomatik berilishini amalga oshirish imkonini beradi.

Mavjud ma'lumotlar asosida, birinchi yaqinlashuvda ko'pik so'ndirgich reagentining absorbent sirkulyatsiyasiga va regeneratsiyalangan amin konsentratsiyasiga bog'liqligi aniqlangan. Amaliyotda birlamchi kunlik o'rtacha ko'rsatkichlar asosida (aminning sirkulyatsiya miqdori, ko'pik so'ndirgich miqdori va regeneratsiyalangan amin konsentratsiyasi) diagrammalar yordamida GQIZda gazni tozalash qurilmasining aminli tizimida ko'pik so'ndiruvchi reagent tarkibi aniqlanadi. Ko'rinib turibdiki, ushbu reagent miqdorini aniqlash – ko'pik hosil bo'lishining oldini olishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqotning natijalari. GQIZ sharoitida yangi materiallardan foydalanish imkoniyatini aniqlash maqsadida "Texnosorb-1" sorbentining adsorbsion qobiliyati tadqiqot qilindi. Tadqiqot uchun DEAni (dietanolamin) kelib chiqishi turlicha bo'lgan aralashmalarining qo'shilmalari bilan dozirovkalangan bir qator suvli eritmalar tayyorlandi. Tanlangan eritmalar [14]-manbada keltirilgan tadqiqot natijalariga asoslanadi. Har bir tayyorlangan eritma sorbentning barqaror qatlami orqali, sanoatdagi ko'mir filtri analogi asosida, haqiqiy miqyosda o'tkazildi.

Tahlilning asosiy ko'rsatkichlari sifatida eritmaning ko'piklanish qobiliyati va fazalar ajralish chegarasidagi sirt taranglik koeffitsiyenti tanlandi.

2-jadval

**"Texnosorb 1" adsorbentning adsorbsiya
xususiyatini aniqlash natijalari**

Model eritma	Ko'pik balandligini kamayish, %		Ko'pik barqarorligining kamayish, %		Sirt taranglikning o'zgarishi, mN/m	
	AG-3	Texnosorb 1	AG-3	Texnosorb 1	AG-3	Texnosorb 1
1 %-li sulfonol eritmasi	73	84	76	85	1,97	2,28
Aminning destruksiya mahsuloti	5	15	59	67	0,84	1,13
Ifloslangan aralashma	73	84	74	85	1,97	2,28

Ekspluatatsion tavsiflariga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydigan omillardan biri bu sorbentning regeneratsiya xususiyatidir. Faollashtirilgan ko'mirning regeneratsiyasi odatda yuqori haroratda bug' yordamida amalga oshiriladi. Biroq, ushbu usulda ko'mirda adsorbsiyalangan moddalar polimerlanib, uning yutuvchanlik xossasini pasaytiradi. Natijada, GQIZdagi gazni nordon komponentlardan tozalash

qurilmalarida qo'llaniladigan ko'mirli filtrlar regeneratsiyalanmaydi, balki zarur holatlarda butunlay almashtiriladi.

Olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

Regeneratsiya 20-90°C gacha qizdirilgan suv bilan olib boriladi. Natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

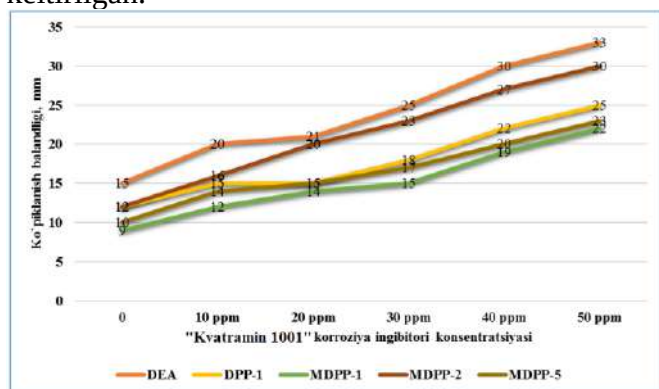
“Texnosorb 1” adsorbentning regeneratsiyalash xususiyatini aniqlash natijalari

Regeneratsiya harorati T, °C	Laboratoriya tadqiqotlarining natijalari		
	Aminning ko'piklanuvchanligi		Sirt taranglikning o'zgarishi, mN/m
	Ko'pikning balandligi, mm	Ko'pikning barqarorligi, s	
20	87	80	12,41
45-50	59	42	14,9
55-60	59	43	15,07
65-70	50	46	15,07
85-90	10	21	17

“Texnosorb 1” adsorbentning regeneratsiyalash qobiliyatini aniqlash uchun adsorbentning qatlami orqali regeneratsiyagacha va undan keyin ko'pikli tavsifini va sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlab, u orqali aminning ishchi eritmasi o'tkaziladi.

3-jadvalda olingan natijalarga muvofiq regeneratsiyani 85-90°Cda o'tkazish ma'qulroq. Granulaning butunligining buzilishi bunda belgilanmagan.

Tadqiqotlar mobaynida adsorbentlarning ko'piklanish darajasi va ko'pik barqarorligiga “Kvatramin 1001” korroziya ingibitorining ta'siri tadqiq etildi. Olingan natijalar 1 va 2-rasmda keltirilgan.

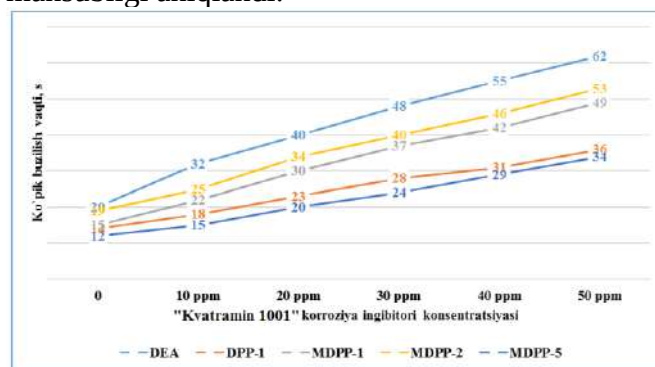


1-rasm. “Kvatramin 1001” korroziya ingibitorining adsorbent kompozitsiyalarining ko'pik hosil qilish qobiliyatini ta'siri.

Absorbsion tozalashda qo'llaniluvchi “Kvatramin 1001” korroziya ingibitorining gazni

absorbentlarning ko'piklash xossasiga ta'sirini aniqlashning olingan tadqiqot natijalari, korroziya ingibitorning konsentratsiyasini adsorbent tarkibida ortishi bilan ko'pikning balandligi ham ortib borishini ko'rsatdi. Bunda adsorbentlar tarkibida korroziya ingibitori miqdori 30 ppm gacha bo'lganda ko'pik balandligi, 25 mm ni ko'rsatgan bo'lsa, DPP-1, MDPP-1 va MDPP-5 adsorbent kompozitsiyalari 50 ppm gacha konsentratsiyada ham ko'pik balandligi 25 mm gacha yetib bormadi (2-rasm). Korroziya ingibitorlarining boshlang'ich kam konsentratsiyada ko'pik balandligi jadal ta'sir ko'rsatgan bo'lsa, keyinchalik konsentratsiya oshishi bilan ushbu o'sish ancha kichik oraliqlarda oshganini ko'rishimiz mumkin.

Absorbent kompozitsiyalarining ko'pigining barqarorligini “Kvatramin 1001” korroziya ingibitori konsentratsiyasiga bog'liqligi tadqiqot natijalari ushbu korroziya ingibitorining DPP-1, MDPP-1, MDPP-2 va MDPP-5 adsorbent kompozitsiyalarining tarkibida 50 ppm bo'lganda ko'pik buzilish vaqti 60 s dan kamroqni ko'rsatdi va bu bo'yicha olingan kompozitsiyalar o'rta sinfga javob berishini ko'rsatmoqda (2-rasm). DEA erimasi esa ko'pik barqarorligi yuqori sinfga mansubligi aniqlandi.

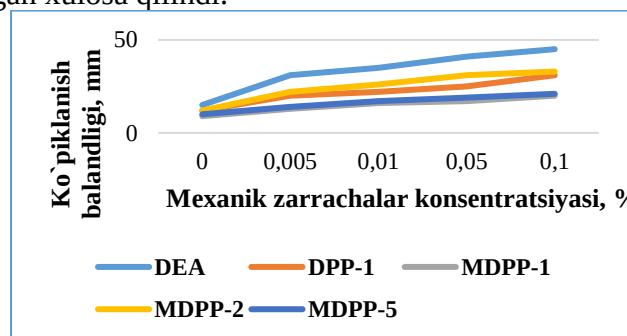


2-rasm. Adsorbent kompozitsiyalarining ko'pigining barqarorligini “Kvatramin 1001” korroziya ingibitori konsentratsiyasiga bog'liqligi.

Tadqiqotlarning keyingi bosqichida adsorbent namunalari ko'pik hosil qilish qobiliyati va ko'pik barqarorligiga, ularning tarkibidagi mexanik zarrachalarning konsentratsiyasiga bog'liqligi o'rganildi. Olingan natijalar 3-rasmda keltirilgan.

3-rasmda ko'rinib turibdiki, DEA va MDPP-2 adsorbentlari tarkibida 0,005% bo'lganda, ko'pik balandligi shiddat bilan oshganini ko'rishimiz mumkin. DPP-1, MDPP-1 va MDPP-5 adsorbent-

larida ham bunday o'zgarish nisbatan kichik ko'rsatkichlar bilan oshganini ko'rsatdi. Aminli eritmalar tarkibida mexanik zarrachalarning ulushi 0,1% gacha oshirilganda, ko'piklanish balandligi ham kichik oraliqlarda oshib borgan bo'lsa, ushbu konsentratsiyadan yuqori miqdorlarda ko'pik balandligiga deyarli ta'sir ko'rsatmay qoldi. Buni suyuqlik – havo fazalararo chegaralarida qattiq zarrachalarning miqdori ortishi bilan ko'pikning mustahkamligini pasaytirgan bo'lishi mumkin degan xulosa qilindi.



3-rasm. Absorbentlar tarkibidagi mexanik zarrachalarning absorbent kompozitsiyalarining ko'pik hosil qilish qobiliyatini ta'siri.

Xulosa. Amin eritmalarning ko'piklanishi gazni tozalash qurilmalarining ekspluatatsiyasida muhim muammolardan biri hisoblanadi. Ko'piklanish natijasida qurilmalarning ish rejimi buziladi, tozalangan gaz sifati pasayadi va gaz bo'yicha qurilma samaradorligi sezilarli darajada kamayadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, kon sharoitida yoki zavodda gazga ishlov berish jarayonida DEA (dietanolamin) eritmalariga turli organik birikmalar tushib, ko'piklanishga sabab bo'lishi mumkin.

Bundan tashqari, O'zbekiston hududida tabiiy gaz zahiralari katta bo'lib, ularning taxminan uchdan bir qismi tarkibida nordon komponentlar mavjud. Xususan, "Buxoro-Xiva" va Ustyurt mintaqalaridagi yirik konlar tarkibida vodorod sulfid mavjud. Hisor mintaqasidagi gaz konlarida vodorod sulfid miqdori 1,2% ni, Muborak gazni qayta ishlash zavodiga yuborilayotgan gazlarda esa 1,8% ni tashkil etadi. Shu bois, ushbu gazlarni samarali tozalash uchun bir vaqtning o'zida ikki xil texnologiyadan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Аджиев А.Ю., Пуртов П.А. Подготовка и переработка попутного нефтяного газа в России: в 2 ч. Ч. 2 / А. Ю. Аджиев, П. А. Пуртов. - Краснодар: ЭДВИ, 2014. - 504 с.
2. Yuldashev T.R., Makhmudov M.J. Tabiiy gazni nordon komponentlardan absorbsion usullarda tozalash texnologiyalari. // Monografiya – "Intellect" nashriyoti – 2022- 215 bet.
3. Голубева И.А. Газовая сера. М.: Издательский центр РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2015. 243 с.
4. Зиберт Г.К. Подготовка и переработка углеводородных газов и конденсата. Технологии и оборудование: Справочное пособие / Г.К. Зиберт, А.Д. Седых Ю.А.Кашицкий, Н.В.Михайлов, В.М.Демин. М.: ОАО Недра-Бизнесцентр. 2001. 316 с.
5. Yuldashev T.R. "Tabiiy gazlarni alkanolaminlar bilan tozalash texnologiyasini takomillashtirish". // Monografiya – "Intellect" nashriyoti – 2023- 148 bet.
6. Yuldashev T.R., Makhmudov M.J., Svaykosov S.O. Modern liquidphase methods for gas feed sulfur purification //Science and Yeducation in Karakalpakstan. №3/1 (26) 2022. ISSN 2181-9203 – 31-35 pp.
7. Юлдашев Т.Р. (2023). Основа оборудования, используемого в процессе очистки газоабсорбционной технологии. *Universum:технические науки*, (5-6 (110)), 20-24 с.
8. Коваленко В. П. Углеводородные наноматериалы технологии аминовой очистки газов / В. П. Коваленко, Ф. Р. Исмагилов, Д. А. Чудиевич // Нефтегазопереработка-2010. Междунар. науч.-практ. конф., (Уфа, 26 мая 2010 г.): тез. докл. Уфа: Изд-во ГУП ИНЧПБР, 2010. С. 198-199.
9. Кривенко Е.С., Шорохов А.Д., Мирхайдарова К.А., Щербакова А.В. Перспективные варианты улучшения процесса удаления сернистых соединений из природного газа // Техника и технологии. - 2019. - № 02 (02). - С. 14-17.

10. Юлдашев Т.Р. (2023). Актуальные проблемы аминной очистки природных газов и пути их использования. *Universum: технические науки*, (4-6 (109)), 24-27 с.
11. Чудиевич Д. А. Загрязнение рабочих растворов амина на установках очистки газа от кислых компонентов / Д. А. Чудиевич, Г. В. Тараканов, В. П. Коваленко, Л. С. Шпелева, Р. Р. Айтуарова // Газовая промышленность. 2010. № 34. С. 46-48.
12. Шестерикова Р.Е. Разработка комплекса технологических решений по очистке газов от сероводорода при эксплуатации и освоении скважин (на примере малосернистых углеводородных газов) Автореф. дис. д.т.н. 2007. Ставрополь. - 51 с.
13. Yuldashev T.R., Adizov B.Z. “Tabiiy gazni nordon komponentlardan tozalashda ko‘pik hosil bo‘lish muammolari va uni yechish yo‘llari» // “Fanvatarraqqiyot” DUK. Kompozitsionmateriallar – 2023, №2 son.- 125-128 bet.
14. Yuldashev, T. R., Makhmudov M, J. (2023). Cleaninng of Natural from Sobe Component. Journal of Siberian Federal University. Engineeng & Technologies, 16(3), 296-306 с.
15. Юлдашев, Т. Р. (2022). Абсорбенты для очистки природных газов от H₂S И CO₂. Theory and Analytical aspects of recent research, 1(10), 72-74 с.
16. Юлдашев, Т.Р. (2022). Оптимизация технологии глубокой очистки природного газа от кислых компонентов. // Models and Methods for increasing the efficiency of innovative research, 2(18), 62-64 с.

UO‘K: 620.193:665.6.004.67

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.11

NEFT-GAZ QUDUQLARI UCHUN KOMPLEKS HOSIL QILUVCHI KORROZIYA INGIBITORI OLIISHNING TEXNOLOGIYASI



Yuldoshev Jahongir Baxtiyor o'g'li

Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail: yuldoshevjahongir663@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada kompleks hosil qiluvchi erkin elektron juftlarga ega korroziya ingibitorini olishning texnologik imkoniyatlari haqida ma'lumotlar berilgan. Texnologik jarayonda xomashyo sig'imdan o'tib, neytrallash uchun ko'ylakli reaktorda sintez jarayoni amalga oshiriladi va hosil bo'lgan mahsulot reaktorga yuboriladi. Reaktorda olingan mahsulotlar ikkinchi ko'ylakli reaktorga uzatiladi. Reaktordan chiqqan mahsulotlar tozalaniib, sovutgichdan o'tkaziladi va qadoqlash bosqichiga yuboriladi. Tayyor mahsulotni olish uchun sarflangan vaqt, harorat va bosim ko'rsatkichlari keltirib o'tilgan. Barcha jarayonlarning rejimlari o'rganilib, material balansi ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: ko'ylakli reaktor, sig'im, YJB korroziya ingibitori, gipan, natriygidrosulfid, vadorod xlorid, quritgich, xomashyo.

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ ДЛЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Юлдошев Жахонгир Бахтиёр угли

Каршинский государственный технический университет, Карши, Узбекистан

Аннотация. В данной статье представлена информация о технологических возможностях получения ингибитора коррозии с комплексобразующими свободными электронными парами. Также в технологическом процессе процесс синтеза проводится в реакторе с рубашкой для нейтрализации сырья, а затем продукт направляется в реактор. Продукты, полученные в реакторе, направляются во второй реактор с рубашкой. Продукты, выходящие из реактора, очищаются, проходят через охладитель и отправляются на упаковку. Приведены параметры времени, температуры и давления, необходимые для получения готового продукта. Были изучены режимы всех процессов и разработан материальный баланс.

Ключевые слова: Реактор с рубашкой, емкость, ингибитор коррозии YJB, пропан, гидросульфид натрия, хлористый водород, сушилка, сырье.

TECHNOLOGY OF COMPLEX PRODUCTION OF CORROSION INHIBITOR FOR OIL AND GAS WELLS

Yuldoshev Jahongir Baxtiyor ugli

Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

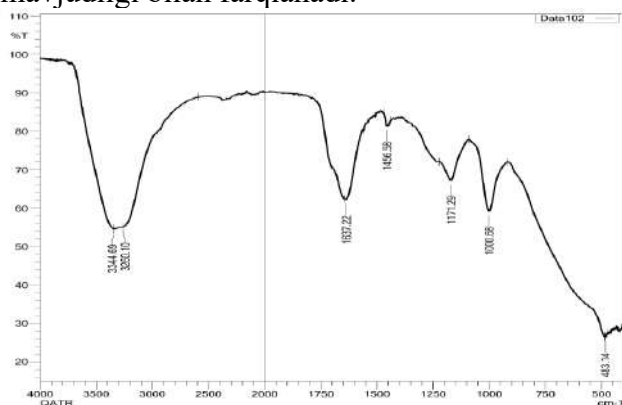
Abstract. This article provides information on the technological possibilities of obtaining a corrosion inhibitor with complex-forming free electron pairs. Also, in the technological process, the synthesis pro-

cess is carried out in a jacketed reactor for neutralization of raw materials, and then the product is sent to the reactor. The products produced in the reactor are sent to the second jacketed reactor. The products coming out of the reactor are cleaned, passed through a cooler and sent to packaging. The parameters of the time, temperature and pressure required to obtain the finished product are given. The regimes of all processes were studied and the material balance was developed.

Keywords: jacketed reactor, capacity, YJB corrosion inhibitor, propane, sodium hydrosulfide, hydrogen chloride, dryer, raw materials.

Kirish. Dunyoda bugungi kunda nozik organik sintez mahsulotlari, ayniqsa turli xil funksional guruh tutgan birikmalarning erkin elektron juft saqlagan hosilalari xalq xo'jaligi, farmasevtika, kimyo sanoati, to'qimachilik, lok-bo'yoq va neft-gaz kimyosi sohalarida keng ko'lamda qo'llanilmoqda. Jahonda neft gazkimyo sanoatining rivojlanishi natijasida turli agressiv muhitlar ta'sirida sanoatda qo'llaniladigan metall konstruksiyalarda kelib chiqadagan korroziyani oldini olish uchun samarali korroziya ingibitorlarining yaratilishi bo'yicha maqsadli ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilmoqda. Bu borada, keng tarqalgan tabiiy resurslar asosida yuqori samarali ingibitorlarning yangi avlodini yaratish, yangi korroziya ingibitorlarni sintez qilish, ularning xossalarini aniqlash va ular asosida samarali va import o'rnini bosuvchi ingibitorlar yaratish texnologiyasini ishlab chiqishga alohida e'tibor berilmoqda.

Tajriba qismi. Sintez qilingan korroziya ingibitorining tuzilishi IQ spektroskopiya bilan tahlil qilindi. Bunda korroziya ingibitorining tuzilishiga xos bo'lgan tegishli yutilish cho'qqilari mavjudligi bilan farqlanadi.

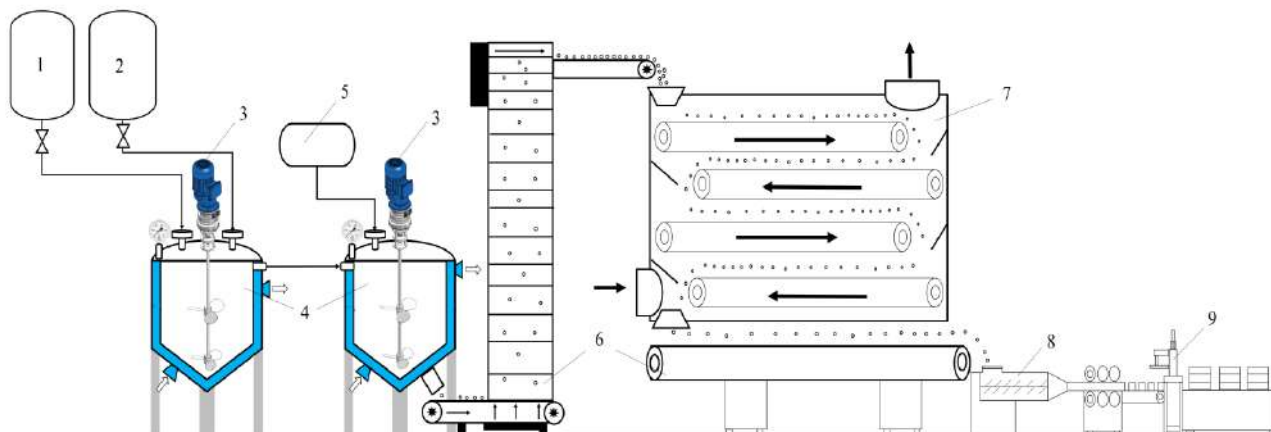


1-rasm. Sintez qilingan YJB korroziya ingibitorining IQ spektr tasviri.

YJB ning IQ-spektridagi xarakterli yutilish soxalari quyidagicha: 3300 sm^{-1} $(\text{R})_2\text{-NH}$, $\equiv\text{C-H}$ $3310\text{-}3200\text{ sm}^{-1}$, -N=N- 1600 sm^{-1} , RHC=CH_2 1645

sm^{-1} , $\text{-CH}_2\text{-}$ $1480\text{-}1440\text{ sm}^{-1}$, $\text{-CH}_3\text{-}$ $1470\text{-}1435\text{ sm}^{-1}$, $(\text{R})_3\text{P=O}$ 1175 sm^{-1} , $(\text{R})_2\text{S=O}$ 1050 sm^{-1} , sohada kuzatiladi.

Taklif etilayotgan texnologiya asosida (1-rasm) tarkib uchun kerakli reagentlar (HCl va 10% li gipan) aralashmasi $1:10$ nisbatda sig'imlar ($1:2$) orqali, netyrallanish uchun ko'ylakli reaktor (4) ga yuboriladi. Ushbu reaktor (4) da 25°C - 35°C harorat, 1 atm bosim, $100\text{-}125\text{ ayl/min}$ chastota va 30 daqiqa vaqt davomiyligida oq gel mahsuloti hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan mahsulotni, ikkinchi ko'ylakli reaktor (4) ga yuboriladi. Ikkinchi ko'ylakli reaktor (4) ga sig'im (5) orqali (NaHSO_3) karbonil guruhiga nisbatan $35\text{-}40\%$ nisbatdagi aralashmasi jo'natiladi. Bu reaktor (4) da 65°C - 75°C harorat, 1 atm bosim, $200\text{-}250\text{ ayl/min}$ chastota va 60 daqiqa vaqt davomiyligida qizil qo'ng'ir qovushqoqligi yuqori quyuq massa hosil bo'ladi. Ushbu mahsulotni elevator (6) yordamida, lentaga beriladi, lenta orqali mahsulot quritgich (7) ga jo'natiladi. Quritgich (7) ga qurutish jarayonini yaxshilash uchun pastki qismidan havo berilib, yuqori qismidan chiqarib yuboriladi. Mahsulot 30 daqiqa davomida 85°C - 95°C haroratda quritiladi. Lentali quritgich dastlabki namligi 75% gacha bo'lgan, portlash va yonish xavfiga ega bo'lmagan, zaharsiz, sochiluvchan (donador, granula holatidagi, tolali) mahsulotlarni issiq havo bilan atmosfera bosimida uzluksiz ravishda quritishga mo'ljallangan. Lentali quritgich to'g'ri burchakli qutiga o'xshaydi, u uzunligi bo'yicha bir necha (3 dan 10 gacha) seksiyalarga ajratilgan, kengligi bo'yicha esa ikkita koridorga bo'lingan. O'ng tomondagi (mahsulotning siljishi bo'yicha) koridorning ichiga uzluksiz ishlaydigan transport konveyeri (lentasi) joylashtirilgan. Lentaning ustida quritilishi lozim bo'lgan mahsulot harakat qiladi. Chap tomonidagi koridorda esa bug' kaloriferlari joylashtirilgan. Lentaning kengligi $1,2$ yoki 2 m bo'ladi, uning ish yuzasi $7,2$ dan 40 m^2 gacha, talab qilinadigan quvvat esa $22\text{-}137\text{ kVt}$ atrofida o'zgarishi mumkin. Turli



2-rasm. Neft-gaz quduqlari uchun kompleks hosil qiluvchi korroziya ingibitori olishning texnologik sxemasi.

1-2-5 sig'im, 3-aralashtirgich, 6-elevator, 7-qurutgich 8- ekstraktor, 9-qadoqlash

rusumdagi lentali qurit-gichlarning bug'langan namlik bo'yicha ish unumdorligi 35 dan 600 kg/soat gacha o'zgaradi. Quritilgan xomashyoni ekstraktor (8) ga ekstraksiyalarga ajratish uchun yuboriladi. Ekstraktor (8) dan keyin ekstraksiyalarga ajralgan tayyor mahsulot qadoqalagich (9) qurilmasiga qadoqlash maqsadida jo'natiladi.

1-jadval

Xomashyoning sarflari

№	Xomashyo	Mahsulotni qo'shish nisbati
1	HCl	1:10
2	10%li gipan	1:10
3	NaHSO ₃	Funksional guruhga nisbatan 14-16 %

Xulosa. Taklif etiladigan texnologiya asosida 87% unum bilan uzluksiz, korroziya ingibitori ishlab chiqarish texnologiyasi yaratildi va jarayonni boshqarish imkoniyati mavjuddir. Ushbu texnologik ishlab chiqarish sxemasidan yaratilgan YJB moddasini korroziya ingibitori sifatida foydalanish orqali chet eldan keltirilayotgan analoglardan arzonligi hamda foydali ish ko'effitsienti yuqori bo'ladi.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. V.N Axmedov., K.E Ro'zieva., M.S Raxmatov., N.Sh.Panoev., H.R Ro'ziev., S.M Murodjonov. Gidrofob sement olishning ba'zi aspektlari // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Ilmiy-texnikaviy jurnal, Buxoro, 2018 №1. 69-73b. (02.00.00;№14).
2. Axmedov V.N., Niyozov L.N., Panoev N.Sh., Vaxmudjonov S.M. Production and application of hdrophobizing polimer compositions // International journal of advanced research in science, Engeneering and Technology, India, Vol. 5, Issue 11, November 2018. page7340-7345.
3. L.N.Niyazov., Panoev N.Sh., V.N.Axmedov., S.M Murodjonov., A.A Xaydarov. Gidrofobizatsiya sementnyx i keramicheskix izdeliy s ispolzovaniem vodorastvorimix kremniyorganicheskix soedineniy // Kompozitsionnye materialy Uzbekskiy nauchno-texnicheskij i proizvodstvennyy jurnal, 2019. №1. S106-109 (02.00.00; №4).
4. N.Sh Panoev., V.N.Axmedov. Kremniyorganik birikmlar asosidagi teploizolyatsion qoplamalarning yangi tarkibini yaratish va xossalarini o'rganish // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Ilmiy-texnikaviy jurnal, Buxoro, 2019 №3. 64-69 b. (02.00.00; №14)

UO‘K: 665.665.7:665.637.8

 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.19

OG‘IR VA VAKUUMLI GAZOYLNI GIDROTOZALASH JARAYONINI TADQIQI



Dustqobilov Eldor Nurmatovich

Dotsent, Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston



Raxmatullayev Kozimjon Salim o‘g‘li

Magistrant, Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston

Annotatsiya. Ushbu maqolada Og‘ir vakuum gazoylining asosiy qismi reaktorga vodorodning gaz-xomashyosini aralashmasi va boshqa gazlarni mol konsentratsiyasi qiymatini yuqori bo‘lishi hamda suyuqlik holatida to‘planishi, Suyuqlik fazasi jarayonda maksimal harorat bug‘ fazali jarayonga nisbatan 20°C da (400°C o‘rniga 380°C) va sirkulyatsiya gazining o‘rtacha miqdori taxminan 15 marta yuqori bo‘lishi va Al-Co-Mo katalizatorlari oltingugurtni chiqarishda samaradorligi, Al-Ni-Mo katalizatorlari esa – azot va to‘yingan aromatik birikmalarni va olefinlarni uzoqlashtirish munosabatida samarali hisoblanishi kabi ma‘lumotlar maqolada keltirilib o‘tilgan.

Kalit so‘zlar: fraksiya, gazoyl, elektrod, olefinlar, konradson, kreking, polinaften, koks, reaktor, sikl, piroliz, reaktor.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРООЧИСТКИ ТЯЖЕЛОГО И ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ

Дустқобилов Эльдор Нурматович

Доцент, Қаршинский государственный технический университет, Қарши, Узбекистан

Рахматуллаев Козимжон Салим угли

Магистрант, Қаршинский государственный технический университет, Қарши, Узбекистан

Аннотация. В данной статье основная часть тяжелого вакуумного газойля представляет собой высокомолярную концентрацию газосырьевой смеси водорода и других газов в реакторе и собирается в жидком состоянии, максимальная температура в жидкофазном процессе составляет 20°C по сравнению с парофазным процессом (380°C вместо 400°C), среднее количество циркулирующего газа примерно в 15 раз выше, а эффективность катализаторов Al-So-Mo в сероочистке. Катализаторы Al-Ni-Mo считаются эффективными для удаления азота, насыщенных ароматических соединений и олефинов.

Ключевые слова: фракция, газойль, электрод, олефины, конрадсона, крекинг, полинафтен, кокс, реактор, цикл, пиrolиз, реактор.

RESEARCH ON THE HYDROTREATING PROCESS OF HEAVY AND VACUUM GAS OIL

Dustkobilov Eldor Nurmatovich

Docent, Qarshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Rakhmatullayev Kozimjon Salim ugli

Master's student, Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Abstract. In this article, the main part of the heavy vacuum gas oil is the high mole concentration value of the gas-raw material mixture of hydrogen and other gases in the reactor and is collected in the liquid state, the maximum temperature in the liquid phase process is 20°C compared to the vapor phase process

(380°C instead of 400°C) and the average amount of circulating gas is about 15 times higher, and the efficiency of Al-So-Mo catalysts in sulfur removal. Al-Ni-Mo catalysts are considered effective in removing nitrogen and saturated aromatic compounds and olefins.

Keywords: fraction, gasoil, electrode, olefins, conradson, cracking, polynaphthene, coke, reactor, cycle, pyrolysis, reactor.

Kirish. Hozirgi kunda dunyoda og'ir va vakuumli gazoylni gidrotozalash jarayoni dolzarb hisoblanmoqda, shundan kelib chiqqan holda jarayonning asosiy maqsadi-og'ir distillyatlarni gidro-oltingugurtsizlantirish, masalan vakuum gazoyllari katalitik kreking qurilmasining qayta ishlaydigan xom-ashyosi yoki qozon yoqilg'isini kam oltingugurtli komponenti hisoblanadi hamda olefinlar (suv bug'ini qatnashtirib piroliz qilish) yoki yuqori sifatli elektrod koksi ishlab chiqarishda qo'llaniladi [1].

Qo'llaniladigan xomashyo va mahsulotlar. Tozalashga har xil fraksiyalari va guruhli tarkibdagi hamda oltingugurt va azotning tarkibi bo'yicha og'ir gazoylli distillyatlar, mazutni vakuumli qayta haydashda boshlang'ich qaynash harorati 360-400°C va qaynashini oxirgi harorati 520 dan 560°C gacha (atmosfera bosimiga qayta hisoblanganda) olinadigan fraksiyalar yo'naltiriladi. Ba'zida og'ir gazoyllar, yengil gazoyllar, vakuumli yoki atmosfera (to'g'ri haydaladigan distillyatlar qaynashini boshlanish harorati 230-250°C, qaynashini oxirgi harorati 360°C ga yaqin) bilan aralashtiriladi. Vakuumli gazoyllarni malekulyar massasining qiymati-fraksiya aralashmasi-350 dan 500°Cgacha va amalda 310 dan 380°C harorat chegarasida joylashadi [2].

Vakuum gazoylni ajraladigan mazutining qaynashini oxirida haroratni ko'tarilishi qovush-qoqligini o'sib borishi bilan kuzatiladi (ba'zida 1000°C ga 12 mm²·s), hamda uning kokslanish ko'rsatgichi (Konradson bo'yicha 0,2 dan 0,9% (massasiga nisbatan), kam olatda 1,2% gacha (massasiga nisbatan) uning tarkibidagi oltingugurt va azotni, smolani, og'ir aromatik uglevodorodlarni va metallarni, ko'pincha vanadiy, nikel va temirning miqdoriga bog'liq bo'ladi [3].

Gidrotozalash natijasida gazoylni zichligi, qovushqoqligi kamayadi; Konradson bo'yicha kokslanishi katta qiymatga pasayadi, erish harorati kam o'zgaradi; metallarning katta qismi (nikel, vanadiy) chiqib ketadi. Guruhli uglevodorod tarkibi mono- va polinaftenli va ayniqsa monoaromatik

uglevodorodlarni 10-18% (massasiga nisbatan) oshish tomoniga qarab o'zgaradi [4].

Gidrotozalash jarayoni qo'llaniladigan xomashyo va foydalaniladigan katalizatorlarga bog'liq holda har xil bo'ladi. Vakuumli gazoyl yengil gazoyllarga nisbatan gidro-oltingugurtsizlashtirishga juda yuqori bosimda va juda kichik hajmda yoki massali tezliklarda yo'naltiriladi. Fraksiya bo'yicha o'rtacha tarkibli distillyatlarni vakuumli gazoyllarni oson oltingugurtsizlashtirish mumkin; ikkinchi katalizatoridan birinchi foydalanilganligi yaxshi, bosimni va vodorod sarfini kamaytirish imkonini beradi [5].

Xom-ashyoning tarkibida koks hosil qiluvchi va metallar ko'tarilganda katalizatorning faolligini kamaytiradi, shuning uchun gidrotozalash jarayonini juda yuqori haroratda yoki reaktorga xomashyoni uzatish kichik tezlikda olib boriladi.

Natija. Og'ir vakuum gazoylining asosiy qismi reaktorga vodorodning gaz-xomashyosini aralashmasi va boshqa gazlarni mol konsentratsiyasi qiymatini yuqori bo'lishiga qaramasdan suyuqlik holatida to'planishi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Gidrotozalashdan keyin bir nechta namunalarning vakuum gazoylini ma'lumotlari

Ko'rsatgichlari	Namunalarning turkumi				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Xomashyo tavsifi	1,76	2,20	2,80	2,80	2,96
Oltingugurt tarkibi, % mass.nisbatan.	398	210	371	371	371
Qaynashni boshlanishi, (C	544	588	538	(10	566
Qaynashni tugashi, (C	929	910	908	%)	927
15 (C haroratda zichligi, kg/m ³	0,24	0,2	0,2	538	0,10
Tozalangan gazoylni tavsifi	330	-	180	(90	204
Oltingugurt tarkibi, % mass.nisbatan.	889	882	888	%)	890
Qaynashni boshlanishi, °C	93,8	96,0***	96,0	915	96,4
15(C haroratda zichligi, kg/m ³	-	0,69	0,57	0,15	0,70
Xomashyoga chiqishi, % mass.niC				177	
Reaksiyaga H ₂ ni sarfi, % xomashyoga mass.				886*	
				96,5	
				0,73	

* Qabul qilingan qiymat.

** Qayta hisoblash yo'li orqali aniqlangan % (hajmiy).

*** Bu mahsulotning kokslanishi 0,2 % (mass.nis) teng, xomashyoning kokslanishi 0,7 % (mass.nis) teng.

Suyuqlik fazasi jarayonda maksimal harorat bug' fazali jarayonga nisbatan 20°C da (400°C o'miga 380°C) va sirkulyatsiya gazining o'rtacha miqdori taxminan 15 marta yuqori bo'ladi.

Qurilmani regeneratsiya oraliq'ida yurishida reaktordagi harorat ba'zida butunlay ya'ni 30-40°C gacha ko'tariladi. Reaktor blokidagi bosimlar farqini ko'tarilish ham kuzatiladi qaysiki, sirkulyatsiya gazini va xomashyoni siljishida energiya

sarfini kuchayishiga olib keladi.

2-jadval

***Vakuumli gazoylning ikkita namunasida
gidrotozalashni qovushqoqlikka va erish
haroratiga ta'siri***

Ko'rsatgichlari	Namuna 1		Namuna 2	
	Xom-ashyo	Mahsulot	Xom-ashyo	Mahsulot
Chegaraviy qaynashi, °C	441-	-	398-	330-
Tarkibi, % mass.niC	566	0,31	544	537
oltingugurt	1,68	-	1,76	-
azot	-	8,8	0,150	0,24
100°Cdagi kinematik qovushqoqlik, mm ² /s	-	35	11,4	0,098
Erish harorati, °C	10,5	-	40,6	8,9
H ₂ ni sarfi m ³ /m ³ xomashyo	35	-	71	-
Oltingugurtsizlashtirish,	49-45	-	86,4	37,8
	81,7	-	-	-

3-jadval

***Reaktorning ish rejimini suyuqlik-fazali
(tomchili) va bug' fazali distillyatlarni
gidrooltingugurtsizlantirish ma'lumotlari***

Ko'rsatgichlari	Suyuq fazali rejim	Bug' fazali rejim
Xomashyo	Kerosinli, og'ir gazoyllar va vakuum	Benzin yoki benzin-kerosinli distillyatlar (250 °C gacha)
Harorat, °C	300-400	300-380
Bosim, MPa	3-10	2-4
Xomashyoni massali uzatish tezligi, t/(m ³ soat)	1-5	4-6
Sirkulyatsiya gazining m ³ 1 t ketadigan xomashyo	50-300	40-200

Zavod qurilmalarining birida gidrotozalashda uchta ketma-ket ulangan reaktorlarda nisbatan yengil vakuum gazoyli (463°C gacha 98 mass % mahsulot qaynaydi), bir yarim yil davomida reaktorlardagi harorat 350 dan 385-390°C gacha ko'tariladi; shu davr davomida umumiy bosimlar farqi 0,18 dan 0,45 MPa. gacha o'sgan, reaktor blokidagi umumiy ortiqcha bosim 3,3 MPaga yaqin. Bu qurilmada reaktorlarning qolgan asosiy ishlari quyidagicha: xomashyoni hajmiy uzatish tezligi 0,9-1,2 soat⁻¹; sirkulyatsiya gaziga nisbatlari:

Bu qurilmada reaktorlarning qolgan sharoitlardagi ishi quyidagilar: xomashyoni hajmiy

uzatish tezligi 0,9-1,2 soat⁻¹; sirkulyatsiya gazining nisbatlari: xomashyo 400-600 m³/m³; sirkulyatsiya gazidagi vodorodning konsentratsiyasi 75-85% (hajmiy), undagi vodorod sulfidning tarkibi mono-etanolli tozalashdan keyin 0,05-0,10% (hajmiy); ishning birinchi sikli regeneratsiyadan keyingi katalizator-alyumin-kobal't-molibden. Gazoyldagi oltingugurtning miqdori-katalitik kreking uchun xomashyo -2,5-3,5 dan 0,4-0,6% gacha (massasiga nisbatan) kamaygan, kokslanishi esa 0,17 dan 0,04% gacha (massasiga nisbatan) kamaygan.

Qurilmada gidrotozalash jarayonida silindrik tik reaktorlarda qo'zg'almaydigan katalizator qatlamlarining distillyatlari alyumin-kobalt-molibden yoki alyumin-nikel-molibdenli katalizatorlar keng qo'llaniladi. Katalizatorlarning samaradorlik ko'rsatgichlari o'zaro taqqoslanganda A1-Co-Mo katalizatorlari oltingugurtning chiqarishda samaralidir, A1-Ni-Mo katalizatorlari esa – azot va to'yingan aromatik birikmalarni va olefinlarni uzoqlashtirish munosabatida samarali hisoblanadi. Kerosin distillyatlaridan, atmosfera va vakuumli gazoyl hamda mazutlardan azotni uzoqlashtirish nisbatida kuchaytirilgan faol katalizatorlarni oltingugurtsizlashtirish texnologiyasi ma'lumdir.

Xulosa. Xulosa qilib shuni ta'kidlashimiz joizki, gidrotozalashdan keyin bir nechta namunalarning vakuum gazoylini qaynash harorati, zichligi v.b ma'lumotlari hamda vakuumli gazoylning ikkita namunasida gidrotozalashni qovushqoqlikka va erish haroratiga ta'siri, reaktorning ish rejimini suyuqlik-fazali tomchili va bug' fazali distillyatlarni gidrooltingugurtsizlantirish ma'lumotlari o'rganildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Ахметов С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов. — Уфа: Гилем, 2002. — 672 С.
2. Баннов П. Г. Процессы переработки нефти: В 3 т. — М.: Изд-во ЦИНТИхимнефтемаш, 2000—2003. — Ч. I, 2000. — 224 С; Ч. II, 2002. — 551 С; Ч. III, 2003. — 504 С.
3. Бекиров Т. М. Первичная переработка природных газов.— М.: Химия, 1987.— 256 С.
4. Богданов Н.Д., Переверзев А.Н. Депарафинизация нефтяных продуктов. М: Химия, 1978, 248 С.
5. Бардик, Д. Л. Нефтьехимия [Текст] / Д. Л. Бардик, У. Л. Леффлер; пер. с англ. – М.: Олимп-Бизнес, 2003. – 416 С: ил.

6. Дусткобилов, Э. Н., Каршиев, М. Т., Неъматов, Х. И., & Бойтемиров, О. Э. (2019). СЕРОВОДОРОДНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И СПОСОБЫ ИХ УТИЛИЗАЦИИ. *Международный академический вестник*, (5), 67-69.
7. Каршиев, М. Т., Дусткобилов, Э. Н., Неъматов, Х. И., & Бойтемиров, О. Э. (2019). Селективное окисление сероводорода кислородом воздуха. *Международный академический вестник*, (5), 70-73.
8. Каршиев, М. Т., Неъматов, Х. И., Бойтемиров, О. Э., & Дусткобилов, Э. Н. (2019). ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ СИНТЕЗИРУЕМЫХ АЛЮМО-НИКЕЛЬ-МОЛИБДЕНОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ГИДРООЧИСТКИ. *Международный академический вестник*, (5), 73-79.
9. Ziyamukhamedova, U., Rakhmatov, E., & Nafasov, J. (2021, April). Optimization of the composition and properties of heterocomposite materials for coatings obtained by the activation-heliotechnological method. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1889, No. 2, p. 022056). IOP Publishing.
10. Ziyamukhamedova, U., Djumabaev, A., Urinov, B., & Almatayev, T. (2021). Features of structural adaptability of polymer composite coatings. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 264, p. 05011). EDP Sciences.
11. Bozorov, O. N., Rakhmatov, E. A., Dustkobilov, E. N., & Ziyamukhamedova, U. A. (2020). Creation and application of corrosion-resistant coatings on the basis of modified local angrene kaolins and epoxy compounds. *Journal of critical reviews*, 7(16), 2945-2950.
12. Бозоров, О. Н., Рахматов, Э. А., Дусткобилов, Э. Н., & Зиямухамедова, У. А. (2020). Модификацияланган маҳаллий ангрэн каолинлари ва эпоксид компаундлари асосида коррозиябардош қопламалар яратиш ва уларни амалда қўллаш. *Инновацион технологиялар*, (3 (39)), 48-54.
13. Boboniyofovich, R. K., Dilmurodovna, D. S., Dzhabborovna, I. H., Nurmatovich, D. E., & Abdikhafizovich, R. E. (2019). Amperometric titration of mercury (II) with mphcmdedtc-a nitrogen-and-sulfur-containing reagent. *European science review*, (3-4), 129-132.

UO‘K: 628.334.51:553.98

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.20

NEFTGAZ KONLARI YEROSTI SUVLARIDAN OQILONA FOYDALANISH VA MUHOFAZALASH MUAMMOLARI



**Jurayev Fazliddin
Ochilxonovich**

Dotsent, Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail: fazliddin_ng@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-7037-5946



**Axmedov Shovdullo
Shuxratovich**

Dotsent, Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail: axmedov1127@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-7515-0175



**Xaydarov Kozimbek
Megliyevich**

“O‘zneftgaz burg‘ulash ishlari”
MChJ ishlab chiqarish-texnika
bo‘limi boshlig‘i, Toshkent,
O‘zbekiston
E-mail: kozim-2011@mail.ru
ORCID ID: 0009-0007-0853-0830



**Sultonov Shuxrat
Adxamovich**

Dotsent, Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail:
sultonovshuxrat87@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-0963-3499

Annotatsiya. Maqolada O'zbekiston neftgaz konlaridagi yo'ldosh yerosti suvlarini texnogen ifloslanishdan muhofaza qilish va ulardan gidromineral xom ashyo sifatida oqilona foydalanish masalasi ko'rib chiqilgan. Ko'pgina uglevodorod xom ashyosi konlarida yerosti suvlari neft va gaz uyumlarining doimiy yo'ldoshi hisoblanadi. Shuning uchun, hozirgi vaqtda tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va atrof muhitni qo'riqlash ekologiya va tabiat muhofazasining muhim muammolari sirasiga kiradi. Sanoat suvlarini qo'riqlash deganda ulardan xalq xo'jaligida foydalanish imkonini beruvchi ularning son va sifatini saqlashga qaratilgan kompleks choralar tushuniladi. Shuning uchun, neftgaz konlari yo'ldosh suvlarini na faqat gidromineral xom ashyosi deb, qolaversa atrof muhitga zarar yetkazuvchi omil deb ham qarash kerak. Demak, neftgaz konlaridagi yo'ldosh sanoat suvlaridan oqilona foydalanish katta iqtisodiy samaradan tashqari, yana tabiiy atrof muhiti muhofazasini ta'minlashi mumkin.

Kalit so'zlar: mikrokomponentlar, mikroelementlar, yerosti suvlari, gidromineral xom ashyo, yotqiziqlar, region, havza, uglevodorod, uyum, kon, atrof muhit.

ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

**Джуроев Фазлиддин
Очилхонович**

Доцент, Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан

**Ахмедов Шовдулло
Шухратович**

Доцент, Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан

**Хайдаров Козимбек
Меглиевич**

Начальник производственно-
технического отдела ООО
«Узнефтегаз буровые работы»,
Ташкент, Узбекистан

**Султанов Шухрат
Адхамович**

Доцент, Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы охраны попутных подземных вод от техногенного загрязнения на нефтегазовых промыслах Узбекистана и рационального использования их в качестве гидроминерального сырья. Подземные воды во многих месторождениях углеводородного сырья являются обязательным элементом нефтяных и газовых залежей. Поэтому, рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды в настоящее время являются важнейшими экологическими и природоохранными проблемами. Под охраной подземных промышленных вод понимается комплекс мер по сохранению качественного и количественного их состояния, позволяющего ис-

пользовать их в народном хозяйстве. При этом попутные воды нефтегазовых месторождений, необходимо рассматривать не только как гидроминеральное сырьё, но и как фактор загрязнения окружающей среды. Следовательно, рациональное использование попутных промышленных вод нефтегазовых месторождений, кроме большого экономического эффекта, может обеспечить еще и сохранение окружающей природной среды.

Ключевые слова: микрокомпоненты, микроэлементы, подземная вода, гидроминеральное сырьё, отложения, регион, бассейн, углеводород, залежь, месторождения, окружающей среды.

PROBLEMS OF PROTECTION AND RATIONAL USE OF GROUNDWATER IN OIL AND GAS FIELDS

**Juraev Fazliddin
Ochilkhonovich**

Docent, Karshi State Technical
University, Karshi, Uzbekistan

**Akhmedov Shovdullo
Shukhratovich**

Docent, Karshi State Technical
University, Karshi, Uzbekistan

**Khaydarov Kozimbek
Meglievich**

Head of Production and Technical
Department, Uzneftgaz Drilling
Works LLC, Tashkent, Uzbekistan

**Sultonov Shukhrat
Adkhamovich**

Docent, Karshi State Technical
University, Karshi, Uzbekistan

Abstract. The article discusses protection of associated underground waters from technogenic pollution in oil and gas fields of Uzbekistan and their rational use as hydromineral raw materials. Underground waters in many hydrocarbon deposits are an obligatory element of oil and gas reservoirs. Rational use of natural resources and environmental protection are currently the most important ecological and nature conservation issues. The protection of underground industrial waters is understood as a set of measures to preserve their qualitative and quantitative state, allowing their use in the national economy. At the same time, associated waters of oil and gas fields must be considered not only as hydromineral raw materials, but also as a factor of environmental pollution. Consequently, the rational use of associated industrial waters, in addition to a large economic effect, can also ensure the preservation of the natural environment.

Keywords: microcomponents, microelements, underground water, hydromineral raw materials, deposits, region, basin, hydrocarbon, deposit, fields, environment.

Kirish. Fan va texnikaning hozirgi rivojlanish darajasi ilgari faqat uzoq kelajak uchun hisoblangan resurslardan iqtisodiy jihatdan unumli foydalanish uchun sharoit yaratgan. Shuning uchun nafaqat sanoat tomonidan o'zlashtirilgan kon turlari, balki bugungi kunda yaroqsiz bo'lgan har qanday xom ashyo manbaalari ham muhimdir, agar ularni qidirish, shuningdek, qayta ishlash va utilizatsiya qilishning yangi texnologiyalari ishlab chiqilsa, ertaga foydali bo'lishi mumkin.

Muhokama. Mineralizatsiyaga, ion-tuz va gaz tarkibiga, termobarik va gidrodinamik joylashish sharoitlariga qarab, yer osti suvlari sanoatda ichimlik, texnik va shifobaxsh (balneologik), is-siqlik ta'minoti va elektr energiyasini ishlab chiqarish manbai sifatida ishlatiladi. Makro va mikro komponentlar, shuningdek ularning birikmalari yuqori bo'lgan minerallashgan yer osti suvlari ko'pincha "suyuq rudalar" vazifasini bajaradi va kimyo, yengil va oziq-ovqat sanoati uchun gid-

romineral xom ashyo sifatida ishlatiladi, qishloq xo'jaligi, tibbiyot va boshqa sohalarda qo'llaniladi. Yer osti mineral suvlari va sho'r suvlari bir qator foydali komponentlar – yod, brom, bor, litiy, rubidiy, stronsiy, molibden, volfram, germaniy, reniy, skandiy va boshqa elementlarning shartli tarkibi bilan qazib olish uchun nodir qimmatli mineral xom ashyo hisoblanadi va ularning birikmalari, shuningdek turli xil tuzlar – istemoldagi osh tuzi, natriy sulfat, kalsiy xlorid, magniy, kaliy va boshqalar [1, 2].

Ko'pgina uglevodorod (UV) konlarining rezervuar suvlari neft va gaz konlarining muhim elementi hisoblanadi. O'ziga xos tuzilishi bilan bir qatorda, ishlab chiqarish konlari bilan chegaralangan suv qatlami barcha sanoat uchun muhim bo'lgan uglevodorod konlarining tabiiy chegarasini tashkil qiladi. Shuning uchun har qanday neft va gaz havzasi gidrogeologik havzaning faqat bir qismidir va uning rivojlanishi umumiy qonunlariga bo'y-

sunadi [5, 6].

O'zbekistonning yer osti sanoat suvlarini o'rganish natijalari, ularning tarqalish xususiyatlari va shakllanish sharoitlarini B.A.Beder, L.S.Balashov, V.A.Kudryakov, A.N.Sultonxo'jayev, G.V.Kulikov, A.S.Xasanov, L.A.Kalabugin, T.N.Avazov, D.S.Ibragimov, S.A.Bakiyev, A.M.Shapiro, T.I.Mo'minjonov, M.A.Narmuxamedov, T.X.Shoimuratov va boshqalar. Yer osti suvlari va uglevodorod konlarining tarkibida birgalikda paydo bo'lishi ularning o'zaro ta'siriga sabab bo'ladi, bu xususan, uglevodorod konlari va tog' jinslari ta'sirida yer osti suvlarining kimyoviy tarkibining o'zgarishida aks etadi. Shu bilan birga, cho'kindi havzalarning "tog' jinslari-uglevodorod-yer osti suvlari" shakllanish tizimlarida konlarning suv havzalari hosil bo'ladi (tog' jinslaridagi elementlar tarkibi yoki uglevodorod konlari va yer osti suvlarining o'zaro ta'siri zonalar), neft va gazni qidirish zonasidagi gidrokimyoviy maydonlarni o'rganmasdan turib bilib bo'lmaydi [3, 4].

Tog'-kon sanoatidagi konlarning ishlab chiqarish quduqlaridan yer osti suvlarini birgalikda qazib olish va qayta ishlash konlarning alohida maydonlarida amalga oshirilishi mumkin, ularni tanlash, texnik va iqtisodiy hisob-kitoblar asosida geologik, tarkibiy va gidrogeologik sharoitlarni hisobga olgan holda amalga oshiriladi.

Respublikamizda neft va gaz qazib olishni modernizatsiya qilish va diversifikatsiyalashni hisobga olgan holda, neft va gaz konlaridan chiqadigan oqava suvlar mikrokomponentlar, noyob elementlar va shifobaxsh (terapevtik) mineral suvlarni olishning istiqbolli manbaalaridan biriga aylanishi mumkin. Shuni hisobga olish kerakki, yer osti suvlari va suvli eritmalar, shu jumladan neft va gaz konlari atrofimizdagi muhitning bir qismidir.

Tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va atrof-muhitni muhofaza qilish hozirgi kunda eng muhim ekologik va tabiatni muhofaza qilish masalalari hisoblanadi. Neft va gaz konlarida sanoat yer osti suvlaridan chiqindi suvlardan foydalanish va himoya qilish ham atrof-muhitni muhofaza qilish va atrof-muhitni boshqarishning ajralmas qismidir. Sanoat suvlarini muhofaza qilish deganda ularning sifat va miqdoriy holatini saqlab qolish, ularni xalq xo'jaligida ishlatishga imkon beradigan chora-tadbirlar majmui tushuniladi. Suyuq va gazsimon

uglevodorodlar konlarini kompleks o'zlashtirishning mavjud talablari va tamoyillariga muvofiq, tarkibida qimmatbaho elementlar ko'p bo'lgan suv omborlari suvlari ham ularni ishlab chiqarishning potensial manbai hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasining "yer osti boyliklari to'g'risida", "suv va suvdan foydalanish to'g'risida", "Tabiatni muhofaza qilish to'g'risida", "chiqindilar to'g'risida"gi qonunlari yer osti boyliklaridan tog'-kon sanoati va atrof-muhitni muhofaza qilish va hokazolar bilan bog'liq bo'lmagan maqsadlarda oqilona foydalanish sohasidagi huquqiy tartibga solishning asosiy yo'nalishlari hisoblanadi. Ushbu talablarga muvofiq, qidiruv va ishlab chiqarish amaliyotlarini amalga oshirishda yer osti boyliklaridan foydalanish, mineral xom ashyoni qazib olish va qayta ishlash bilan bog'liq ish texnologiyasining normalari va qoidalariga rioya qilish talab etiladi (1-jadval).

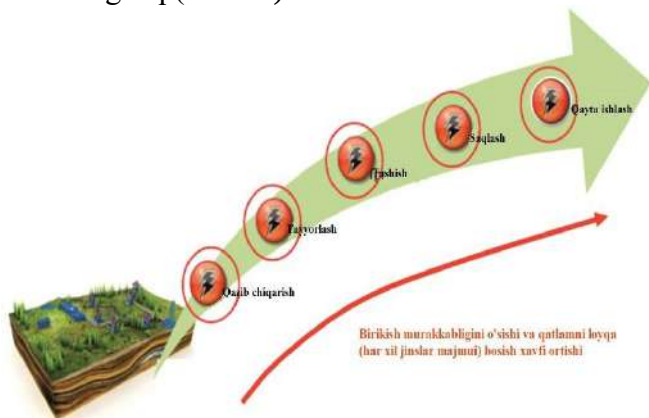
1-jadval

Neft va gaz konlarida olib borilgan izlov-qidiruv va ekspluatatsiya ishlarining atrof-muhitga ta'siri

Ishlab chiqarish va texnologik bosqichlar	Tabiiy joylar		
	Litosfera (yer yuzasi, yer osti)	Gidrosfera (suv muhiti, yer osti suvlari)	Atmosfera (atmosfera havosi)
Yer osti boyliklarini o'rganishda izlov-qidiruv va tadqiqotlari	- yer osti yoriqlari va tuproqning ifloslanishi va o'simliklar qopqog'i; - yerni o'zlashtirish burg'ulash qurilishi minoralari va joylashtirish vaqtinchalik aholi punktlari; - ekzogen geologik jarayonlarni faollashtirish.	- yer osti suvlarini ifloslanishi va sirt suyuqlik bilan yuvish; - quduqlar orqali sho'rlanish sirt davomida suv omborlari sho'r suvlarining o'z-o'zidan oqishi. Mahsulдор qatlamdagi tadqiqotlar.	- burg'ulash paytida tasodifiy neft va gazni chiqishi va yaxshi jadallanishi; - gaz chiqishi davomida qorishmada aralashishi
Qazib olish	- qishloq xo'jaligi uchun neftgaz konlari va inshootlarini ta'siri.	- izolyatsiya qilinmagan tufayli qatlam suvlarini buzilishi.	- quduqlarni ishlatish davomida UV larni ifloslanishi, vodorod sulfidi, oltingugurt va azot oksidlari tomonidan.
Birlamchi qayta ishlash va tashish	- chiqindilarni saqlashga yer ajratish; - asosiy neft quvurlarini qurilish amaliyoti paytida ekologik buzilishi	- neft mahsulotlari harakati va kimyoviy moddalarni o'lchash birliklari; - yer usti va yer osti suvlarini yoqilg'i-moylash moddalari orqali va maishiy texnik chiqindilar bilan ifloslanishi.	- neft va neft mahsulotlari;

Neft va gaz sanoatida atrof-muhitni muhofaza qilish choralari sezilarli ijtimoiy va iqtisodiy ta'sir ko'rsatadi. Uglevodorod xom ashyosini qazib olishda atrof-muhit ifloslanishining oldini olish xara-jatlari oqilona va iqtisodiy jihatdan asoslanadi,

chunki ular texnogen ifloslanish natijasida yetkazilgan zararni bartaraf etish uchun zarur bo'lgan xarajatlardan bir necha baravar kam. Geologik muhit uchun UV ifloslanish xavfi ularning progressiv stavkalari va keng tarqalgan ta'sir manbalari bilan bog'liq (1-rasm).



1-rasm. Uglevodorod ifloslanishining ko'lam va o'ziga xosligi.

Neftgaz sanoatida tabiatni muhofaza qilishga ajratilgan katta moddiy va mehnat xarajatlari rejalashtirish shakllari va usullarini takomillashtirish, ilmiy asoslangan standartlar tizimini joriy etish zarurligini ko'rsatadi. Masalan, AQSh da atrof-muhitni muhofaza qilish agentligi konlarni qidirish va ekspluatatsiya qilish paytida neft va oqava suvlarni oqizish uchun maxsus standartlarni ishlab chiqilgan. Ushbu standartlar hisobga "eng yaxshi mavjud texnologiya" va dengizda, qit'ada neftgaz ishlab chiqarish shartlarini hisobga olgan holda, har 5 yilda ko'rib chiqiladi [7]. So'nggi yillarda atrof-muhit ifloslanishining oldini olish xarajatlari sezilarli darajada oshdi. Aksariyat sanoati rivojlangan mamlakatlar yalpi milliy mahsulotining 1-3 foizini ushbu maqsadlarga sarflamoqda (Shvetsiya, Fransiya, Germaniya, Buyuk Britaniya va AQSH). Yetakchi mavqe Yaponiyaga tegishli bo'lib, u o'ziga xos geografik va iqtisodiy sharoitlar tufayli har yili yalpi milliy mahsulotning 5 foizigacha qismini atrof-muhitni muhofaza qilishga sarflaydi.

Natijalar. O'zbekistonda, xususan, Buxoro-Xiva neft-gaz mintaqasida (BHNGR) tabiiy (yer usti va yer osti suvlari) suvlarining ifloslanishi eng keng tarqalgan va xavfli hodisalardan biridir. Gidrosferaning ifloslanish ko'rsatkichi neft va neft

mahsulotlarining suvda eruvchanligi hisoblanadi. Ba'zi hollarda, neftni yer yuzasiga ajratgandan so'ng, suv bilan neft oqimi kuzatiladi, bu esa ishlaydigan neft va gaz konlarida tuproqning ifloslanishiga olib keladi. Bundan tashqari, qatlam bosimini saqlash bilan konlarning ishlashi katta hajmdagi yer usti suvlarini quyishni o'z ichiga oladi (Sev. O'rtabuloq, Kruk, Umid, Ko'kdumalok, Kultak, Shurtan, Sev. Shurtan, Ilim, Chunagar va boshqalar.), bu yer osti suvlarining makro-mikro komponentlari tarkibining o'zgarishiga olib keladi [9]. Yildan yilga BHNGR neftgaz konlarida neft bilan birga olinadigan suvlar hajmi ham ortib bormoqda, faqat Kruk konidagi quduqlarda zararlangan suvlar hajmi kuniga 2000 m³ yoki undan ko'p, Severniy O'rtabuloq konida esa – kuniga 1000 m³ dan ortiq. Alohida maydonlarda ko'proq zararlanadi. Neft va gaz konlari bilan bog'liq suvlar uglevodorodlarni qazib olish, ifloslantirish va chorvachilikdan yaylovning katta maydonlarini olib tashlash paytida tabiiy rel'ef chuqurliklariga tashlanadi [8].

Mutaxassislarining fikriga ko'ra, yer usti suvlari (11 g/l mineralizatsiyasi bilan Devxona ko'lidan) samarali hosilalarga (99 g/l mineralizatsiyasi bilan) quyilganda quyidagi o'zgarishlar sodir bo'ladi: qazib olingan suvlarning kimyoviy tarkibi Cl-CO₄ ga aylanadi, suv omborlarining mineralizatsiyasi kamayadi. 18 g/l, navbati bilan va suv ombori suvining suyultirilishi tufayli mikrokomponentlarning qiymati. Yog' olish va issiqlik bilan ishlov berishni ko'paytirish uchun samarali shakllanishlarni kislotali davolash suv omborlariga ayniqsa kuchli ta'sir ko'rsatadi [4]. Bunday davolash ishlab chiqarish ustunlarining korroziyasiga olib kelishi mumkin va natijada uglevodorod yer osti suvlari sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadigan ustki qatlamlarga oqib chiqadi. Ushbu masalalar uglevodorod konlarini tayyorlash va o'zlashtirish bo'yicha keyingi tadqiqotlarni o'tkazishda sinchkovlik bilan o'rganishni talab qiladi.

Hozirgi vaqtda Respublikamizning neft va gaz konlarini o'zlashtirish jarayonida yiliga taxminan 4 million m³ suv qazib olinadi [1, 8]. O'rtacha 100-150 g/l mineralizatsiyasi bilan har yili bu suvlardan 4 million m³ x 100 g/l = 400 ming tonna xlorid tuzlari chiqariladi. Bog'langan suvlarning 50% suv omborlari bosimini ushlab turish uchun ishlatiladi deb faraz qilsak, yiliga qolgan 200

ming tonna tuzlar yer usti suv oqimlariga (kollektorlar, tushirish ko'llari va boshqalar) kiradi va bug'langandan keyin yer yuzasida tuz bo'lib qoladi. Natijada yer osti suvlari, yer usti suv oqimlarining minerallashuvi va neft bilan ifloslanishi, shuningdek tuproqlarning sho'rlanishi va ifloslanishi kuzatilmoqda.

Xulosa. Shunday qilib, Buxoro-Xiva neft-gaz mintaqasining cho'kindi qoplamining chuqur joylaridagi yer osti suvlari turli xil mikro komponentlar

va noyob yer elementlari bilan to'yingan bo'lib, ular ko'p hollarda ma'lum va allaqachon aniqlangan va ekspluatatsiya qilingan neft va gaz konlariga hamroh bo'ladi. Shu bilan birga, neft va gaz konlari bilan bog'liq suvlar nafaqat gidromineral xom ashyo, balki atrof-muhitning ifloslanish omili sifatida ham ko'rib chiqilishi kerak. Binobarin, neft va gaz konlaridan bog'langan sanoat suvlaridan oqilona foydalanish katta iqtisodiy samaradan tashqari, tabiiy muhitni saqlashni ham ta'minlashi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Бакиев С.А. Промышленные воды Узбекистана и перспективы их использования. Ташкент, ГП «Институт ГИДРОИНГЕО». 2012. -С.101-106.
2. Калабугин Л.А., Бакиев С.А., Калабугин А.Л. и др. Эксплуатационные запасы попутных промышленных вод разрабатываемого нефтяного месторождения Крук в Бухарской области // Геология и минеральные ресурсы, Ташкент, 2007, №6, -С.40-43.
3. Питьева К.Е. Гидрохимия (формирование химического состава подземных вод). -М.: изд. МГУ, 1978. -С.36.
4. Жураев Ф.О., Хожиев Б.И., Состояние геологоразведочных работ на нефтегазовые полезные ископаемые на Шон-Шарафской структуре газлийского поднятия. "O'zbekistonda tabiiy resurslardan foydalanish va qayta ishlash jarayonida atrof muhitni ifloslanish muammolari va yechimlari" mavzusida Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to'plami. 2022 yil 25-26 mart. QMII. Qarshi – 2022 y. (231-235 b).
5. Tuychi Shoymuratov, Tulkin Yarboboyev, Fazliddin Jurayev and Bobur Shodiyev. Studying the hydrodynamic conditions of fluids in reservoir conditions and assessing their influence on the accumulation and placement of hydrocarbon deposits // VII Международная научная конференция «Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании» (IPICSE 2020) 11-14 ноября 2020 г., Ташкент, Узбекистан
6. T. Kh. Shoymuratov., T. N. Yarboboyev., F. O. Jurayev., Yusupov Sh. K. Geological structure and stratigraphic position of combustible shales in the paleogenic section of Uzbekistan and adjacent territories. "Innovative Society: Problems, Analysis and Development Prospects" International Scientific and Practical Conference is organized to reach better improvement in the contemporary world. The international Online Conference will reach better excellence in academic and scientific areas of the developing countries. This conference is registered in Germany, and it will be held on an online form. Germany, Berlen 2022. (48-53 p).
7. Т.Х.Шоймуротов, Б.М. Холбаев, Ф.О. Жураев, Н.Н. Юлдашев. "Изучение пород, слагающих продуктивные комплексы юрского возраста Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона (по данным детального макроскопического описания керна скважин)" монография. / МГДПГ РУз.,МВОНИ РУз., Каршинский инженерно-экономический институт. –Карши: издательства "Интеллект",2023. –160 с.
8. Шоймуротов Т.Х. Особенности распределения микрокомпонентов и редких элементов в подземных водах мезозой-кайнозойских водонапорных комплексов Узбекистана с целью прогноза их промышленной значимости // Тезис. докл. междун. науч.-техн. конф. «Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан». Ташкент, 2014. -С. 479-483.
9. Sultonov Shuxrat Adxamovich, "Foydali qazilmalar hosil bo'lishida geodinamik jarayonlarning o'rni". Journal of new century innovations. 47/1, 2024/2/16. 13-21-betlar. <https://newjournal.org/index.php/new/article/view/11592>

УДК: 622.276.54:550.832.3(575.1)

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.24

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА КОЭФФИЦИЕНТ ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ВОДОЙ В ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРАХ БУХАРО-ХИВИНСКОГО РЕГИОНА



**Агзамов Аваз
Хамидиллаевич**

Профессор, Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан



**Турдыев Шохжахон
Шермат угли**

Докторант Каршинского
государственного технического
университета,
Карши, Узбекистан
E-mail:
shahboz_01011991@mail.ru



**Агзамова Севара
Авазовна**

Кандидат технических наук,
доцент, Ташкентский
государственный технический
университет,
Ташкент, Узбекистан



**Султонов Нодир
Нормуродович**

Старший преподаватель,
Каршинский государственный
технический университет,
Карши, Узбекистан

Аннотация. Приведены результаты оценки информативности факторов, влияющих на коэффициент вытеснения нефти водой в терригенных коллекторах. Установлено, что для геолого-физических условий залежей нефти Бухаро-Хивинского региона, представленных терригенными породами, наибольшее влияние на коэффициент вытеснения нефти водой оказывают объем прокачанной жидкости, коэффициент подвижности, начальная водонасыщенность коллектора, проницаемость, степень неоднородности пласта, температура пласта и коэффициент пористости. Результаты исследований рекомендовано учесть при создании моделей расчета коэффициента вытеснения нефти водой.

Ключевые слова: Региона, горизонт, коллектор, вытеснение, модель, информативность, проницаемость, коэффициент, промывка, пористость, водонасыщенность.

БУХОРО-ХИВА MINTAQASI TERRIGEN KOLLEKTORLARIDA NEFTNI SUV BILAN SIQIB CHIQRISH KOEFFITSIENTIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR MA'LUMOTDORLIGINI BAHOLASH

**Agzamov Avaz
Xamidillaevich**

Qarshi davlat texnika universiteti
professori,
Qarshi, O'zbekiston

**Turdiyev Shoxjaxon
Shermamat o'g'li**

Qarshi davlat texnika universiteti
doktoranti,
Qarshi, O'zbekiston

**Agzamova Sevara
Avazovna**

Texnika fanlari nomzodi, Toshkent
davlat texnika universiteti dotsenti,
Toshkent, O'zbekiston

**Sultonov Nodir
Normurodovich**

Qarshi davlat texnika universiteti
katta o'qituvchisi,
Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya. Terrigen kollektorlarda neftni suv bilan siqib chiqarish ko'effitsientiga ta'sir etuvchi omillarning ma'lumotdorligini baholash natijalari keltirilgan. Buxaro-Xiva mintaqasidagi terrigen jinslar bilan ifodalangan neft uyumlarining geologik-fizik sharoitlarida neftni suv bilan siqib chiqarish ko'effitsientiga qatlamni yuvilganlik darajasi, neftni harakatchanligi, kollektorni boshlang'ich suvga to'yinganligi, o'tkazuvchanlik, qatlamni turliligi, qatlam harorati va g'ovaklik ko'effitsienti eng katta ta'sir etishi aniqlangan. Olingan tadqiqot natijalarini nefti suv bilan siqib chiqarish ko'effitsientini hisoblash modellarini yaratishda inobatga olish tavsiya etilgan.

Kalit soʻzlar: *Mintaqa, gorizont, rezervuar, joy almashish, model, axborot mazmuni, oʻtkazuvchanlik, koefitsient, yuvish, gʻovaklik, suv bilan toʻyinganlik.*

ASSESSMENT OF THE INFORMATIVENESS OF FACTORS INFLUENCING THE OIL DISPLACEMENT COEFFICIENT BY WATER IN TERRIGENOUS RESERVOIRS OF THE BUKHARA-KHIVA REGION

**Agzamov Avaz
Khamidillaevich**

Professor, Karshi State Technical
University, Karshi, Uzbekistan

**Turdiyev Shoxjaxon
Shermamat ugli**

Doctoral student at Karshi State
Technical University,
Karshi, Uzbekistan

**Agzamova Sevara
Avazovna**

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor, Tashkent State
Technical University,
Tashkent, Uzbekistan

**Sultonov Nodir
Normurodovich**

Senior Lecturer, Karshi State
Technical University,
Karshi, Uzbekistan

Abstract. *The results of the assessment of the information content of factors influencing the coefficient of oil displacement by water in terrigenous reservoirs are presented. It has been established that for the geological and physical conditions of oil deposits in the Bukhara-Khiva region, represented by terrigenous rocks, the greatest influence on the coefficient of oil displacement by water is exerted by the volume of pumped liquid, the mobility coefficient, the initial water saturation of the reservoir, permeability, the degree of heterogeneity of the formation, the temperature of the formation and the porosity coefficient. The results of the studies are recommended to be taken into account when creating models for calculating the coefficient of oil displacement by water.*

Keywords: *Region, horizon, reservoir, displacement, model, information content, permeability, coefficient, flushing, porosity, water saturation.*

Введение. Коэффициент вытеснения нефти водой КВНВ является одним из основных параметров характеризующих процесс извлечения нефти из продуктивных пластов и оценки эффективности разработки месторождения. Данный параметр определяется сложными и трудоемкими лабораторными экспериментами. Вследствие чего экспериментальными исследованиями охвачены в основном только продуктивные пласты крупных месторождений.

При проектировании разработки нефтяных месторождений широко используются модели расчета коэффициента вытеснения нефти водой построенных на основе результатов экспериментальных исследований. Модели расчета коэффициента вытеснения отличаются видами зависимостей (линейная, квадратичная, кубическая, степенная, логарифмическая, экспоненциальная) и использованными факторами.

Предложенные модели расчета коэффициента вытеснения получены как в виде однофакторных зависимостей от средней проницаемости и температуры пласта, вязкости пластовый нефти, неоднородности коллектора,

удельной поверхности фильтрации и объема прокаченной жидкости, а также от комплекса параметров характеризующих геолого-физические условия залежей и свойств пластовых флюидов.

Вследствие чего расчетная величина коэффициента вытеснения нефти водой по предложенным моделям изменяются в очень больших пределах. Одним из научно обоснованных путей решения этой проблемы является установление основных факторов влияющих на процесс вытеснения нефти водой, для конкретных геолого-физических условий, а затем на их основе выбрать модель определения КВНВ. Рассмотрим решение этой проблемы для геолого-физических условий месторождений Бухаро-Хивинского региона, представленных карбонатными породами.

Материалы и методы. В целях установления обоснованности геолого-физических факторов использованных в качестве аргументов, в моделях определения коэффициента вытеснения нефти водой, использован метод оценки информативности этих факторов.

В настоящее время для вычисления информативности факторов широкое применение нашел мера Кульбока [19; с.158-164, 7; с.20-26, 14; с.6-14, 6; с.165-191, 10; с.4-6]. В [7; с.20-26] мера Кульбока использован для установления геолого-физических факторов влияющих на эффективность технологий изоляции водоприетоков, в [10; с.4-6] на величину коэффициента извлечения нефти, в [6; с.165-191] на результаты гидравлического разрыва пласта.

Теоретические основы метода меры Кульбока приведены в [11; с.73-81, 8; с.69-80]. По данному методу расчет информативности факторов осуществляется в следующей последовательности:

- все исследуемые объекты разбивается на две группы;
- диапазон изменение исследуемого фактора разбивается на ряд интервалов (рекомендуется разбивать упорядоченный ряд на 9-10 интервалов);
- рассчитывается частота попадания объектов на выделенные группы;
- рассчитывается относительные частоты (в процентах);
- определяется в каждом интервале средние возведенные (сглаженные) частоты.

При этом учитывается частоты фактора в четырех соседних интервалах. Чтобы подсчитать сглаженную частоту в первом интервале введем фиктивные интервалы нулевой и минус первый, сглаженные частоты рассчитывают, как:

$$\begin{aligned}\bar{y}_1 &= (0 + 0 + 4y_1 + 2y_2 + y_3)/10; \\ \bar{y}_2 &= (0 + 2y_1 + 4y_2 + 2y_3 + y_4)/10; \\ \bar{y}_3 &= (y_1 + 2y_2 + 4y_3 + 2y_4 + y_5)/10 \\ \bar{y}_4 &= (y_2 + 2y_3 + 4y_4 + 2y_5 + y_6)/10; \quad (1)\end{aligned}$$

- рассчитываются отношения сглаженных частот $\bar{y}_A/\bar{y}_B$;
- рассчитываются диагностический коэффициент $DK = 10 \lg \bar{y}_A/\bar{y}_B$; (2)
- рассчитываются значения информативности факторов в каждое интервале.

Согласно формуле Кульбока величина информативности J_i – го диапазона j – го признака равна

$$J(x_j^i) = DK(x_j^i) \frac{1}{2} \left[P\left(\frac{x_j^i}{A}\right) - P\left(\frac{x_j^i}{B}\right) \right], \quad (3)$$

где $DK(x_j^i)$ – диагностический коэффициент i – го диапазона j – го признака; $P\left(\frac{x_j^i}{A}\right)$ – вероятность (сглаженная частота) попадания в группу A i – го диапазона j – го признака, т.е. та, которая обозначена

$$\bar{y}_{Ai}; P\left(\frac{x_j^i}{B}\right) = \bar{y}_{Bi}; \quad (4)$$

- вычисляется информативность факторов во всех интервалах

$$J(x_j) = \sum_i J(x_j^i). \quad (5)$$

Факторы, информативность которых меньше 0,5 рекомендуется не учитывать, так как считаются что они не оказывают существенного влияния на изучаемый процесс, в нашем случае на величину коэффициента вытеснения нефти водой.

По исследуемым объектам Бухаро-Хивинского региона, представленных терригенными породами (8 объектов) в соответствии с результатами работ [17; с.42-45, 15; с.39-43, 12; с.43-48, 18; с. 229-235, 5; с.97-99, 3; с.54-55, 13; с.43-44, 16; с.11-25, 2; с.16-1; с.21-22, 4; с.28-29, 9; с.3], изучена информативность следующих факторов, характеризующих коэффициент вытеснения нефти водой:

1. Вязкости пластовой нефти;
2. Коэффициента подвижности;
3. Коэффициента промывки пласта;
4. Коэффициента пористости;
5. Плотности нефти во пластовых условиях;
6. Проницаемости коллектора;
7. Степени неоднородности породы;
8. Удельной поверхности фильтрации;
9. Коэффициента начальной водонасыщенности;
10. Температуры пласта.

Согласно методических рекомендаций работ [11; с.72-91, 8; с.69-80] расчет информативности факторов осуществлена в следующей последовательности.

Исходя из параметров коллекторских свойств коллекторов, свойств пластовых флюидов и продуктивных пластов принятых при подсчете запасов нефти исследуемых объектов подготовлены исходные данные приведенные в табл.1. [20; с.29-117].

Последовательность расчетов покажем на примере объема прокаченной жидкости.

С начала объекты с терригенными породами разбиваем на две группы: первая с коэффициентами вытеснения меньше средней величины 0,356 и вторая – больше 0,356. В соответствии с методикой это будут группы А и В. Возьмем одни из факторов - коэффициент промывки пласта изменяющееся от 0,124 до 0,829. Разобьем данный упорядоченный ряд на 10 интервалов: от 0,0 до 0,1; от 0,1 до 0,2 и т.д. Эти интервалы внесем в табл.2. В следующие две графы помещаем данные по частоте попадания объектов из группы А и В в каждый интервал. Следующие две графы заполняем значениями относительных частостей в процентах, принимая за 100% сумму частостей соответственно групп А и В во всех интервалах. Например для интервала 0,3-0,4 группы А имеем $(1/3) \cdot 100 = 33,3\%$, а для группы В-0. Далее

определяем средневзвешенные (оглаженные) частоты методом вычисления взвешенной скользящей средней. При этом учитываем частоты данного фактора в четырех соседних интервалах. Тогда сглаженная частость в интервале 0,3-0,4 для групп А и В составит соответственно 9,9 и 2%. Сопоставление вероятной и сглаженной частостей показывают, что сглаженные частоты позволяют охватить значительно больше интервалов (рис.1 и 2). При этом суммарные вероятные и сглаженные частоты практически не различаются. Для этого интервала отношение сглаженных частот и диагностического коэффициента составит 11,55 и 10,625 а информативность - 1,121. Информативность фактора объем прокаченной жидкости в целом находим суммированием информативности во всех интервалах - 1,499.

Результаты расчетов информативности остальных факторов приведены в табл.3.

Таблица 1.

Параметры месторождений (объектов) Бухаро-Хивинского региона, представленных терригенными коллекторами

№ пп	Месторождение (объект)	Параметры									
		Вязкость пластовой нефти, мПа·с	Коэффициент подвижности, мкм ² /мПа·с	Объем прокачанной жидкости, доли ед.	Коэффициент пористости, доли ед.	Плотность нефти в пластовых условиях, кг/м ³	Проницаемость, мкм ²	Степень неоднородности, доли ед.	Удельная поверхность фильтрации, м ²	Начальная водонасыщенность доли ед.	Температура пласта, °С
1	Западный Юлдузак XIII	1,3	0,192	0,283	0,23	870	0,250	4,7824	1630	0,40	62
2	Западный Юлдузак XII	1,23	0,233	0,352	0,20	854	0,287	2,6219	1419	0,34	58
3	Караул Базар-Сарыташ XIII	1,16	0,215	0,124	0,13	776	0,250	4,7824	796	0,60	57
4	Западный Ташли XII	6,0	0,021	0,812	0,20	894	0,013	8,1967	6668	0,48	70
5	Восточный Ташли XII	5,0	0,024	0,547	0,16	911	0,012	8,6805	4968	0,30	65
6	Восточный Ташли XIII	8,8	0,027	0,756	0,20	900	0,242	2,7247	1545	0,44	74
7	Шуртепе XIII	1,05	1,190	0,691	0,16	852	1,250	1,9814	486	0,10	93
8	Джаркак XIII	1,56	0,179	0,829	0,18	839	0,280	2,6364	1028	0,30	89
Минимальное значение		1,05	0,021	0,124	0,13	776	0,012	1,9814	486	0,10	57
Максимальное значение		8,8	1,190	0,829	0,23	911	1,250	8,6805	6668	0,60	93
Среднее значение		3,26	0,260	0,549	0,18	862	0,323	4,5508	2317	0,37	71

Таблица 2.

Определение информативности для признака «Коэффициент промывки пласта»

Номер интер-вала	Интервал	Частота попадания в группы		Частость, %				Отношение сглаженных частостей J _A /J _B	ДК	J _{расч} Информативность
				Вероятная		сглаженная				
		A	B	A	B	A	B			
-1	-	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	9,9	-	-	-	-
1	0,0-0,1	-	-	-	-	23,1	-	-	-	-
2	0,11-0,20	1	-	33,3	-	26,4	-	-	-	-
3	0,21-0,30	1	-	33,3	-	23,1	-	-	-	-
4	0,31-0,40	1	-	33,3	-	9,9	2	11,550	10,625	1,121
5	0,41-0,50	-	-	-	-	3,3	6	1,650	2,174	0,042
6	0,51-0,60	-	1	-	20	-	14	0,235	-6,289	0,336
7	0,61-0,70	-	1	-	20	-	20	-	-	-
8	0,71-0,80	-	1	-	20	-	22	-	-	-
9	0,81-0,90	-	2	-	40	-	22	-	-	-
10	0,91-1,0	-	-	-	-	-	10	-	-	-
Всего		3	5	99,9	100	99,0	96,0	-	-	1,499

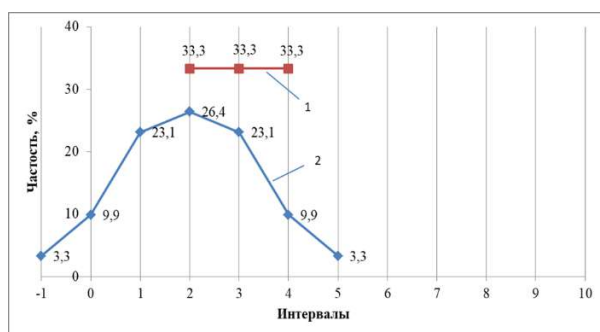


Рис.1. Сопоставление вероятной (1) и сглаженной (2) частот групп А признака «коэффициент промывки пласта».

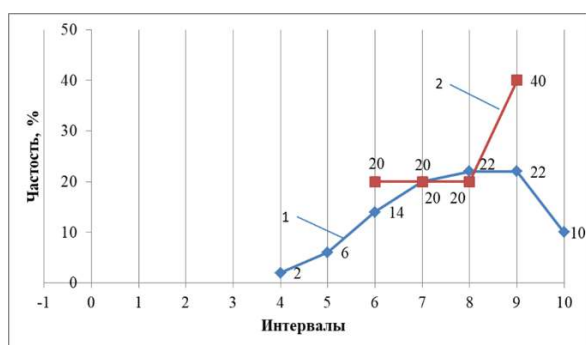


Рис.2. Сопоставление вероятной (1) и сглаженной (2) частот групп В признака «коэффициент промывки пласта».

Таблица 3.

Информативность факторов

№	Факторы	Значение
1	Вязкость пластовой нефти, мПа*с	0,109
2	Коэффициент подвижности, мкм ² /мПа*с	1,514
3	Объем прокаченной жидкости, доли ед.	1,499
4	Коэффициент пористости, доли ед.	0,810
5	Плотность нефти в пластовых условиях, кг/м ³	0,166
6	Проницаемость мкм ³	1,572
7	Степень неоднородности, доли ед.	1,360
8	Удельная поверхность фильтрации, м ²	0,265
9	Начальная водонасыщенность, доли ед.	0,865
10	Температура пласта, °C	2,352

Заклучения. Результаты расчетов коэффициента вытеснения нефти водой показывают, что по многим объектам Бухаро-Хивинского региона, представленных карбонатными породами, низкая эффективность их разработки связано именно с небольшим объемом прокачки жидкости.

Полученные результаты также показывают, что величина коэффициента вытеснения нефти водой зависит от множества факторов. Поэтому одно факторные модели предложенные для определения величины $K_{\text{выт}}$ приводят к большим расхождениям. Вследствие этого возникает необходимость создания моделей определения $K_{\text{выт}}$ с учетом всех значимо влияющих факторов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агзамов А.А. К обоснованию величины коэффициента вытеснения нефти водой для карбонатных коллекторов Западного Узбекистана // Узбекский журнал нефти и газа. - Ташкент, 2010, -№2, -С.21-22.
2. Агзамов А.А. Научное обоснование выбора рационального комплекса интенсификации притока жидкости из различных типов карбонатных коллекторов // Автореферат на соиск. ученой степени канд. техн. наук. – Ташкент: ОАО «ИГ и РН и ГМ», 2012, -24 с.
3. Артюхович В.К. Расчет коэффициента вытеснения нефти из пористой среды углеводородным газом под высоким давлением // Нефтяное хозяйство. -Москва, 2004, -С.54-55.
4. Бобомуродов У.З. Совершенствование методов установления зон сосредоточения остаточных запасов нефти, в поздней стадии разработки месторождений // Автореферат дис. докт. философии (PhD) по техн. наукам. - Ташкент: АО «O‘ZLITINEFTGAZ», 2022, -40 с.
5. Выломов Д.Д., Штин Н.А., Цепелев В.П. Оптимизация системы поддержания пластового давления путем закачки пластовой воды вместо пресной // Нефтяное хозяйство. -Москва, 2020, -№7. -С.97-99.
6. Закиров Р.Т., Агзамова С.А., Аббасова С.А., Ибрагимов Х.Р. Геологические факторы влияющие на результаты испытания, поисковых и разведочных скважин в депрессионных отложениях. - Ташкент: “Demal”, 2024, -204 с.

7. Земков Ю.В., Устюгов А.С. Многофакторный анализ эффективности ограничения водопритоков в различных геолого-физических условиях // Нефтепромысловое дело. - Москва, 2016, -№5, - С. 20-26.
8. Колесникова С.И. Методы анализа информативности разнотипных признаков // Вестник Томского государственного университета. -Томск, 2009, -№1 (6),- С. 69-80.
9. Игамбердиева Л.З. Повышение эффективности добычи тяжелых и высоковязких нефтей / дис. докт. философии (PhD) по техн. наукам. - Ташкент: АО "O'ZLITINEFTGAZ", 2022, -41 с.
10. Махмудов Н.Н., Боймуродов С.Н., Агзамова С.А., Каршиев А.Х. Степен влияния геолого-промысловых факторов на текущую и конечную нефтеотдачу пластов, представленных терригенными коллекторами // Узбекский журнал нефти газа. -Ташкент, 2011, -№4, - С. 4-6.
11. Мирзаджанзаде А.Х., Степанова Г.С. Математическая теория эксперимента в добыче нефти и газа. -Москва: «Недра», 1977, -288 с.
12. Мустафаев М.К., Кайырман Е.К. Влияние температуры рабочего агента на коэффициента вытеснения высоковязкой нефти // Нефтепромысловое дело. -Москва, 2017, -№12, -С. 43-48.
13. Извлечение нефти из карбонатных коллекторов / М.Л. Сургучев, В.Н. Колганов, А.В.Гавура и др. -Москва: Недра, 1987. -230 с.
14. Оценка концентраций буровых реагентов методом регрессионного анализа / М.Е.Логинова, И.А.Четветиева, А.М.Шаммизов и др. // Геология, геофизика. Бурение, -Москва, 2023, -Т. 21. -№1, -С. 6-14.
15. Распопов А.В., Хижняк Г.П. Обоснования коэффициента вытеснения нефти водой с привлечением результатов исследований объектов-аналогов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. -Москва, 2009. -№6. - С. 39-43.
16. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов. -Москва: Недра, 1985. -308 с.
17. Хижняк Г.П., Поплаухина Т.Б., Галкин С.В., Эфимов А.А. Опыт применения методики оценки коэффициента нефтевытеснения при проектировании разработки нефтяных месторождений Пермского края // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений -Москва, 2009, -№8, -С. 42-45.
18. Юрков Н.И. Физико-химические основы нефтеизвлечения. - Москва: «ВНИИНОЭНГ», 2005, -366 с.
19. Чалова П.О., Черепанов М.С., Белоусов Н.Ю. Изучение эффективности реализации технологий повышения нефтеотдачи пластов, основанное на статистической обработке промысловых данных // Недропользование. - Москва, 2022,-Т. 22, №4,-С. 158-164.
20. Characteristics and Forming Processes of Reef-Shoal Reservoir in Changhsing Formation of the Eastern Sichuan Basin in Dianjiang. China / W.Luo. Z. Shi, Y. Tian. X. Ни // Arabian journal for Science and Engineering. 2022,-Vol. 47. Pp. 725-737.

УДК: 622.276.1/4

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.13

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ КОЭФФИЦИЕНТА ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ВОДОЙ



**Султонов Нодир
Нормуродович**

Старший преподаватель,
Каршинский государственный
технический университет,
Карши, Узбекистан
E-mail: nodir.sultonov.90@mail.ru
ORCID ID: 0009-0005-1838-7439



**Рахимов Улугбек
Зокирович**

Заместитель директора
дирекции добыча нефти и газа -
заместитель главного инженера
ИП ООО «Sanoat Energetika
Guruhi», Карши, Узбекистан
E-mail: u.rakhimov@saneg.com
ORCID ID: 0009-0007-7671-4690



**Киличов Икром Комил
угли**

Докторант (PhD), Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан
E-mail: ikrom.qilichov95@gmail.com
ORCID ID: 0009-0000-7213-8285



**Омонов Сохибназар
Панжиевич**

Докторант (PhD), Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан
E-mail: soxibomon@gmail.com
ORCID ID: 0009-0007-4312-8548

Аннотация. Приведена последовательность экспериментальных работ по определению коэффициента вытеснения нефти водой показано что в моделях коэффициента вытеснения нефти водой полученных по результатам экспериментальных исследований используются различные факторы характеризующие фильтрационно-емкостные свойства коллекторов, структуры пористой среды, физико-химические свойства пластовых флюидов. Установлено, что модели расчета коэффициента вытеснения нефти водой с высокими коэффициентами корреляции могут быть описаны зависимостями различного вида: линейно; квадратичной; кубической; степенной; логарифмической экспоненциальной.

Ключевые слова: модель, коэффициент, вытеснение, вязкость, проницаемость, зависимость, корреляция, тип, порода, эксперимент.

NEFTNI SUV BILAN SIQIB CHIQRISH KOEFFITSIYENTI MODELLARI TAHLILI

**Sultonov Nodir
Normurodovich**

Qarshi davlat texnika universiteti
katta o'qituvchisi,
Qarshi, O'zbekiston

**Raximov Ulugbek
Zokirovich**

"Sanoat Energetika Guruhi" MCHJ
QK neft va gaz qazib chiqarish
direksiyasi direktori o'rinbosari,
Qarshi, O'zbekiston

**Qilichov Ikrom Komil
o'g'li**

Qarshi davlat texnika universiteti
doktoranti (PhD),
Qarshi, O'zbekiston

**Omonov Sohibnazar
Panjiyevich**

Qarshi davlat texnika universiteti
doktoranti (PhD),
Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya. Neftni suv bilan siqib chiqarish ko'effitsiyentini aniqlash bo'yicha eksperimental ishlar ketma-ketligi keltirilgan bo'lib, eksperimental tadqiqotlar natijalari asosida olingan neftni suv bilan siqib chiqarish ko'effitsiyenti modellarida kollektorlarning filtratsiya-sig'im xususiyatlarini, muhit g'ovaklarining tuzilishini, qatlam suyuqliklarining fizik-kimyoviy xususiyatlarini tavsiflovchi turli omillardan foydalanilganligi ko'rsatilgan. Yuqori korrelyatsiya ko'effitsiyentlariga ega bo'lgan neftni suv bilan siqib chiqarish ko'effitsiyentini hisoblash modellari turli ko'rinishdagi bog'liqliklar bilan tavsiflanishi mumkinligi aniqlandi: chiziqli; kvadratik; kubik; darajali; logarifmik eksponensial.

Kalit so'zlar: model, ko'effitsiyent, siqib chiqarish, qovushqoqlik, o'tkazuvchanlik, bog'liqlik, korrelyatsiya, tur, jins, tajriba.

ANALYSIS OF OIL DISPLACEMENT EFFICIENCY FACTOR MODELS

**Sultonov Nodir
Normurodovich**

Senior Lecturer of Karshi State
Technical University,
Karshi, Uzbekistan

**Rakhimov Ulugbek
Zokirovich**

Deputy Director of the Directorate
for Oil and Gas Production of JV
LLC "Sanoat Energetika Guruhi",
Karshi, Uzbekistan

**Qilichov Ikrom Komil
ugli**

Doctoral student (PhD) of Karshi
State Technical University,
Karshi, Uzbekistan

**Omonov Sokhibnazar
Panjievich**

Doctoral student (PhD) of Karshi
State Technical University,
Karshi, Uzbekistan

Abstract. The sequence of experimental work on determining the oil displacement coefficient by water is presented; it is shown that in the models of the oil displacement coefficient by water obtained as a result of experimental studies, various factors characterizing the filtration-capacity properties of reservoirs, the pore structure of the medium, and the physicochemical properties of reservoir fluids are used. It has been established that models for calculating the oil displacement coefficient by water with high correlation coefficients can be described by various types of dependencies: linear; quadratic; cubic; exponential; logarithmic exponential.

Keywords: model, coefficient, displacement, viscosity, permeability, dependence, correlation, type, species, experiment.

Введение. Для увеличения степени извлечения геологических запасов нефти месторождений реализуются различные методы, отличающиеся потенциальными возможностями и сложностью осуществления. Так как большое количество месторождений разрабатываются с применением заводнения широкое применение находят физико-химические методы, направленные на повышение коэффициента вытеснения нефти водой (КВНВ). В связи с этим, исследование влияния типа пород на коэффициент вытеснения и извлечение нефти имеет важное значение для повышения эффективности разработки месторождений и нефтяной отрасли.

К настоящему времени проведено большое количество теоретических и экспериментальных исследований по установлению степени влияния факторов на КВНВ и по результатам экспериментальных работ созданы модели его определения в зависимости от различных свойств пород и пластовых флюидов. В связи с этим особое внимание уделяется изучению факторов, влияющих на КВНВ и созданию научно обоснованных моделей его определения, в различных геолого-физических условиях залежей нефти.

Материалы и методы. Коэффициент вытеснения нефти водой является одним из двух показателей, характеризующих эффективность разработки нефтяных залежей с применением

различных систем заводнения. Так как коэффициент извлечения нефти при режимах вытеснения нефти водой определяется по формуле [9; с. 191-209, 11; с. 33-37, 6; с. 45, 12; с. 33]:

$$\text{КИН} = K_{\text{выт}} * K_{\text{охв}}, \quad (1)$$

где $K_{\text{выт}}$ – коэффициент вытеснения; $K_{\text{охв}}$ – коэффициент охвата.

Под коэффициентом вытеснения понимается отношение количества нефти, вытесненного при промывке коллектора водой к начальному количеству нефти в этом коллекторе. Коэффициент вытеснения определяют лабораторных условиях, которые проводятся в следующей последовательности [15; с.42]:

- создается модель пласта из кернов продуктивного пласта. Обычно модель пласта комплектуется из цилиндрических образцов, при этом порядок компоновки составной модели принимается таким, что по направлению вытеснения каждый последующий образец имеет меньшую проницаемость;

- в каждом образце создается остаточная водонасыщенность методом капиллярметрии, после чего производится насыщение модели пласта нефтью;

- перед процессом вытеснения модель выдерживается при термобарических условиях, близких к пластовым;

- проводится непрерывное нагнетание вытесняющей воды при скоростях, близких к

реальными до полного обводнения выходящей жидкости. Обычно объем нагнетаемой воды составляет 8-10 объемов порового пространства модели пласта;

- рассчитывается коэффициент вытеснения нефти водой как отношение объема вытесненной нефти ($V_{\text{выт}}$) к ее начальному объему ($V_{\text{нач}}$):

$$K_{\text{выт}} = V_{\text{выт}} / V_{\text{нач}}. \quad (2)$$

Экспериментальные исследования коэффициента вытеснения нефти различными агентами проводятся на установках, отвечающих требованиям ОСТ 39 - 195-86 «Метод определения коэффициента вытеснения нефти водой в лабораторных условиях. Общая схема экспериментальной установки приведена на рис.1.

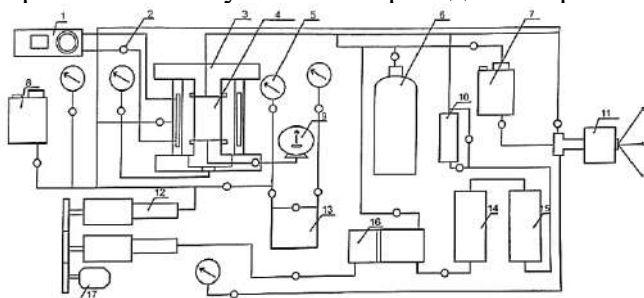


Рис.1. Схема экспериментальной установки по определению коэффициента вытеснения:

1-термостат; 2-манифольд; 3-кернодержатель; 4-керн; 5-манометр образцовый; 6- азотный баллон; 7- бачок для масла; 8 - емкость второго пресса; 9-газосчетчик; 10-термонагреватель; 11-ручной пресс; 12-пресс; 13-дифманометр; 14-контейнер с силикагелем; 15-контейнер с хлористым кальцием; 16-поршневой разделитель; 17- электродвигатель.

Как видно из выше приведенной последовательности экспериментальных работ методы определения коэффициента вытеснения достаточно сложны и трудоемки, вследствие чего экспериментальными исследованиями, преимущественно, охвачены основные продуктивные пласты крупных месторождений, а на мелких имеются лишь единичные анализы. Поэтому при проектировании разработки нефтяных месторождений часто используются математические модели построенные на основе результатов экспериментальных исследований [17; с.93-98]. К настоящему времени предложены математические модели определения коэффициента вытеснения нефти водой для продуктивных пластов различных нефтегазоносных регионов мира

[15; с.42-45, 13; с.39-43, 10; с.43-48, 16; с.229-235, 5; с.97-99, 3; с.54-55, 8; с.43-44, 14; с.19-25, 2; с.16, 1; с.21-22, 4; с.28-29, 7; с.3]. Наиболее широко применяемые математические модели определения коэффициента вытеснения нефти водой сведены в табл.1.

Таблица 1.

Результаты экспериментальных исследований вытеснения нефти водой

№	Авторы	Предложенные зависимости коэффициента вытеснения нефти водой	Тип коллектора	Факторы влияющие вытеснения нефти водой
1	Хижняк Г.П., Поплаухина Т. Б., Галкин С. В., Ефимов А.А.	$K_{\text{выт}} = A \cdot \ln(K/\mu_0) + B$	Терригенный	K/μ_0 - коэффициент подвижности $\mu_0 = \mu_w / \mu_n$ - относительная вязкость
2	Распопов А. В., Хижняк Г.П.	$K_{\text{выт}} = A \cdot \ln(K/\mu_0) + B$	Терригенный	K/μ_0 - коэффициент подвижности
3	Мустафаев М.К., Кайыркян Е.К.	$K_{\text{выт}} = A(B - e^{-CK})$	Терригенный+карбонатный	K - коэффициент проницаемости t - температура рабочего агента
4	Юрков Н.И.	$K_{\text{выт}} = A + B \cdot V_{\text{пор}}$	Терригенный	$V_{\text{пор}}$ - объем прокачанной жидкости
5	Выломов Д.Д., Штин Н.А., Целев В.П.	$K_{\text{выт}} = 0,7679 + 0,0524 \ln(K/\mu_n)$	Терригенный	K - коэффициент проницаемости μ_n - вязкость агента
6	Артюхович В.К.	$K_{\text{выт}} = A \cdot P^3 - B \cdot P^2 + C \cdot P - D$ $K_{\text{выт}} = A \ln^* P + B$ $K_{\text{выт}} = A \cdot P^B$ $K_{\text{выт}} = A \cdot P + B$ $K_{\text{выт}} = A \cdot e^{BP}$	Терригенный	$P = p_r / (p_n \cdot m)$ - безразмерный параметр, p_r , p_n - плотность газа и нефти в пластовых условиях, m -коэффициент пористости
7	Сургучев М.Л., Колганов В.И., Гавура А.В.	$K_{\text{выт}} = 0,066 \cdot S + 0,720$	Карбонатный	S - степень неоднородности коллектора
		$K_{\text{выт}} = -0,098 \cdot S + 1,019$	Терригенный	$S = 1/(0,193 \lg K - 0,093)$
		$K_{\text{выт}} = \frac{1}{0,107 \cdot 10^{-3} \cdot S_{\phi} + 1,227}$	Терригенный	S_{ϕ} -удельная поверхность фильтрации
		$K_{\text{выт}} = 0,2649 \cdot K - 0,107 \cdot K^2 - 0,0026 \cdot K_n + 0,5286$	Карбонатный	K -проницаемость, μ_n -вязкость нефти в пластовых условиях
		$\lg K_{\text{выт}} = 0,63 \cdot \lg K - 0,137 \cdot \lg \mu_n + 0,00124 \cdot K - 0,0266 \cdot K_n - 0,0301$	Карбонатный	K_n - содержание смол, K_n - содержание асфальтенов
		$\lg K_{\text{выт}} = 0,0719 \cdot \lg K - 0,1033 \cdot \lg \mu_n - 0,105$	Терригенный	K -проницаемость, μ_n -вязкость нефти в пластовых условиях
		$\lg K_{\text{выт}} = 0,064 \cdot \lg K - 0,1194 \cdot \lg \mu_n + 0,0035 \cdot K - 0,0067 \cdot K_n - 0,130$	Терригенный	K -проницаемость, μ_n -вязкость нефти в пластовых условиях, K_n - содержание смол, K_n - содержание асфальтенов
8	Антипин М.А., Назаров А.В., Кузмина О.В.	$K_{\text{выт}} = 0,0011 \cdot K + 0,4657$	Карбонатный	K -проницаемость
9	Агзамов А.А.	$K_{\text{выт}} = 0,48 + 0,86 \cdot K - 0,55 \cdot K^2$	Карбонатный	K -проницаемость
10	Игамбердиева Л.З.	$K_{\text{выт}} = 0,4174 + 0,00118 \cdot \mu_{\text{н}}$	Карбонатный	$\mu_{\text{н}}$ -вязкость вытесняющего агента
11	Сургучев М.Л., Колганов В.И., Гавура В.Г., Махневич В.Г.	$K_{\text{выт}} = (0,678 - S_n) \cdot (1 - S_n)$	Карбонатный	S_n - начальная водонасыщенность
12	“СевКазНИПИнефть”	$K_{\text{выт}} = K / ((\alpha \cdot K + \beta) \cdot (T - 10,7))$ $\alpha = 0,977(T - 10,7)$ $\beta = 2800 \cdot (T + 10,7)$	Карбонатный	K -проницаемость T -температура пласта

Результаты. В работе [15, с. 42–45] приведены результаты экспериментальных исследований вытеснения нефти пресной и пластовой водой на более чем 200 образцах ядра продуктивных пластов месторождений

Волго-Уральского региона. В результате обработки экспериментальных данных ими предложена следующая формула:

$$K_{\text{выт}} = 0,7679 + 0,0524 \ln(K/\mu_a), \quad (3)$$

где K — коэффициент абсолютной проницаемости; μ_a — вязкость агента.

Мустафаев М.К. и Кайырман Е.К. своими экспериментальными исследованиями показали, что повышение температуры закачиваемой воды способствуют увеличению вытеснения нефти, что отмечается для всех лито типов пород [10; с.47].

В работах [15, с. 42–45; 13, с. 39–43; 10, с. 43–48; 16, с. 48–50] приведены результаты определения коэффициента вытеснения для пород-коллекторов месторождений Пермского края. Авторами этих работ предложены зависимости различного вида для определения коэффициента вытеснения:

$$K_{\text{выт}} = A_1 + A_2 \ln K_{\text{подв}}, \quad (4)$$

$$K_{\text{выт}} = A \ln(K/\mu_0) + B \quad (5)$$

где $K_{\text{подв}} = K/\mu_n$ — коэффициент подвижности, представляющий собой отношение проницаемости коллектора (k) и вязкости нефти в пластовых условиях, μ_0 — относительная вязкость, равная отношению вязкости нефти μ_n к вязкости вытесняющей воды μ_v .

Они на основе статистической обработки данных 214 залежей визейских отложений пришли к выводу, что КИН в значительно большей степени контролируется коэффициентом вытеснения. Зависимость КИН от $K_{\text{выт}}$ представлен в виде:

$$\text{КИН} = A_1 K_{\text{выт}} + A_2. \quad (6)$$

В работе [14; с.43–46] М.Л. Сургучевым приведены результаты определения коэффициента вытеснения нефти водой для 10 залежей нефти в карбонатных и 15 залежей — в терригенных отложениях Пермского Прикамья. По результатам экспериментов установлены зависимости коэффициента вытеснения от параметров коллектора и нефти (проницаемости - k , вязкости нефти - μ_n , содержания смол - K_c и асфальтенов - K_a):

- для карбонатных коллекторов

$$\lg K_{\text{выт}} = 0,63 \cdot \lg K - 0,137 \cdot \lg \mu_n + 0,00124 \cdot K_c - 0,0266 \cdot K_a - 0,0301; \quad (7)$$

- для терригенных коллекторов

$$\lg K_{\text{выт}} = 0,064 \cdot \lg K - 0,1194 \cdot \lg \mu_n +$$

$$0,0035 \cdot K_c - 0,0067 \cdot K_a - 0,130. \quad (8)$$

(Размерность параметров, входящих в формулы: K — мкм²; μ_n — мПа·с; K_c — %; K_a — %; $K_{\text{выт}}$ — доли единицы). Полученные результаты показывают, что коэффициент вытеснения нефти водой в значительной степени определяется свойствами коллектора и нефти.

В работе [8; с.43–45] приведены результаты вытеснения нефти месторождений Азербайджана, Туркменистана, Чечни и Западной Сибири углеводородным газом с различным содержанием компонентов C_2 – C_6 при давлении 25–40 МПа и температуре 33–100 °С. Однако в экспериментах скорость фильтрации была одинаковой. Экспериментальные данные были обработаны по пяти видам зависимостей. Полиномиальная зависимость рассмотрена от квадратичной до шестой степени:

$$K_{\text{выт}} = 0,508197 \ln P + 0,470726 \quad (9)$$

(коэффициент корреляции 0,763);

$$K_{\text{выт}} = 0,480677 \cdot P^{0,7794} \quad (10)$$

(коэффициент корреляции 0,833);

$$K_{\text{выт}} = 0,39371 \cdot P + 0,064235, \quad (11)$$

(коэффициент корреляции 0,850);

$$K_{\text{выт}} = 0,261202 \cdot e^{0,595345 \cdot P} \quad (12)$$

(коэффициент корреляции 0,902);

$$K_{\text{выт}} = 0,157071 \cdot P^3 - 0,326789 \cdot P^2 + 0,308644 \cdot P + 0,344443, \quad (13)$$

(коэффициент корреляции 0,961).

Основным результатом экспериментальных исследований В.К. Артюховича является то, что коэффициент вытеснения изменяется в зависимости от условий: до величины безразмерного параметра $P = 0,25$ - без смешиваемости фаз; от 0,25- до 2,0 - ограниченная смешиваемость фаз и выше 2,0- смешиваемость фаз [3; с.54–55].

Безразмерный параметр определяется по формуле:

$$P = \rho_r / (\rho_n \cdot m), \quad (14)$$

где ρ_r , ρ_n — плотность соответственно газа и нефти в пластовых условиях;

m — пористость модели пласта.

В работах [14; с.120–121, 8; с.228–246] приведены результаты исследований по оценке потенциальной возможности методов увеличения нефтеотдачи пластов. Показано, что при использовании в качестве рабочего агента вода+газ КИН увеличится на 5–10%, полимеры — 5–8%, щелочи — 2–8%, мицеллярных растворов —

8-20%, двуокиси углерода 8-15%, пара – 15-35%, воздух+вода (горячей) – 15-30%.

Обобщение результатов экспериментальных исследований по определению вытеснения нефти водой для пород - коллекторов верхнеюрских карбонатных отложений приведены в работах [2; с.16, 1; с.21-22, 4; с.23-29].

Из результатов выше указанных работ можно сделать вывод, что на коэффициент вытеснения нефти водой из известняков верхнеюрских отложений месторождений Бухаро-Хивинского региона основное влияние оказывают проницаемость коллектора, перепад давления и температуры пласта. Авторами для практического применения рекомендована многомерная корреляционная зависимость:

$$K_{\text{выт}} = 18,707 \cdot K - 0,00026 \cdot B - 0,0061 \cdot P_{\text{об}} + 0,0217 \Delta P + 0,0075 t_{\text{пл}} - 0,7071. \quad (15)$$

где K – средняя проницаемость коллектора, B – коэффициент водонасыщенности, $P_{\text{об}}$ – давление гидроотжима, ΔP – перепад давления, $t_{\text{пл}}$ – температура пласта.

Заключение. Анализ рекомендованных моделей определения коэффициента вытеснения нефти водой показывает, что его величины зависят от проницаемости коллектора, структуры пористой среды, физико-химических свойств пластовой нефти. Однако, модель полученная Юркив Н.И. свидетельствует, что величина $K_{\text{выт}}$ также зависит и от технологических факторов. Так как на величину коэффициента промывки продуктивного пласта помимо природных факторов значительное влияние оказывает система разработки, в частности плотность сетки скважин.

Таким образом можно заключить, что в результате экспериментальных исследований установлены эмпирические формулы, описывающие зависимость коэффициента вытеснения от различных геолого-физических параметров пласта, которые рекомендованы авторами при составлении проектов разработки и обосновании КИН.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агзамов А. А. К обоснованию величины коэффициента вытеснения нефти водой для карбонатных коллекторов Западного Узбекистана // Узбекский журнал нефти и газа. - Ташкент, 2010. – №2. – С.21-22.
2. Агзамов А.А. Научное обоснование выбора рационального комплекса интенсификации притока жидкости из различных типов карбонатных коллекторов // Автореферат на соиск. ученой степени канд. техн. наук. - Ташкент: ОАО «ИГ и РН и ГМ», 2012. – 24 с.
3. Артюхович В.К. Расчет коэффициента вытеснения нефти из пористой среды углеводородным газом под высоким давлением // Нефтяное хозяйство. – Москва: 2004 – С.54-55.
4. Бобомуродов У.З. Совершенствование методов установления зон сосредоточения остаточных запасов нефти, в поздней стадии разработки месторождений // Автореферат дис. докт. философии (PhD) по техн. наукам. - Ташкент : АО “O'ZLITINEFTGAZ”, 2022. – 40с.
5. Выломов Д.Д., Штин Н. А., Цепелев В.П. Оптимизация системы поддержания пластового давления путем закачки пластовой воды вместо пресной // Нефтяное хозяйство. – Москва: 2020. – №7. – С.97 - 99.
6. Закиров С.Н., Муртазалиев А. Ш. К определению коэффициентов вытеснения для терригенных и карбонатных коллекторов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – Москва: 2009. – №9. – С.45-48.
7. Игамбердиева Л.З. Повышение эффективности добычи тяжелых и высоковязких нефтей / дис. докт. философии (PhD) по техн. наукам. - Ташкент: АО “O'ZLITINEFTGAZ”, 2022. – 41с.
8. Извлечение нефти из карбонатных коллекторов / М.Л. Сургучев, В.Н. Колганов, А. В. Гавура и др. - Москва: Недра, 1987. – 230 с.

9. Методическое руководство по расчету коэффициентов извлечения нефти из недр. РД. 39-0147035-218-86.- Москва: Миннефтепром, 1986. – 254с.
10. Мустафаев М.К., Кайырман Е.К. Влияние температуры рабочего агента на коэффициент вытеснения высоковязкой нефти // Нефтепромысловое дело. – Москва: 2017. – №12. – С.43-48.
11. Лысенко В.Д., Грейфер В. И. Рациональная разработка нефтяных месторождений – Москва: ООО" Недр – Бизнесцентр", 2005. – 607 с.
12. Прогнозирование применения методов воздействия на пластах Лас-Ёганского месторождения / В.Е. Андреев, А.П. Чижов, А.В. Чибисов и др. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, - Москва: 2020. – №5. – С.31-34.
13. Распопов А.В., Хижняк Г.П. Обоснования коэффициента вытеснения нефти водой с привлечением результатов исследований объектов-аналогов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – Москва: 2009. – № 6. – С.39-43.
14. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов. – Москва: Недр, 1985. – 308 с.
15. Хижняк Г.П., Поплаухина Т.Б., Галкин С. В., Эфимов А. А. Опыт применения методики оценки коэффициента нефтевытеснения при проектировании разработки нефтяных месторождений Пермского края // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений – Москва: 2009. – № 8. – С.42-45.
16. Юркив Н.И. Физико - химические основы нефтеизвлечения. - Москва: «ВНИИНОЭНГ» , 2005. – 366 с.
17. Колесникова С.И. Методы анализа информативности разнотипных признаков // Вестник Томского государственного университета. – Томск, 2009. – №1 (6). – С.69-80.

УДК: 550.34

 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИИ ГРУНТОВ НУРАФШАНА НА СЕЙСМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ



Тешаева Рухсора Баходир кизи

Младший научный сотрудник Института сейсмологии Академии наук, Ташкент, Узбекистан

E-mail: teshaeva.ruhsora.93@bk.ru

ORCID ID: 0009-0005-5838-5067

Аннотация. В статье представлены результаты полевых исследований, проведенных на территории Нурафшана, в рамках инженерно-сейсмологического обоснования генерального плана развития города. Геофизические и инженерно-геологические изыскания были направлены на оценку влияния грунтовых условий на параметры сейсмической интенсивности. На основе полученных данных выполнены расчеты пиковых ускорений на свободной поверхности с использованием программы «STRATA». Обобщение полевых и лабораторных инженерно-геологических данных позволило составить разрезы и карту инженерно-геологического районирования города Нурафшан, что способствует уточнению сейсмических характеристик территории и повышению надежности проектных решений в области градостроительства.

Ключевые слова: инженерно-геологическое условие, программа Strata, КМПВ, MASW, модели грунтовых условий, спектр реакции грунтов.

NURAFSHON SHAXRI GRUNTLARINING SEYSMIK TA'SIRINI MODELLASHTIRISH

Teshayeva Ruxsora Bahodir qizi

Kichik ilmiy hodim, Fanlar Akademiyasi Seysmologiya instituti, Toshkent, O'zbekiston

Annptatsiya. Maqolada shaharni rivojlantirish bosh rejasini muhandislik-seysmologik asoslash doirasida Nurafshon hududida olib borilgan dala tadqiqotlari natijalari keltirilgan. Geofizik va muhandislik-geologik tadqiqotlar grunt sharoitining seysmik intensivlik parametrlariga ta'sirini baholashga qaratilgan. Olingan ma'lumotlarga asoslanib, STRATA dasturi yordamida erkin sirdagi eng yuqori tezlanishlarni hisoblash amalga oshirildi. Dala va laboratoriya muhandislik-geologik ma'lumotlarini umumlashtirish Nurafshon shahrini muhandislik-geologik rayonlashtirish bo'limlari va xaritasini tuzish imkonini berdi, bu hududning seysmik xususiyatlarini aniqlashtirishga va shaharsozlik sohasida loyiha echimlarining ishonchligini oshirishga yordam beradi.

Kalit so'zlar: muhandislik-geologik sharoitlar, qatlamlar dasturi, KMPV, MASW, grunt sharoitlari modellari, grunt reaksiyalari spektri.

MODELING THE RESPONSE OF NURAFSHAN SOILS TO SEISMIC IMPACT

Teshaeva Rukhsora Bahodir kizi

Junior Researcher, Institute of Seismology of the Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. The article presents the results of field studies conducted in the territory of Nurafshan, as part of the engineering and seismological substantiation of the general plan for the development of the city. Geophysical and engineering-geological surveys were aimed at assessing the influence of soil conditions on the parameters of seismic intensity. Based on the data obtained, peak accelerations on the free surface were calculated using the STRATA program. Generalization of field and laboratory engineering-geological data made it possible to compile sections and a map of engineering-geological zoning of the city of Nurafshan, which helps to clarify the seismic characteristics of the territory and increase the reliability of design solutions in the field of urban development.

Keywords: engineering-geological conditions, Strata program, KMPV, MASW, soil conditions models, soil reaction spectrum.

Введение. Город Нурафшан расположен в 30 км к югу от г.Ташкента столицы Республики Узбекистан. По указу Президента Республики Узбекистан № УП-6119 от 27 ноября 2020 года, для территории города Нурафшана должен быть разработан генеральный план на период развитие до 2025 года. С этой целью проводится инженерно-геологические и сейсмологические изыскания для определения инженерно-геологических условий территории города. Территория г. Нурафшан имеет некоторые специфические особенности. Большое распространение имеют лессовые грунты, супеси, песчаники, галечники, в которых сейсмические волны распространяются по-разному, имеют различные скорости прохождения, различные частоты, ускорения и т.д. Поэтому очень важно активизировать научные исследования в области влияния грунтовых условий на сейсмичность строительных площадок.

Основным понятием, определяющим особенности инженерно-сейсмологических изысканий, является модель сейсмогрунтовых условий. К этому понятию относятся все локальные особенности геологической обстановки, определяющие специфику сейсмических воздействий, их амплитуды и спектральный состав. [1].

Методика исследования. Предлагается метод моделирование сейсмогрунтовых условий для оценки сейсмичности строительных площадок, в котором изучаются реальные инженерно-геологические и геофизические показатели грунтов, определяется влияние грунтовых условий на параметры сейсмических колебаний при реальных воздействиях сильных землетрясений.

Для решения задач оценки сейсмичности территории использовалось программа STRATA

с учетом инженерно-геологических условий. Были взяты действительные акселерограммы двух землетрясений.

Далее были собраны материалы, характеризующие инженерно-геологических и сейсмических свойств грунтов (по фондовым материалам и результатам комплексных геофизических исследований проведенных методами сейсморазведки КМПВ, MASW, и также были изучены физико-механические свойства грунтовой толщи для 30 метров), имеющие распространения на территории г. Нурафшана. Расчеты приращения сейсмической интенсивности произведены по совокупности сейсмических жесткостей грунтов, положения уровня грунтовых вод и резонансных свойств грунтов.

Алгоритм действий при решении задач, связанных с разработкой сейсмогрунтовых моделей, делится на 3 этапа. (рис.1)

1-этап. Сбор и систематизация материалов.

2-этап. Анализ данных и обработка материалов различными программами.

3-этап. Обобщение результатов.



Рис. 1. Алгоритм действий разработки сейсмогрунтовых моделей.

Анализ. В геоморфологическом отношении исследуемая территория приурочена к равнинной части Чирчик-Ахангаранской депрессии. Исследуемая территория расположена на поверхности IV, III и II террас Чирчик-Ахангаранского бассейна [4]. Абсолютные отметки поверхности земли изменяются от 395 до 415 м в северо-восточной части территории и от 410 до 420 м в южной части. В основании исследуемой толщи на глубинах 260-270 м залегают каменные лессы, условно отнесенные к нерасчлененной толще верхнеэоценовых и нижнечетвертичных отложений.

Сохский комплекс (Q_{I}^{sh}) представлен валунно-галечниками с прослоями песчаников и каменных лессов. Мощность сохских отложений составляет 60-140 м. Ташкентский комплекс (Q_{II}^{ts}) представлен лессовидными суглинками, подстилаемыми валунно-галечниковыми отложениями. Мощность достигает 114-133 м. Голодностепский комплекс (Q_{III}^{gl}) слагает III террасу р.Ахангаран, получившую наибольшее развитие в пределах исследуемого района. Отложения Q_{III}^{gl} представлены суглинками, реже супесями с прослоями песка и гравийно-галечника. С глубины 10-15 м и более залегают галечники. Сырдарьинский комплекс (aQ_{IV}^{sd}) слагает II надпойменную террасу рек Чирчик и Ахангаран, занимающую северо-западную часть исследуемой территории. Отложения представлены лессовидными суглинками, подстилаемыми с глубины 8,0-9,0 м галечниковыми грунтами [3].

По лабораторным данным в пределах толщ сырдарьинского и голодностепского комплексов выделено 4 слоя глинистых грунтов:

Слой 1 – глинистые грунты, влажные, залегающие выше уровня подземных вод. Плотность грунта этого слоя составил 1.49 т/м^3 , Пористость 47.6%, предел текучести 24.5.

Слой 2 – глинистые грунты водонасыщенные, залегающие ниже уровня подземных вод, мягкопластичные-текуче пластичные, слабые. Плотность грунта этого слоя составил 1.56 т/м^3 , Пористость 41.4%, предел текучести 26.4.

Слой 3 – глинистые илы, высокопористые, текучепластичные, слабые, гумусированные. Плотность грунта 1.27 т/м^3 , Пористость 53.4 %, предел текучести 39.8.

Слой 4 – торфы, состоящие на 60% из органических веществ. Плотность грунта 1.08 т/м^3 , Коэффициент пористости 4.

В толще глинистых грунтов ташкентского комплекса выделено 2 слоя:

Слой 5 - маловлажные и влажные лессовидные просадочные грунты. Плотность грунта 1.64 т/м^3 .

Слой 6 - водонасыщенные суглинки и супеси, залегающие в зоне переменного увлажнения. Плотность грунта 1.96 т/м^3 .

Кроме того, здесь имеют место песчаные грунты с плотностью $1,98 \text{ т/м}^3$ - слой 7 и крупнообломочные, представленные галечниками с плотностью 2.01 т/м^3 - слой 8 [4].

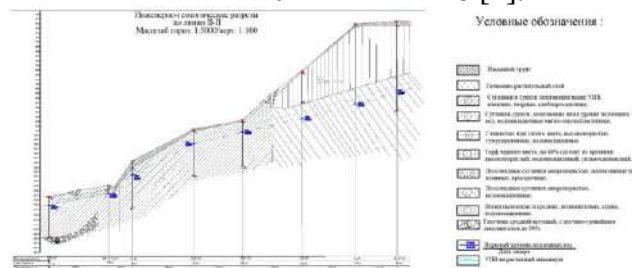


Рис.2. Инженерно-геологический разрез г. Нурафшана.

Результат. Сейсморазведка методом КМПВ и MASW выполнена по пяти разрезам. Она направлена на изучение скоростных характеристик литологических типов грунтов, слагающих основания территории города Нурафшана. В результате обработки данных сейсморазведочных работ были получены зависимости $V_s(z)$ и глубинно-скоростные модели по профилю 1 (рис 2-3) и профилю 2 (рис. 4-5). Значения V_s представлены в таблице 1.

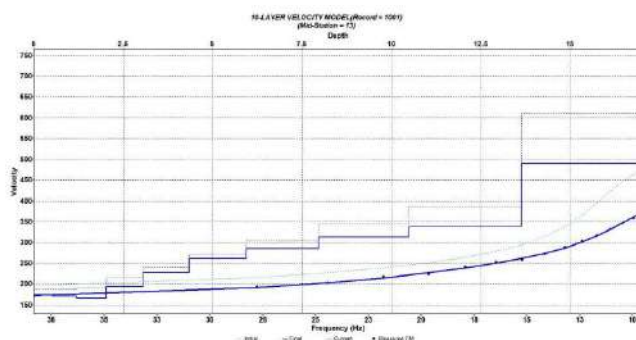


Рис.3. Скоростная модель поперечных волн по MASW. Профиль 1.

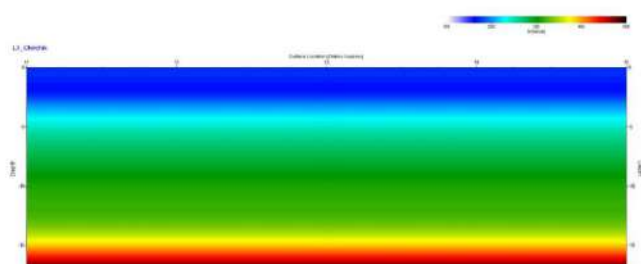


Рис.4. Глубинно-скоростная модель поперечных волн по MASW. Профиль 1.

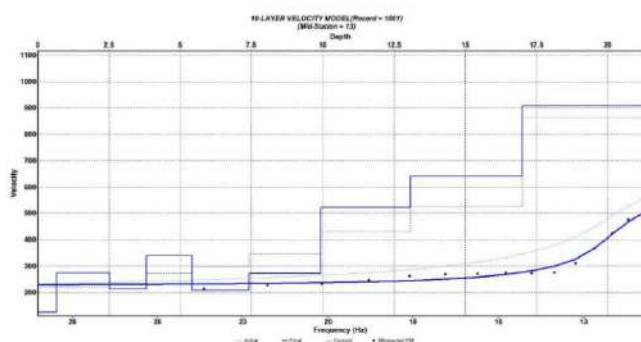


Рис.5. Скоростная модель поперечных волн по MASW. Профиль 2.

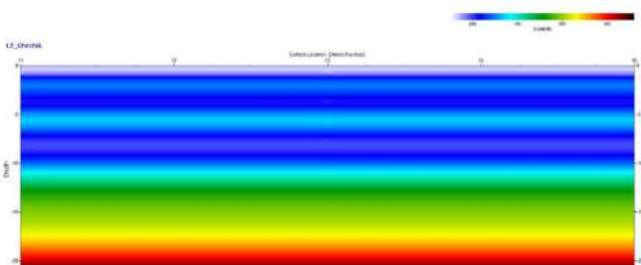


Рис.6. Глубинно-скоростная модель поперечных волн по MASW. Профиль 2.

Таблица 1.
Результаты регистрации значения скорости поперечных волн по глубине

Профиль 1		Профиль 2	
Глубина, м	Vs, м/с	Глубина, м	Vs, м/с
-0,529	173,732	-0,659	125,01
-2,19	170,581	-1,483	272,882
-4,016	165,852	-2,513	273,321
-5,049	193,511	-3,8	213,827
-9,34	226,46	-5,409	338,355
-12,954	260,918	-7,42	207,982
-17,971	285,252	-9,934	271,374
-23,493	312,981	-13,076	521,884
-27,645	338,435	-17,004	639,859
-31,056	489,834	-21,255	907,785

На основе полученных глубинно-скоростных моделей были рассчитан параметр Vs30 (таблица 2), равный среднему значению скорости распространения поперечных волн в 30-метровой толще.

Таблица 2.

Vs30 для каждой точки наблюдений

№	Профиль 1	Профиль 2
Vs30, м/с	264,18	331,17

Далее приводились образцы H/V спектра пунктов регистрации 1-11. По обработке сводные данные по приращению сейсмической интенсивности различными методами получили следующие результаты:

Таблица 3.

Результаты оценки прироста сейсмической интенсивности по спектрам H/V в пунктах регистрации 1-11

Пункт регистрации	F0	HVSR	dJ по HVSR	dJ по отношению спектра микросейсм	dJ среднее	Макс. J, баллы
1	2,6	3,3	0,47	-	+0,0	7,0
2	5,2	3,5	0,45	0,48	+0,0	7,0
3	5,2	3,4	0,59	0,67	+1,0	8,0
4	5,2	3,3	0,47	0,39	+0,0	7,0
5	5,1	3,2	0,37	0,48	+0,0	7,0
6	5,2	4,4	0,78	0,84	+1,0	8,0
7	5,2	3,4	0,47	0,22	+0,0	7,0
8	5,2	3,4	0,51	0,48	+0,0	7,0
9	5,2	3,8	0,67	0,60	+1,0	8,0
10	4,7	3,2	0,29	0,47	+0,0	7,0
11	5,2	4,4	0,49	0,88	+1,0	8,0

Таблица 4.

Модель сейсмогрунтовых условий для 9-точки г.Нурафшана

Слой	Описания литологического состава грунтов	Мощность слоя	Плотность грунта	Скорость поперечной волны	Vs30	PGA
1	глинистые грунты	3,00	1,49	173,00	331,17	0,23
2	глинистые грунты	5,00	1,56	165,00		
3	глинистые илы	4,00	1,27	193,00		
4	торфы	3,00	1,08	125,00		
5	Лессовидные грунты	10,00	1,64	226,00		
6	песчаные грунты	2,00	1,96	285,00		
7	Галечники и гравий	4,00	1,98	338,00		
8	Галечники и гравий	6,00	2,01	489,00		

На основании эквивалентно линейного подхода в 11 точках наблюдении разработаны сейсмогрунтовые модели на программе STRATA. При разработке сейсмогрунтовых моделей использованы результаты сейсморазведки, т.е. изменения Vs30 в пространстве. В

результате моделирования были рассчитаны графики изменения пикового ускорения и спектра реакции грунтов с глубиной. Значение пикового ускорения на дневной поверхности при исходной сейсмичности 0,17 g [2] территории г.Нурафшана представленных точек изменяется от 0,22 g до 0,41g. Ниже представляется пример моделей сейсмогрунтовых условий.

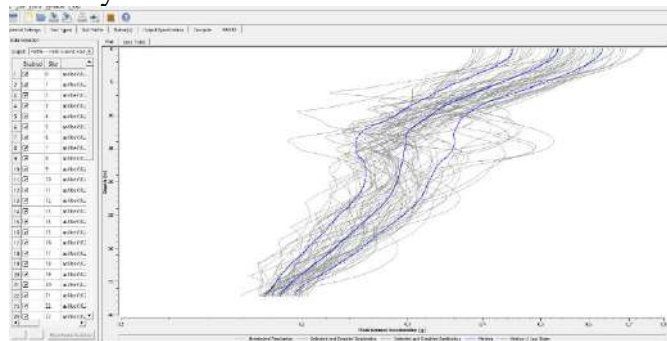


Рис.7. График пикового ускорения для 7- точки г.Нурафшана.

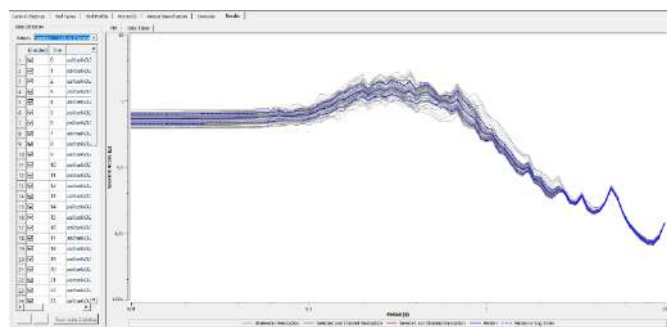


Рис.8. График спектра реакции грунтов для 7-точки г.Нурафшана.

Вывод. На основании проведенных исследований можно сделать следующие вывод об особенностях инженерно-сейсмологических условиях территории г.Нурафшана: территории г. Нурафшана и прилегающей площади выделяется две зоны:

- с приращением сейсмических интенсивности 0 балла относительно опорной/реперной сейсмической станции (7 баллов для вероятности 95% не превышения в течение 50 лет);

- с приращением сейсмической интенсивности +1 (8 баллов для вероятности 95% не превышения в течение 50 лет);

Зона с приращением 0 (7 баллов) занимает площадь с северной части города Нурафшана и простирается далее в южном направлении до поселка Янгихаят. Зона приращением +1 (8 баллов) располагается в северо-восточной, южной и юго-западной частях территории. Увеличение балльности здесь связано с мощным слоем осадочных пород с низкими значениями скоростей упругих волн, а также со значительной трансформацией рельефа и наличием геологических процессов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешин А.С. Макросейсмические основы сейсмического микрорайонирования// Вопросы инженерной сейсмологии. 2011. Вып. 38 №4. С 15-28.
2. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Зиуаудинов Ф.Ф.,//Сейсмическая опасность территории Узбекистана. Фан, 2012,Ташкент.
3. Исмаилов В.А. Анализ результатов лабораторных и полевых исследований сейсмических свойств лессовых пород// Вестник ТашГТУ.- Ташкент: ТашГТУ, 2016. - № 2. – С. 203-209.
4. Нурмухамедов К.Ш. Региональная шкала приращения сейсмической балльности территорий для грунтовых условий Чирчик-Ахангаранской бассейна// Проблемы сейсмологии в Узбекистане № 2. – Ташкент, 2005. – С. 244-254.

УДК: 622.244.43-032.26

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМАЗЫВАЮЩИХ СВОЙСТВ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ, ИСПОЛЪЗУЕМОЙ В КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ СКВАЖИН



**Эшмуродов Отабек
Ражабович**

Докторант, Ташкентский
государственный технический
университет, Ташкент,
Узбекистан
E-mail: otabek-e87@mail.ru



**Комилов Толиб
Олимович**

PhD, Заместитель начальника
управления регистратора базы
данных, Ташкентский
государственный технический
университет, Ташкент,
Узбекистан
E-mail: komilovtolib87@yandex.ru
ORCID ID: 0000-0002-3926-3292



**Рузманов Фарход
Исmoilович**

Инженера-технолога по
укреплению скважин ООО
Касанская нефтегазоразведочная
экспедиция, Кариши, Узбекистан
E-mail: ruzmanov_farhod@mail.ru



**Ахмедов Шовдулло
Шухратович**

PhD, Каришинский
государственный технический
университет, Кариши,
Узбекистан
E-mail: axmedov1127@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-7515-0175

Аннотация. Процессы образования сальников, связанные с механическим сцеплением и молекулярным притяжением частиц глины, оказывают существенное влияние на эффективность бурения. Применение оптимизированных промывочных жидкостей с добавками способствует снижению образования загрязнений и повышению общей эффективности буровых работ. Важную роль в улучшении триботехнических, гидрофобизирующих и ингибирующих свойств промывочных жидкостей играют смазочные добавки, которые предотвращают сальникообразование и другие осложнения, связанные с износом оборудования. Связи с этим в ходе проведенных исследований в этой статье была оценена точность работы машины трения фирмы «Бароид» для определения смазывающих свойств промывочных жидкостей в процессе бурения. Результаты показали, что оборудование обладает необходимой точностью для эффективного исследования характеристик жидкостей, таких как износ, продолжительность износа, нагрузки, крутящий момент, площадь изношенной поверхности и другие параметры.

Ключевые слова: Машина трения, точность измерений, промывочные жидкости, смазочные добавки, триботехнические свойства, гидрофобизирующие свойства, ингибирующие свойства, сальникообразование, износ оборудования, критическая скорость потока, вязкость.

QUDUQLARNI KAPITAL TA'MIRLASHDA FOYDALANILADIGAN YUVUVCHI SUYUQLIKNING MOYLASH XUSUSIYATINI ANIQLASH

**Eshmurodov Otabek
Rajabovich**

Doktorant, Toshkent davlat texnika
universiteti, Toshkent, O'zbekiston

**Komilov
Tolib Olimovich**

PhD, Ma'lumotlar bazasi
registratori boshqarmasi boshlig'i
o'rinbosari, Toshkent davlat texnika
universiteti, Toshkent, O'zbekiston

**Ruzmanov Farxod
Ismoilovich**

"Koson neft va gaz qidiruv
ekspeditsiyasi" MChJ quduqlarni
mustahkamlash muhandis-
texnolog, Qarshi, O'zbekiston

**Axmedov Shovdullo
Shuxratovich**

PhD, Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya. Gil zarralarining mexanik birikishi va molekulyar tortishishi bilan bog'liq bo'lgan tiqinlarning hosil bo'lish jarayonlari burg'ulash samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Qo'shimchalar bilan optimallashtirilgan yuvuvchi suyuqliklardan foydalanish tiqinlar hosil bo'lishining kamaytirishga va burg'ulash ishlarining umumiy samaradorligini oshirishga imkon beradi. Yuvuvchi suyuqliklarning tribotexnik, gidrofoblay va ingibirlash xususiyatlarini yaxshilashda moylovchi qo'shimchalar muhim rol o'ynaydi, ular jihazlarning yemirilishi bilan bog'liq tiqin hosil bo'lishi va boshqa murakkabliklarni bartaraf qiladi. Shu munosabat bilan, ushbu maqolada olib borilgan tadqiqotlar davomida burg'ulash jarayonida yuvish suyuqliklarining moylash xususiyatlarini aniqlash uchun "Baroid" firmasining ishqalanish mashinasini ishlash aniqligi baholandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, uskuna suyuqliklarning yemirilish, yemirilish davomiyligi, yuklamalar, aylanish momenti, yemirilgan sirt maydoni va boshqa parametrlar kabi xususiyatlarini samarali o'rganish uchun zarur aniqlikka ega.

Kalit so'zlar: Ishqalanish mashinasi, o'lchov aniqligi, yuvish suyuqliklari, moylash qo'shimchalari, tribotexnik xususiyatlar, gidrofob xususiyatlar, ingibirlash xususiyatlari, tiqin hosil bo'lishi, uskunaning yemirilishi, kritik oqim tezligi, qovushqoqlik.

DETERMINATION OF LUBRICANT PROPERTIES OF WASHING FLUID USED IN WELL WORKOVER

**Eshmurodov Otabek
Rajabovich**

Doctoral student, Tashkent State
Technical University,
Tashkent, Uzbekistan

**Komilov
Tolib Olimovich**

PhD, Deputy Head of the
Department of Database Registrar,
Tashkent State Technical
University, Tashkent, Uzbekistan

**Ruzmanov Farkhod
Ismailovich**

Well Strengthening Engineer-
Technologist of Koson Oil and Gas
Exploration Expedition LLC,
Karshi, Uzbekistan

**Akhmedov Shovdullo
Shukhratovich**

PhD, Karshi State Technical
University, Karshi, Uzbekistan

Abstract. The processes of packing formation associated with mechanical adhesion and molecular attraction of clay particles have a significant impact on drilling efficiency. The use of optimized drilling fluids with additives helps to reduce the formation of contaminants and improve the overall efficiency of drilling operations. Lubricating additives play an important role in improving the tribological, hydrophobic and inhibiting properties of drilling fluids, which prevent packing and other complications associated with equipment wear. In this regard, in the course of the studies conducted in this article, the accuracy of the Baroid friction machine for determining the lubricating properties of drilling fluids during drilling was assessed. The results showed that the equipment has the necessary accuracy for effective study of fluid characteristics, such as wear, wear duration, loads, torque, worn surface area and other parameters.

Keywords: Friction machine, measurement accuracy, flushing liquids, lubricating additives, tribotechnical properties, hydrophobic properties, inhibiting properties, sealing, equipment wear, critical flow rate, viscosity.

Введение. Определение смазывающих свойств промывочной жидкости, используемой в капитальном ремонте скважин вызвана с возникновением таких осложнений как: прихваты, происходящие при бурении второго и горизонтального стволов, прихода с низкого истощенного горизонта на вышележащий горизонт и многие другие связанные с проведением капитального ремонта скважин.

Наиболее при этом являются разработка на

достижениях современной науки новой промывочной жидкости с высокими смазывающими свойствами на основе доступных и дешевых материалов, так как вы скважинные инструменты в процесс капитального ремонта скважины вращаются и изнашиваются.

Исходя из этого, промывочной жидкость должна обладать с высокими смазывающими свойствами, чтобы снизить износ металлических поверхностей и создавать против опасных

Промывочную жидкость заливают в чашку и её устанавливают на штатив 22, после этого тест кольцо погружают в промывочную жидкость и закрепляют болтом 21 [5].

После установления нулевого положения запускают машину в действие и при помощи ручки 20 создается усилие равное необходимое для проведения опыта. Время проведения опыта работы 3, 4, ..., 5 мин. В окончании опыта стальной кубик снимается с установленного места и промывается спиртом [5].

Износ кубика определяется взвешиванием на аналитических весах и скорость изнашивания выводится в мг/ч по следующей формуле: [9].

$$a_n = \frac{60(q_1 - q_2)}{t}; \quad (1)$$

где, q_1 и q_2 – соответственно первоначальный и конечный износ стального кубика, мг;

t – время работы кубика, мин. Из за того что t будет предоставлено в минутах, формула содержит произведение на число 60.

Для того, чтобы определить доверительный интервал выходных параметров воспользуется следующая формула (т. е. Доверительное значение должен находится в интервале):

$$\bar{X} - \varepsilon \leq X \leq \bar{X} + \varepsilon; \quad (2)$$

$$\text{или } X \in [\bar{X} - \varepsilon; \bar{X} + \varepsilon];$$

где, $\bar{X}$ – среднее арифметическое значение показателя.

Данные производилось обработку и значение измерений выводились по формуле (среднее арифметическое значение): [9].

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad (3)$$

где, x_i – значение показателей;

n – число членов ряда (сумма);

ε – граница доверительного интервала определяется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{S_n t}{\sqrt{n}} - \frac{P}{2}; \quad (4)$$

где, t – критическое значение критерия Стьюдента. $P = 0,1; \dots; 0,2$

Из курса теории вероятности и элементы статистики известно, что среднее квадратичное отклонение определяется по формуле:

$$S_n = \sqrt{\frac{(\bar{X} - x_1)^2 + (\bar{X} - x_2)^2 + (\bar{X} - x_3)^2 + \dots + (\bar{X} - x_n)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - x_i)^2}{n-1}}; \quad (5)$$

Оценка противоизносных свойств вычисляется по формуле:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - x_i)^2}{n-1}}; \quad (6)$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}; \quad (7)$$

и коэффициент вариации определяется по формуле:

$$\bar{W} = \frac{S_n}{\bar{X}} \cdot 100\%. \quad (8)$$

При $P_{\text{доп.}} = 10\% = 0,1$ определялось числе повторных опытов:

$$n = \left(\frac{\bar{W}}{P_{\text{доп.}}}\right)^2 = \left(\frac{\bar{W}}{0,1}\right)^2 = (10\bar{W})^2 = 100\bar{W}^2, \quad (9)$$

повторные опыты составляет $n = 3, 4, \dots, 5$.

По данным приведены результаты испытаний.

1. Погрешность скорости изнашивания стального 14 мм кубика:

$$\Delta a_m = \sqrt{\Delta q_1^2 + \Delta q_2^2 + \Delta q_3^2 + \Delta t^2}; \quad (10)$$

где, Δq_1 – погрешность массы с точностью 0,0002 г.

Заключение. На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. **Точность измерений машины трения:** Исходя из данных о погрешностях измерений различных параметров, таких как износ, продолжительность износа, нагрузки, крутящий момент, длина плеча рычага, площадь и ширина изношенной поверхности, коэффициент трения и сила тока, можно утверждать, что машина трения фирмы «Бароид» обладает достаточной точностью для эффективного определения смазывающих свойств промывочных жидкостей. Это позволяет использовать данное оборудование для исследования и оценки характеристик промывочных жидкостей в процессе бурения.

2. **Роль смазочных добавок:** Анализ научной литературы и мировой практики показал, что смазочные добавки, вводимые в промывочные жидкости, играют ключевую роль в улучшении их триботехнических, гидрофобизирующих и ингибирующих свойств. Эти добавки способствуют предотвращению солеобразования и других осложнений, связанных с износом и загрязнением оборудования в про-

цессе бурения [8].

3. Процессы образования сальни-ков:

Изучение процессов образования саль-ников, которые зависят от механического сцепления и молекулярного притяжения частиц глины к твердой поверхности, показало, что эти процессы могут существенно повлиять на эффективность бурения. Применение правильных промывочных жидкостей с добавками способствует снижению образования сальников и других загрязнений, что в свою очередь улучшает эффективность буровых работ.

4. Влияние критической скорости потока: Установлено, что эффективность очист-

ки скважин от разбуренных пород напрямую зависит от критической скорости восходящего потока промывочной жидкости. Применение оптимизированных промывочных жидкостей с добавками, обеспечивающими нужную вязкость и скорость потока, позволяет значительно повысить эффективность очистки и снизить затраты на эксплуатацию оборудования. В целом, результаты исследования подтверждают важность применения высококачественных промывочных жидкостей и смазочных добавок для улучшения качества бурения по второму и горизонтальному стволу скважины при капитальном ремонте скважин [8].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крагельский И.В. Трение и износ. – М.: Машиностроение, 1968. – 480 с.
2. Кистер Э.Г. и др. Улучшение смазывающих свойств промывочных растворов // Новости нефтяной и газовой промышленности Сера нефтедобыча. – 1982. - №12, с. 18 - 21.
3. Кистер Э.Г. Эмульсионные глинистые растворы М.: ГосИНТИ, 1968. - 58.с.
4. Ашуров Б.Н., Меликулов У.А., Бегижонов И.И., Умедов Ш.Х. Исследование критической скорости восходящего потока промывочной жидкости при бурении геологоразведочных скважин // ВЕСТНИК НУУз. – Ташкент, 2023. – №1/2.
5. Ашуров Б.Н., Меликулов У.А., Мирсаатова Ш.Х., Умедов Ш.Х. Определения состава смазочной добавки М-СД // Республиканская научно-техническая конференция «Нефть ва газ соҳасидаги замонавий инновацион технологиялар. – Ташкент, 2023. - С. 114-115.
6. Акилов Ж., Газиев С.С., Ёров У.Б. Очистка ствола скважины от выбуренной породы. – Газовая промышленность. – М.: 2001. – с. 67-68.
7. Бродский Ю., Файнштейн А. Буровые растворы на углеводородной основе // Журнал «Бурение и нефть». – М., 2006. - №7, 8. – С. 24 – 26.
8. Булатов А.И., Аветисов А.Г., Справочник инженера по бурению. Т. I, М.: «Недра»-1980, с.414.
9. Жидовцев М.А. изнашивание элементов опоры шарошечных долот при промывке забоя жидкостью со смазочной добавкой/ машины и нефтяные оборудование: научная техническая информация. /ВНИИ ОЭНГ,1969, №6, с.9-12.

UO‘K: [553.411:550.4]:552.4(575.1)

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.28

KARLIN TIPIDAGI APOKARBONAT OLTIN MA‘DANLARINING HOSIL BO‘LISH SHAROITLARI



Ochilov Iles Saidovich

Dotsent v.b. (PhD), Qarshi davlat
texnika universiteti,
Qarshi, O‘zbekiston
E-mail: ilyos_ochilov@mail.ru



**Usmonov Kuvonchbek
Mannonovich**

Dotsent, Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
E-mail: quvonch_uz2@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-7477-6440



**Movlonova Dilrabo
Nomoz qizi**

Magistrant, Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
E-mail: dilrabo317@gmail.com



**Boboqulova Zebo
Bahodir qizi**

Magistrant, Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
E-mail: bahodirovna9@gmail.com

Annotatsiya. Jahon amaliyotida yangi oltin konlarini aniqlash bo‘yicha bashoratlash, izlash va geologik-qidiruv ishlarini amalga oshirish masalalari har doim dolzarb muammo bo‘lgan. Karbonat jinslarda oltin ma‘danlashuvining yuzaga kelish sharoitlariga bo‘lgan katta qiziqish shu bilan tushuntiriladiki, uglerodli terrigen-karbonat formatsiyalardagi oltin ma‘danli konlar jahon oltin zaxiralarining ahamiyatli ulushini tashkil etadi. Karlin-tipidagi oltin konlarining hosil bo‘lishi uchun chuqurlikdagi flyuidlar keladigan kanallar rolini o‘ynagan, ma‘dan hosil bo‘lishiga qadar shakllangan chuqur yer yoriqlari sistemasi hal qiluvchi ahamiyatga ega bo‘lgan.

Kalit so‘zlar: epitermal, oltin, ma‘dan, karlin, karbonat, submikron, mikroelement, pirit, mikron, sulfid, auripigment, realgar, antimonit.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АПОКАРБОНАТНЫХ ЗОЛОТЫХ РУД КАРЛИНОВОГО ТИПА

Очилов Илес Саидович

Доцент и.о. (PhD), Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан

**Усманов Кувончбек
Маннонович**

Доцент, Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан

**Мовлонова Дилрабо
Номоз кизи**

Магистрант, Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан

**Бобокулова Зебо
Баходир кизи**

Магистрант, Каршинский
государственный технический
университет,
Карши, Узбекистан

Аннотация. В мировой практике вопросы прогнозирования, поиска и проведения геологоразведочных работ по выявлению новых месторождений золота всегда были актуальной проблемой. Большой интерес к условиям возникновения золотого оруденения в карбонатных породах объясняется тем, что золоторудные месторождения углеродистых терригенно-карбонатных формаций составляют значительную долю мировых запасов золота. Система глубинных разломов, сформировавшихся до рудообразования, сыграла решающую роль в формировании золоторудных месторождений карлинского типа, где глубинные флюиды играли роль каналов поступления.

Ключевые слова: эпитеpmальный, золото, руда, карлин, карбонат, субмикрон, микроэлемент, пирит, микрон, сульфид, аурипигмент, реальгар, антимонит.

CONDITIONS OF FORMATION OF APOCARBONATE GOLD ORES OF THE KARLIN TYPE

Ochilov Iles Saidovich

Acting Docent (PhD), Karshi State
Technical University,
Karshi, Uzbekistan

Usmonov Kuvonchbek

Mannonovich

Docent (PhD), Karshi State
Technical University,
Karshi, Uzbekistan

Movlonova Dilrabo

Nomoz kizi

Master's student, Karshi State
Technical University,
Karshi, Uzbekistan

Bobokulova Zebo

Bahodir kizi

Master's student, Karshi State
Technical University,
Karshi, Uzbekistan

Abstract. In world practice, the issues of forecasting, prospecting, and geological exploration for the discovery of new gold deposits have always been a pressing problem. The great interest in the conditions for the formation of gold mineralization in carbonate rocks is explained by the fact that gold ore deposits in carbonate terrigenous-carbonate formations constitute a significant share of the world's gold reserves. For the formation of gold deposits of the Karlin type, the system of deep faults, formed before ore formation, played the role of channels for the inflow of fluids from the depths.

Keywords: epithermal, gold, ore, carlin, carbonate, submicron, microelement, pyrite, micron, sulfide, auripigment, realgar, antimonite.

Kirish. Uzoq yillar mobaynida o'zgargan karbonat jinslarda oltin minerallashuvini aniqlash kerakli izohini topmadi va geologlarning katta e'tiborini tortmadi, modomiki obyektlar sanoat ahamiyatiga ega bo'lmagan. O'tgan asrning 60-yillarining boshlanishidan Nevadada yirik oltin ma'dan konlarining ochilishi va ishga tushirishidan keyin vaziyat tubdan o'zgardi.

Adabiyotlar tahlili va metodlar.

O'zbekistonda karbonat jinslardagi oltin ma'danlashuvi, qoidaga muvofiq, alyumosilikatli muhitda mahalliyliklashgan ma'danlashuvni o'rganishga yo'naltirilgan geologik-qidiruv ishlarini olib borish jarayonida yo'l-yo'lakay tadqiqot qilingan. Bunday o'rganishlar umumlashtirilib (Сой В.Д., Королева И.В. и др. Нетрадиционный апокарбонатный тип золотого оруденения Узбекистана. 2011), turli mintaqalar bo'yicha (Sharqiy O'zbekistonning Olmaliq va Angren ma'danli rayonlari; Markaziy Qizilqumda asosiy ma'danli maydon; Nurota va Zirabuloq tog'lari; Janubiy O'zbekistonda alohida maydonlar) ma'lumotlar tizimlashtirilgan. Bunda karbonat jinslar vulqon svitalarining tarkibida (Chotqol-Qurama mintaqasi) yoki terrigen hosilalar orasida uchragan vaziyatlar ko'rib chiqilgan. Markaziy Qizilqum, Janubiy Nurota, Janubiy O'zbekistonda, Zirabuloq-Ziaetdin tog'lari va Janubiy O'zbekistonda Chakilkalyan tog'larida (Ochilov I.S.) oltin ma'danlashuvining tarqalish qonuniyatlari tahlil qilish natijasida oltin va yo'ldosh minerallashuv to'planishi uchun karbonat jinslarning muhim ahamiyati

aniqlangan.

Natijalar. Bu turdagi epitermal konlar turli mamlakatlar geologlari tomonidan oltin ma'danli konlarning zamonaviy tasnifida Nevada yoki Karlin-tip nomi ostida ajratiladi. Ular ham zaxiralari bo'yicha, ham ishlatilayotgan obyektlarning miqdoriga ko'ra dunyodagi yetakchilardan biri hisoblanadi. Karbonat jinslarda oltin ma'danlashuvi dunyoning turli mintaqalarida (Nevada, AQSH; janubiy va markaziy Xitoy; Rossiya, Ural; Markaziy Osiyo ma'danli provinsiyasi, O'zbekistonning alohida mintaqalarini o'z ichiga oladi) aniqlangan.

Karlin-tipidagi oltin konlari submikron Au, shuningdek tarkibida Au ning miqdori yuzlab g/t dan oshadigan mikroelementlar bilan boyigan pirit va markazitda "ko'rinmas" nomi bilan nisbatan ko'proq ma'lum. Tarkibida oltin bo'lgan pirit va markazit alohida donalarda uchraydi, qoidaga muvofiq, diametri bir necha mikrondan kichik yoki nisbatan erta sulfidlarda mayda qo'shimchalar ko'rinishida. Umuman olganda ma'dan tarkibidagi oltinning miqdori – ma'dan bosqichining oltin tarkibli margimushli piritni konsentratsiyasidan funktsiya. Auripigment, realgar va antimonit oltin tarkibli pirit hosil bo'lgandan keyin eritmaning sovishi tufayli cho'kkan va ma'danli kolonnaning yuqori sathi uchun xarakterli.

Karlin-tipidagi oltin konlarining hosil bo'lishi uchun chuqurlikdagi flyuidlar keladigan kanallar rolini o'ynagan, ma'dan hosil bo'lishiga qadar shakllangan chuqur yer yoriqlari sistemasi hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'lgan.

Shelf yon bag'rida hosil bo'lgan, miogeo-sinklinal ma'danli qalinlik yupqa qatlamli, sulfidlangan va uglerodli dolomitli balchiqli ohaktoshlar va mergellarning katta massasiga ega. Yumshoq cho'kmalarning deformatsiyalanishi va ko'chki yon bag'ir brekchialari o'tkazuvchanlikni va yer yoriqlari zonalarida atrofida birlamchi g'ovaklikni ortishiga olib kelgan. Bu ohaktoshli jinslarga flyuidlarning oqimiga va birlamchi diagenetik aralash sulfidli minerallashuvni yuzaga kelishiga imkon yaratgan.

Ma'dan hosil bo'lish vaqtida karbonatlarning erishi hajmning yo'qolishi va jinslarning o'tkazuvchanligini ortishiga olib kelgan, kvarslashish va kalsit va dolomit donalarining qisman erib ketishi jinsda oltinli flyuidlar kirishi mumkin bo'lgan va karlin ma'danlari hosil bo'lishi uchun juda qulay o'tkazuvchan donador djasperoidli strukturani qo'shimcha hosil qilgan. Ustqoplamalar istalgan chiqayotgan flyuidlarga ekran sifatida xizmat qilgan. O'tkazmas mayda donali terrigen qalinlik o'tkazuvchan karbonat qatlamlarga surilib qoplagan. Shunday yo'l bilan hosil bo'lgan tuzilmali tutqichlar chiqib kelayotgan ma'dan hosil qiluvchi flyuidlarni lateral yo'nalishda taqsimlagan.

Karlin-tipidagi oltin konlarining ma'danlari karbonat jinslarda metasomatik aralashgan tanalarni hosil qiladi.

Karlin-tipidagi oltin minerallashuvining umumlashtiruvchi xususiyatlari quyidagilar sanaladi:

- passiv kontinental chegaraning kontinental-shelf formatsiyasi flishoid va turbidit komplekslarining gil-karbonat fatsiyalari bilan bog'liqligi;

- ma'danlashuvning mintaqaviy ustsurilma bilan birgalikdagi chuqur o'tkazuvchan tuzilmalar bilan nazorat qilinishi;

- riftogen tuzilmalarning shakllantirib, siqilish rejimini cho'zilish rejimiga o'zgartirish bilan xarakterlanadigan geodinamik vaziyatlar;

- argillizitlarning ma'dan usti va o'chib boradigan yuqori ma'dan zonalarida realgar-auripigment-kinovar minerallashuvini, djasperoidlarning o'rtacha ma'danlashish darajasida esa mikrodona oltinli pirit-markazit minerallashish bilan oltinli arsenopiritli zonada yanada chuqur darajalarga o'tishni shakllantirib aniq namoyon bo'ladigan mineralogik-metasomatik zonalligi;

- yuqoridagi gorizontlarda gilli minerallarda,

chuqurroqda esa submikroskopik sulfidlarda joylashgan, mayda tarqoq aralashgan "ko'rinmas"ligi (mikronli) xarakterlanadigan ma'danlar;

- ma'danlashishning oltin-simob-surmatalliy-margimushli geokimyoviy spektr;

- ma'dan hosil qiluvchi flyuidlarning past harorati (180-240°S) va oltinli yuqori margimush tarkibli piritning hosil bo'lishi (<200°S).

Ta'kidlash lozimki, karlin turidagi konlarning guruhiga ma'danlashuvni nazorat qilishning turli xil elementlariga ega bo'lgan obyektlar birlashtirilgan (aniq stratifitsiyalangan, tektonik va litologik nazorat qilinadigan hamda tektonik nazorat qilinadigan); ma'dan joylashgan jinslarning dengiz va shelf-kontinental yotqiziqlari (pelit-karbonat va karbonat cho'kindilar-dolomitli pelitlar, gilli dolomitlar, dolomitli ohaktoshlar, ohaktosh-gilli jinslar, alevritli ohaktoshlar, ohaktoshli slanslar) bilan namoyon bo'lgan turli fatsial va litologik tarkibi bilan; kremniy-ohaktoshli yotqiziqlar (kremniy va kremniyli ohaktoshlar); alevrit-ohaktoshli va alevritli yotqiziqlar; uglerodli qumtosh-alevritli jinslar (uglerodli slanslar, qumtoshlar bilan qatlamlangan); tufalevritlar.

1-jadval

Chakilkalyan tog'laridagi karlin tipidagi apokarbonat oltin ma'danlashuvi turlarining asosiy va ikkinchi darajali minerallarini tavsifi

Ma'danlashuv turi	Tipomorf minerallar		Ikkinchi darajali minerallar	
	ma'dan	noma'dan	ma'dan	noma'dan
Akata	tabiiy oltin, gematit	kalsit, gidroslyud alar, apatit	pirit, kinovar, tabiiy latun, antimonit	dolomit, ankerit
Kavsagar	murakkab tarkibli sulfosollar, tabiiy oltin	xalsedonsi mon kvars, kalsit	tabiiy kumush, tetraedrit, akantit, kassiterit	gidroslyud alar
Akba	tabiiy oltin, pirit	kalsit, kvars, ankerit	arsenopirit, xalko-pirit, xira ma'dan, kinovar, galenit, antimonit, molibdenit	seritsit, muskovit, biotit, dolomit, albit, xlorit, ortoklaz
Karasu	pirit	kalsit, kaolinit	arsenopirit, antimonit, pirrotin, xalkopirit, xalkozin, tabiiy kumush, magnetit	kvars, seritsit

Muhokama. Karlin ma'danlarining kelib chiqishi ko'p sonli munozaralarning predmeti hi-

soblanadi. Ularni hosil bo'lishining bir-birini inkor qiladigan bir qancha gipotezalari taklif qilingan. Hozirgi vaqtda Karlin-tipidagi konlar hosil bo'lishining asosiy konsepsiyalarini 3 ta guruhga ajratish mumkin.

1. Plutonogen-gidrotermal. Ma'danlashuv magmatogen, kichik chuqur (1-3 km) tabiatga ega. Oltinning manbayi katta bo'lmagan chuqurlikda yotgan qobiq va qobiq-mantiya tabiatli, bazitli magmalarning differensiatlarini o'z ichiga olgan granitli magma o'chog'i hisoblanadi. Cho'kindi jinslarning roli oltinning manbayi bo'lishi mumkinligi sifatida bo'ysunuvchan.

2. Birlamchi cho'kindi yoki vulqon-cho'kindi genezis. Ma'danlashuv yer yuzasiga yaqin vulqon-gidrotermal genezisga ega va shunga o'xshash, zamonaviy geotermal manbalar rayonlarida hosil bo'ladi. Bu bilan ma'danlarda Hg, Sb, As ning

yuqori miqdori tushuntiriladi, hamda ular uchun xarakterli bo'lgan metasomatitlar – argillizitlar va kremniylashish.

3. Ma'danlashuv teletermal, amagmatik hisoblanadi va stratiform (gidrogen) turga kiradi. Oltin va yo'ldosh elementlarning birlamchi manbayi ma'dan joylashgan cho'kindi va vulqon-cho'kindi qalinliklar hisoblanadi.

Xulosa. Ko'pchilik tomonidan joylashgan jinslarda bilamchi tarqoq ma'danli moddaning yoki turli tabiatli kam konsentratsiyalangan (sanoat ahamiyatiga ega bo'lmagan) minerallashishning qayta taqsimlanish jarayonlariga katta rol ajratilgan. U magmatik issiqlikning ta'siri ostida yoki ularning mintaqaviy metamorfizmida bo'lib o'tishi mumkin va sanoat ahamiyatidagi ma'danlashuvni shakllanishiga olib keladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Ярбобоев Т.Н., Очилов И.С., Султонов Ш.А., Хушваков Б.А. Минералого-геохимические особенности телетермального золотого оруденения в карбонатных породах Чакылкалянского мегаблока (Южный Узбекистан)// Горный вестник Узбекистана. - Навои, 2020. - №3. - С. 27-31. (04.00.00. №3).
2. Очилов И.С. Чакилкалян тоғларининг геологик тузилишини ўзига хос хусусиятлари // Инновацион технологиялар Ўзбекистон.- Қарши 2022. - №3. - 16-21 б. (04.00.00. №11).
3. Ярбобоев Т.Н., Очилов И.С. Чакилкалян тоғларининг метасоматик жинслари ва уларнинг маъданлашув билан ўзаро муносабатлари // ЎЗМУ хабарлари Ўзбекистон.- Тошкент 2022. - №3. - 358-360 б. (04.00.00. №7).
4. Очилов И.С. Чакилкалон мегаблокини геологик тузилиши ва карбонат жинсларидаги гидротермал оltин маъданлашуви (Жанубий Ўзбекистон) // “Ўзбекистондаги илмий амалий тадқиқотлар” мавзусида республика 18 кўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция материаллари 24 қисм Тошкент 2020- 17-20 б.
5. Очилов И.С. Аката конидаги карбонат жинсларидаги телетермал оltин маъданлашувининг минералогик хусусиятлари (Жанубий Ўзбекистон) // Science and education in the modern world: Challenges of the XXI century Nur-Sultan, Kazakhstan 2020 - 4-9 б.
6. Очилов И.С., Эшмуродов О.Р. Аката майдонининг Карлин типидagi апокарбонатли оltин минераллашуви // “Рақамли технологиялар, инновацион ғоялар ва уларни ишлаб чиқариш соҳасида қўллаш истиқболлари” мавзусида халқаро илмий-амалий конференция. Ўзбекистон Андижон - 50-53 б.
7. Yarboboyev T.N., Ochilov I.S. Chakilkalyan tog'laridagi Kavsgar maydonida apkarbonat oltin ma'dan minerallashuvining joylashish sharoitlari // “INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEARNING AND TEACHING 2023/2” Tashkent - 2022. P. 68-71.
8. Ochilov I.S., Usmonov K.M. Chakilkalyan tog'laridagi Akata maydonida apokarbonat oltin ma'danlashuvining joylashish sharoitlari. SANOATDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR. (E) ISSN: 3030-3214 Volume 2, № 1 March 2024.

UO‘K: 553.9

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.29

NEFT VA GAZ KONLARINI IZLASHDA PALEOTEKTONIK TAHLILNING AHAMIYATI



Axmedov Xolxo'ja Raxmatullayevich

(PhD), Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail: axmedov-x-68@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada neftgaz geologiyasiga oid bo'lgan vazifalarni yechish uchun paleotektonik tadqiqotlarni ahamiyati, paleotektonik tahlilning mohiyati va metodlari yoritilgan. Neftgaz geologiyasi vazifalarini yechishda va asosan neft va gaz konlarini izlash uchun paleotektonik tadqiqotlarning ahamiyati asoslangan tadqiqotchilar nomlari qayd etilgan. Bulardan V.V.Belousov, M.Y.Rudkevich, V.B.Neyman, A.X.Nugmanov va boshqalarning ishlariga alohida e'tibor qaratilgan. Paleotektonik tahlilning mohiyati va metodlari, tektonik strukturalarning rivojlanish xususiyatlari va ularning hosil bo'lish sharoitlarini o'rganishda paleotektonik tahlilning vazifalari bayon qilingan. Tektonik tuzilmalarning morfologik xususiyatlari, ularning nisbiy yoshi, tektonik va litologik-stratigrafik sharoitda uglevodorodlarni to'planishi uchun qulay sharoit yaratib beradigan tektonik harakatlar va deformatsiya xususiyatlarini aniqlash paleotektonik metodning asosiy vazifasi ekanligi bayon qilib o'tilgan.

Kalit so'zlar: akkumulyatsiya, geokimyoviy, neftgazgeologik, migratsiya, paleotektonik tadqiqot, pog'ona, paleogeografik, tuzilmaliy-geologik, cho'kindi-vulqonogen.

ЗНАЧЕНИЕ ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ПОИСКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Ахмедов Холходжа Рахматуллаевич

(PhD), Каршинский государственный технический университет, Карши, Узбекистан

Аннотация. В данной статье освещается значение палеотектонических исследований для решения задач, связанных с нефтегазовой геологией, сущность и методы палеотектонического анализа. Приведены имена исследователей, обосновавших важность палеотектонических исследований для решения задач нефтегазовой геологии и, главным образом, для поиска месторождений нефти и газа. Из них особое внимание уделено работам В.В.Белюсова, М.Ю.Рудкевича, В.Б.Неймана, А.Х.Нугманова и других. Описаны сущность и методы палеотектонического анализа, особенности развития тектонических структур и задачи палеотектонического анализа при изучении условий их образования.

Основной задачей палеотектонического метода является определение морфологических особенностей тектонических структур, их относительного возраста, особенностей тектонических движений и деформаций, создающих благоприятные условия для накопления углеводородов в тектонических и литолого-стратиграфических условиях.

Ключевые слова: аккумуляционные, геохимические, нефтегазогеологические, миграционные, палеотектонические исследования, ступенчатые, палеогеографические, структурно-геологические, осадочно-вулканогенные.

THE IMPORTANCE OF PALEOTECTONIC ANALYSIS IN THE SEARCH FOR OIL AND GAS DEPOSITS

Akhmedov Kholkhodja Rakhmatullayevich

Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Abstract. This article highlights the importance of paleotectonic research for solving problems related to oil and gas geology, the essence and methods of paleotectonic analysis. The names of researchers who substantiated the importance of paleotectonic studies in solving the problems of oil and gas geology and, mainly, for the search for oil and gas deposits are noted. Of these, special attention is paid to the works of V.V. Belousov, M.Y. Rudkevich, V.B. Neiman, A.Kh. Nugmanov, and others. The essence and methods of paleotectonic analysis, the features of the development of tectonic structures and the tasks of paleotectonic analysis in the study of the conditions of their formation are described.

It is stated that the main task of the paleotectonic method is to determine the morphological features of tectonic structures, their relative age, tectonic movements and deformation features that create favorable conditions for the accumulation of hydrocarbons in tectonic and lithological-stratigraphic conditions.

Keywords: accumulation, geochemical, oil and gas geological, migration, paleotectonic research, stratigraphic, paleogeographic, structural-geological, sedimentary-volcanogenic.

Kirish. Neft-gaz geologiyasi vazifalarini yechishda va asosan neft va gaz konlarini izlash uchun paleotektonik tadqiqotlarning ahamiyati haqida ko'pgina tadqiqotchilar o'z fikrlarini bildirishgan. Odatda paleotektonik tadqiqotlarni bayon qilishda neft va gaz uyumlarini tarqalish xususiyatlarini aniqlangan, bir qator tuzilmaliy-tektonik ko'rsatgichlarni ko'rib chiqish bilan amalga oshirilgan (Akramxodjayev A.M. va b. 1971; Xodjayev A.R., Akramxodjayev A.M. va b. 1973; Bakirov A.A. va b., 2012). Bu tadqiqotchilar o'z ishlariga u yoki bu darajada mufassal ko'rib chiqishgan [1, 2]. V.V.Belousov (1948), M.Y. Rudkevich (1974) [3], K.A. Mashkovich (1976) [4], V.B. Neyman (1984) [5], va boshqalarning ishida paleotektonik tahlil metodlari nazariy jihatdan mufassal tahlil qilinib bayon qilingan.

Adabiyot tahlili va usullari.

M.Y.Rudkevich ishlarida neft-gazgeologik tadqiqotlarda paleotektonik tahlilni qo'llash xususiyatini neftgazlilikning tuzilmali-geologik mezonlarini mufassal tahlilni keltirgan [3]. M.Y.Rudkevich eng avval neftgazli provinsiyadagi neftgazli oblast, rayon va zonalarining muhitda tarqalish tavsifidan kelib chiqib neftgaz to'planishida tuzilmali-geologik mezonlarni yetakchi ahamiyatini belgilab berdi. Buxoro-Xiva neftgazli regionida platforma hududlari kabi yirik geostruktura elementlariga mansubligi bilan bog'liq uch toifadagi neftgaz to'planish zonasi ajratilgan [3]:

1) birinchi tartibdagi plitaichi ko'tarilmasi oblast va rayonlar; 2) kamarlar, pog'onalar, chiziqli tuzilmalar zanjiri, shuningdek qiyqlashish polosasining turlicha cho'zilganligi, jinslarning litologik aralashishi, stratigrafik va tektonik tipdagi nomuvofiqliklar bilan murakkablashgan botiqliklar va megaegekliklardagi oblast va rayonlar; 3) ikkinchi tartibli ko'tarilmaga mansub bo'lgan botiqliklardagi gumbaz ko'tarilmalar uchinchi toifaga mansub [3]. Buxoro va Chorju pog'analari ikkinchi tipga mansub bo'lib, botiqlik va ko'tarilmalarning turli tuzilmali elementlari bilan murakkablashgan. Barcha neftchi geologiklar etibor beradigan yana bir muhim xususiyat tuzilmaliy va notuzilmaliy tutqichlar shakllangan yirik depressiya hududida neft va gaz konlarining tarqalish ustunligi hasoblanadi. Bunday tuzilmalar rivojlangan Buxoro-Xiva regionida bunday rayonda misol bo'ladi. Shuni bayon qilish kerakki tabiiy tutqichlarni hosil bo'lishida paleogeografik, geokimyoviy sharoitlar muhim o'rin tutadi, shuningdek M.I.Bursev o'zining ishlarida belgilab o'tganidek tutqichlarning hosil bo'lish vaqti ham muhim ahamiyat kasb etadi [9], Buxoro-Xiva regionida bo'yicha A.X.Nugmanov o'zining ilmiy ishlarida bu haqda bayon qilgan [10, 11, 12].

M.Y.Rudkevich [3] neftgazlilikning paleotektonik mezonlari haqida yoritilgan [3] bo'limida neft va gaz tutqichlari va uyumlarini hosil bo'lishiga ta'sir ko'rsatadigan mezonlarni tahlilini o'tkazgan. Bunda tutqichlarni hosil bo'lish vaqti va ugle-

vodorod to'planish oqimlari munosabatlari muhimligini bayon qilgan.

E.A.Bakirov hamkasblari bilan birga O'rta Osiyo bo'yicha materiallar tahlili asosida amalga oshirgan ishlarida [13] Turon plitasi mezozoy va kaynozoy kompleksida uglevodorodlarning migratsiyasi va akkumulyatsiyasi 25-50 mln. yil davom etgan degan xulosaga kelishgan. M.Y.Rudkevich bu vaqt tuzilmali murakkabliklar, litofatsil almashinuv va uzilmali buzilishlar zonalarini ko'rinishda keng neftgazli stratigrafik komplekslarining shakillanishi uchun yetarli ekanligini bayon qilgan. Bundan tashqari paleotektonik mezonlar neftgazli sistemalarning fazaliy tengligini aniqlaydi. Neft uyumlari to'plami ustunlik qiladigan zona konsolidatsion rivojlanish bilan nazorat qilinadigan o'tkazuvchan kompleks yotqiziqlarigacha mavjud bo'lgan yirik ko'tarilmalar bilan bog'liq [3]. Shunday qilib, qisqacha tahlil shuni ko'rsatadiki neftgaz to'plamlarini nazorat qiluvchi tektonik tuzilmalarning hosil bo'lish xususiyatini o'rganishda paleotektonik metodlar muhim o'rin tutadi.

Paleotektonik tahlil mohiyati va metodlari.

Paleotektonik tahlil tektonik tuzilmalarni hosil bo'lish va rivojlanish tarixini o'rganish, alohida hududlarni geologik tarixida paleogeologik va paleogeografik sharoitlarni rekonstruksiya qilish metodlari yig'indisini o'zida namayonlaydi. Paleostrukturaliy va paleomorfologik tadqiqotlar uglevodorod tutqichlari bo'lishi mumkin bo'lgan turli tektonik tuzilmali elementlarning hosil bo'lish vaqtini o'rnatish imkonini beradi. Paleotektonik tahlil vazifalariga tektonik tuzilmalarni rivojlanish xususiyatini, ularni hosil bo'lish sharoitini o'rganish kiradi. Bularga shu bilan bir qatorda tog' jinslarini hosil bo'lish, cho'kindi yotqiziqlarining turli qatlamlari, va ularning tektonik kuchlar ta'sirida o'zgarishni paleografik sharoitlarini o'rganish bo'yicha vazifalar ham kiradi. Paleotektonik tahlilda fatsiya, formatsiya, yotqiziqlar qalinligi haqidagi ma'lumotlardan foydalaniladi. Fatsial tahlil, formatsion tahlil, yotqiziqlar qalinligi tahlillari paleotektonik tahlil metodlari sifatida foydalaniladi. Cho'kindi-vulqonogen yotqiziqlarining fatsial tahlil va qalinlik tahlili paleotektonik tahlilning asosiy metodi hisoblanadi. Buning rivojlanishi va keng qo'llanilishi V.V.Belousov (1938- 1948 yy.) nomi bilan bog'liq.

Paleotektonik tadqiqotning boshqa bir keng tarqalgan tadqiqotlaridan biri "qalinlik tahlili" hisoblanadi. Qalinlik tahlili – tektonik harakatlar, turli tartibdagi yer qa'ining alohida tektonik tuzilmalarini hosil bo'lishi va rivojlanish tarixini o'rganish metodi bo'lib, geologik vaqtning turli oraliqlarida cho'kindi qatlamlarining to'planish kattaliklari (qavati, qalinligi) haqidagi ma'lumotlarni o'rganishga asoslangan. Bu metod 20-asrning 30-yillarida Rossiya, Germaniya, AQSH, Fransiya, Angliya davlatlarida keng qo'llanila boshladi. V.V.Belousov (1930-1948 yy) bu metodni to'liq asoslagan, V.YE. Xain (1954), A.L.Yanshin, R.G.Garetskilar (1965) tomonidan qo'shimchalar bilan to'ldirilgan. Qalinlik tahlili manfiy tebranma vertikal amplitudalarni miqdoriy baholash imkonini beradi, va sayoz suvli qirqimga to'plangan cho'kindilar qalinligi uning quruqlikdagi botiqliklari o'lchoviga (kompensirlangan botish) muvofiq keladi deb hisoblanadi. Platforma havzalarining katta qismi cho'kindi to'planishning 0-kompensatsion tipiga mansub. Geosinklinal oblastlarda kompensatsiyalangan botiqlik nokompensatsiyalangan bilan birga kelishi mumkin. Shuning uchun bunday oblastlarda bu metoddan foydalanishda murakkablik kelib chiqishi mumkin, bu bilan bog'liq metodni ehtiyotkorlik bilan qo'llash tavsiya qilinadi [5]. Okean havzalarida ham nokompensatsiyalangan botiqlik tavsifli. Bunday hollarda qalinlikning ikkilamchi o'zgarishini hisobga olish zarur (zichlashish, yuvilish, plastik qayta taqsimlanishi va b. hisobiga) [5]. Yirik tuzilmalar va mayda burmalarni rivojlanishini o'rganish uchun qalinlik metodi tahlilini, fatsial tahlil metodi bilan birga qo'llash samarali bo'ladi.

Paleotektonik tahlilning qalinlik metdi.

Cho'kindi havzalarning neftgazga istiqbolligini ishonchli baholash uchun na faqat u yoki bu genetik tipga mansubligini aniqlaydigan zamonaviy strukturalari, shu bilan bir qatordir neftgaz hosil bo'lishi va neftgaz to'planishining regional manbalari, har bir rivojlanish bosqichida mavjud va ularning vaqt va makon bilan munosabatlari uchun tavsifli bo'lgan havzalarning paleotiplarini aniqlash zarur.

Cho'kindi havzalarning tektonik rivojlanish tarixini rekonstruksiyalash cho'kindi qoplama kesimida mansub alohida, litologo-stratigrafik

kompleksning qalinligini tahlil qilish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Qalinlik metodi egilish jarayonini cho'kindi to'planish jarayoni bilan kompensatsiyalash haqidagi tasavurlarga asoslangan. Bunday hollarda cho'kindi havzasining u yoki bu qismini egilish miqyosi va jadalligiga muvofiq to'plangan yotqiziqlarni qalinligi qalinligi olinadi. Egilish kompensatsiyasi asosan platforma sharoitida, nokompensatsiyalanishi esa chuqur suvli okean sharoitida kuzatiladi.

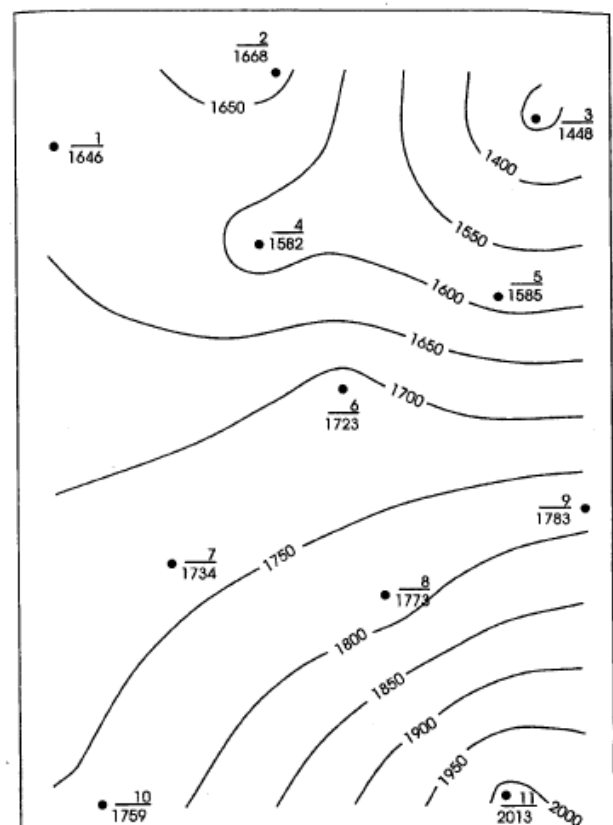
Ma'lum bir yoshdagi yotqiziqlarni qalinligini tarqalish muhiti sharoitini o'rganish uchun qalinlik xaritasi (izopaxit) tuziladi. Izopaxit xaritasi chuqur burg'ulash va seysmorazvedka materiallari bo'yicha tuziladi, sxemada quduqlarni joylashishi kritiladi yoki seymik kesim chizig'ida har bir quduqda o'rganiladigan lokal strukturaviy kompleks haqiqiy qalinlik qiymatlari va seysmoprofilning aniqlangan nuqtalari kritiladi, keyin interpolatsiya yo'li bilan teng qalinlik chiziqlari – izopaxitlar o'tkaziladi. Qalinlik xaritasini tahlili o'rganiladigan havza hududida turli uchastkalarining egilish amplitudasini miqdoriy baholash imkoniyatini beradi. Tog' jinslari kompleksining maksimal qalinligi paleobotiqlik va paleoegilishga mansub, minimal qalinlik esa havzaning rivojlanishini ma'lum bir etapi davomida shakillanganligi bildiradi. (1-rasm)

V.B. Neyman cho'kindi yotqiziqlarining qalinligini tahlil qilishda [5] platforma sharoitida asosan ikkita tipdagi bir xil jinslardan iborat pachka (monoton pachka) va qatlamlanish pachkasi hosil bo'lishini hisobga olish zarurligini bayon qilgan. Bu pachkalar quduqlarda o'tkazilgan geofizik tadqiqotlarda yaxshi qayd qilinadi. Monoton pachkasi – KS (o'z-o'zidan qutublanish) va PS (xususiy qutublanish) kichik qiymatlari bo'yicha yaxshi qayd qilinadi. Litologik tahlil asosida ohaktoshli, mergeli, glinali va qumtoshli yotqiziqlarning turli mutonosibliginida qatlamlanishi bilan tavsiflanadigan birinchi – bu gлина yotqiziqlar, ikkinchi – qalinligini o'rnatish osonlashadi [5].

Monoton pachkasi qatlamlanish pachkasiga nisbatan katta chuqurlikda hosil bo'ladi, shuning uchun ham bularda tektonik ritmlar yaqqol yoritiladi. Bularni hisob olinmasa paleotektonik tahlil tugalanmay qoladi, lekin ba'zi hollarda regional

qurilmalarga yechiladigan vazifalardan kelib chiqib ularni hisobga olmasa ham bo'ladi.

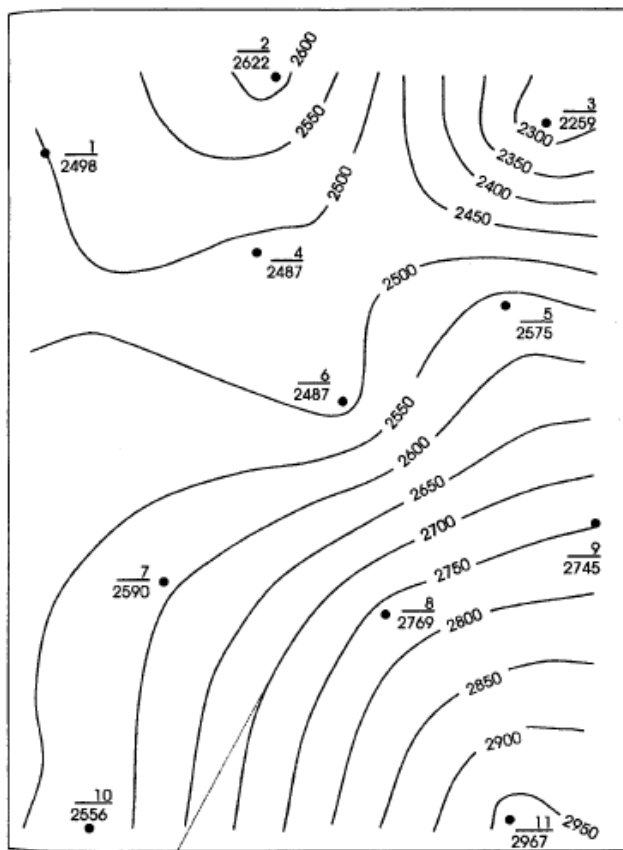
Paleotektonik tahlilda qalinliklarning zichlashishi muhim va bahs-munozaraliy muamolardan biri isoblanab V.B.Neyman ham bunga etibor bergan [5]. Sedimentatsiya boshlanishida gлина va torf qatlamining zichlashishini misol keltirilgan bo'lib, - bunda ko'p martalik, gлина 5-6 marta va undan ko'p, torf 20-80 marta hajmi kamaygan. Bu qum va ohaktoshlarda ham sodir bo'lgan. Lekin bu jarayonlarning namayonlanishi yuqori boshlang'ich bosqichda ular "so'nadi" va boshlang'ich zichlashish etapida qalinlikni qisqarishi sodir bo'lmaydi. Turli mualiflar tadqiqotlari natijalarini tahlildan kelib chiqib V.B.Neyman quyidagi muhim xulosaga keladi, umumiy zichlashish qatlam qalinligini 5-6% tashkil qilishi mumkin, bu paleotektonik tahlil qilishda aniqlik darajasiga ta'sir qilmaydi, shuning uchun buni hisobga olmasa ham bo'ladi [5].



1-rasm. Yura kompleksining qalinlik xaritasi.

Paleotektonik tahlilda ma'lum hajmiy metod A.B.Ronov (Belousov V.V, 1976) tomonidan taklif qilingan. Bu qalinlik tahlilini rivojlanishi hisob-

lanadi va fatsiya hamda qalinlik xaritasi bo'yicha turli tipdagi cho'kindi va vulqonli jinslar hajmini o'lchashga asoslangan. Bu shuningdek, botiqliklar va bilvosita ko'tarilmalarni miqdoriy baholash va ularni vaqt bo'yicha rivojlanishini tavsiflash imkonini beradi.



O'rganiladigan havzaning tektonik rivojlanish tarixini o'rganish uchun bir qancha, litologo-stratigrafik kompleks bo'yicha qalinlik xaritasi tuziladi. Qalinlikning o'zgarishi yotqiziqslarning yuvilishi, notekis zichlashishi va boshqa omillar bilan bog'liq. Bunday omillarni ta'sirini bartaraf qilish uchun tahlil qilinadigan komplekslar ularning qirqim qismlari bilan bog'lab stratigrafik oraliqlarni kattalashtirish kerak.

O'rganiladigan havzaning geologik rivojlanish xususiyatini aniqlashtirish uchun ko'p hollarda jami qalinlik xaritasi yoki paleostrukturaliy xarita tuziladi. Qalinlikning jami qalinlik qiymatini interpolatsiyalash natijasida izopaxitlar o'tkaziladi, bu izopaxitlar, o'rganiladigan litologo-stratigrafik kompleksning quyi chegarasini botishi haqida va geologik tarixning ko'riladigan har bir etapining oxirida shu chegaralar reifining evolutsiyasi haqida guvohlik beradi (2-rasm).

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Бакиров А.А. Геологические основы прогнозирования недр. М.: Недра, 1973.-344 с.
2. Структурно-тектонические предпосылки перспектив нефтегазоносности Узбекистана. Коллектив. -Ташкент: Фан, 1977.
3. Рудкевич М.Я. Палеотектонические критерии нефтегазоносности. Москва: Недра, 1974 – 184 с.
4. Машкович К.А. Методы палеотектонических исследований в практике поисков нефти и газа -М.: Недра, 1976. -221 с.
5. Нейман В.Б. Теория и методика палеотектонического анализа. Москва: Недра 1984 – 80 с.
6. Воронин Н.И. Палеотектонические критерии прогноза и поиска залежей нефти и газа. М., 1999. – 288 с.
7. Мухин В.М., Колотухин А.Т. Методика палеотектонического анализа при нефтегазопроисковых работах. Саратов: изд. Центр «Наука» 2011 – 67 с.
8. ХалисматовИ.Х. «Палеотектонический анализ». Методическое пособие. Ташкент 2010 г.
9. Бурцев М.И. Поиски и разведка месторождений нефти и газа. Москва: Изд-во РУДН, 2006. - 263 с.
10. Нугманов А.Х. О зависимости нефтегазовой продуктивности ловушек от времени их формирования // Узбекский геол. журн. – Ташкент, 1981.-№3. - С. 19-26.
11. Нугманов А.Х. Условия формирования и закономерности размещения ловушек нефти и газа в юрских отложениях Юго-Западного Узбекистана. – Ташкент: Фан, 1986. – 205 с.
12. Нугманов А.Х. Условия накопления и особенности строения юрской карбонатной толщи Амударьинской синеклизы // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – Москва, 2010.- №2.- С. 15-18.
13. Бакиров Э.А., Ермолкин В.И., Фомкин К.В. Продолжительность миграции и аккумуляции углеводородов / Геология и нефтегазоносность районов Средней Азии. Труды Московского института нефтехимии и газовой промышленности. Вып.78. М.: Недра, 1969. С.128-138.

KIMYOVIY TEXNOLOGIYA VA QURILISH
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВО
CHEMICAL TECHNOLOGY AND CONSTRUCTION

UO'K: 541.1:544.723.2:577.114:661.682 doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.31

SUYULTIRILGAN ERITMALARDA NATRIY
KARBOKSIMETILTSELLYULOZANING POVIDON-YOD BILAN O'ZARO
TA'SIRINING TERMODINAMIKASI



**Zokirova Nodira
Tursunovna**

Kimyo fanlari nomzodi, dotsent,
Tashkent farmatsevtika instituti,
Toshkent, O'zbekiston
E-mail:
zokirovanodira30@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-8405-3147



**Muhamedova Busora
Ibragimovna**

Farmatsiya fanlari nomzodi,
dotsent, Tashkent farmatsevtika
instituti, Toshkent, O'zbekiston
E-mail:
muhamedovabusora@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-5337-2279



**Todjiyev Jamoliddin
Nasiriddinovich**

Kimyo fanlari bo'yicha falsafa
doktori, dotsent, Mirzo Ulug'bek
nomidagi O'zbekiston Milliy
universiteti, Toshkent, O'zbekiston
E-mail: todjiyev88@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-5932-3849

Annotatsiya. Ushbu maqolada natriy karboksimetilsellyuloza (Na-KMTS) va povidon-yodning suyultirilgan eritmalarida o'zaro ta'sirining termodinamik xossalari o'rganilgan. Optik zichlik, elektr o'tkazuvchanlik, pH qiymati, potentsiometrik titrlash va IQ-spektroskopik metodlar yordamida interpolimer komplekslarning hosil bo'lish jarayonlari tahlil qilingan. Tajribalar shuni ko'rsatdiki, Na-KMTS va povidon-yod o'rtasida 1,5:1,0 nisbatda eng kuchli o'zaro ta'sirlar yuzaga keladi. Kompleks hosil bo'lishi Gibbs energiyasi, ionlanish va konformatsion o'zgarishlar orqali tasdiqlandi. Shuningdek, sirt tarangligi, adsorbsion izotermalar va Mitsella hosil bo'lish nuqtasi orqali polimer kompleksning sirt faolligi baholandi. IQ-spektrlarda kuzatilgan funksional guruhlar o'zgarishi orqali kimyoviy bog'lanishlar shakllangani isbotlandi. Tadqiqot natijalari dori vositalari va farmatsevtik materiallar ishlab chiqarishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: polivinilpirolidonning yodli kompleksi, natriy karboksimetilsellyuloza (NaKMTS), sirt-aktiv modda (SAM), sirt taranglik, PVJ-N-metilen.

КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗА ПОВИДОН-ЙОД В РАЗБАВЛЕННЫХ
РАСТВОРАХ ТЕРМОДИНАМИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С НАТРИЯ

**Закирова Нодира
Турсуновна**

Кандидат химических наук,
доцент, Ташкентский
фармацевтический институт,
Ташкент, Узбекистан

**Мухамедова Бусора
Ибрагимовна**

Кандидат фармацевтических
наук, доцент, Ташкентский
фармацевтический институт,
Ташкент, Узбекистан

**Тоджиев
Джамолиддин
Насириддинович**

Доктор философии по химии,
доцент, Национальный
университет Узбекистана имени
Мирзо Улугбека,
Ташкент, Узбекистан

КМЦ/повидон-йод. Вычислены изменения энергии Гиббса, ионизации и конформации, подтверждающие образование комплексов. Поверхностная активность систем оценена через поверхностное натяжение и изотермы адсорбции. С помощью ИК-спектроскопии выявлены изменения в функциональных группах, указывающие на образование химических связей. Результаты имеют практическое значение для фармацевтических технологий и создания новых лекарственных форм.

Ключевые слова: йодный комплекс поливинилпирролидона, натрийкарбоксиметилцеллюлоза (NaКМЦ), ПАВ (ПАВ), поверхностное натяжение, ПВЖ-N-метилен.

SODIUM CARBOXYMETHYL CELLULOSE POVIDONE-IODE IN DILUTED SOLUTIONS THERMODYNAMICS OF VOLATILE WITH

**Zokirova Nodira
Tursunovna**

Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor, Tashkent
Pharmaceutical Institute,
Tashkent, Uzbekistan

**Muhamedova Busora
Ibragimovna**

Candidate of Pharmaceutical
Sciences, Associate Professor,
Tashkent Pharmaceutical Institute,
Tashkent, Uzbekistan

**Todjiyev Jamoliddin
Nasiriddinovich**

Doctor of Philosophy in Chemistry,
Associate Professor, Mirzo Ulugbek
National University of Uzbekistan,
Tashkent, Uzbekistan

Abstract. This article investigates the thermodynamic properties of the interaction between sodium carboxymethyl cellulose (Na-CMC) and povidone-iodine in diluted aqueous solutions. The formation of interpolyelectrolyte complexes was analyzed using UV-VIS spectrophotometry, conductivity, pH measurements, and potentiometric titration methods. The strongest interaction was observed at a Na-CMC/povidone-iodine ratio of 1.5:1. Thermodynamic parameters such as Gibbs free energy, ionization, and conformational transitions were calculated. Surface activity was assessed via surface tension and adsorption isotherms. FTIR spectroscopy confirmed the formation of new chemical bonds through changes in functional group vibrations. The findings have practical implications in pharmaceutical sciences, particularly for designing drug delivery systems and polymeric formulations.

Keywords: iodine complex of polyvinylpyrrolidone, sodium carboxymethylcellulose (Na-CMC), surface-active substance (SAM), surface tension, PVJ-N-methylene.

Kirish. Povidon-yod kasalliklarni teri va shilliq pardalardagi zamburug'lar, viruslarni davolash uchun antiseptik profilaktika qilish maqsadida ham qo'llaniladi. Har xil kuyish, jarohatlar va yaralarda qo'llanilganda yod qonga o'tadi va qon zardobidagi albumin bilan bog'lanadi, shundan so'ng u buyraklar orqali chiqariladi. Povidon-yod yodni spirtli eritmasiga nisbatan uzoqroq ta'sirga ega bo'lganligi sababli, yangi maxsulotda yod atomlari polivinilpirrolidonga sorbsiyalanib, povidon yod kompleksini hosil qiladi. Povidon-yod kimyoviy tarkibiga ko'ra, u yodning polivinilpirrolidonni bilan murakkab birikmasi hisoblanadi. Polivinilpirrolidon farmatsevtika sohasida eng ko'p ishlatiladigan yordamchi moddalardan biri hisoblanadi.

Natriy karboksimetilsellyuloza (NaKMTS) suvda yaxshi eruvchanligi, interpolimer kompleks (IPK) reaksiyalariga kirishish qobiliyati, polielek-

trolit xususiyati, fazoviy tarmoqlarning hosil bo'lishi, ion va ion-koordinatsion aloqalar orqali kompleks hosil qilish qobiliyati tufayli alohida o'rin tutadi.

Ikkita polielektrolitlarning o'zaro ta'sirlashishi natijasida hosil bo'ladigan interpolimer kompleks o'zining bir qator muhim va bebaho xossalari tufayli tibbiyot, farmatsevtika, texnika, materiallar texnologiyasi, va xalq xo'jaligining boshqa soxalarida muhim o'rin tutadi.

Materiallar va usular. Ohirgi yillarda natriy-karboksimetilsellyuloza asosida olingan interpolimer komplekslar farmatsevtika yo'nalishida tasiri uzaytirilgan dori vositalari olishda, kapsula, tabletkalar uchun plenka hosil qiluvchi vositalar sifatida, yumshoq dori vositalari uchun asos sifatida, quyuqlashtiruvchi, stabillovchi modda sifatida va boshqa sohalarda keng qo'llanilmoqda.

Tahlil va natijalar. Har xil nisbatda Na-

KMTS va povidon-yod aralashmalari komponentlarining suvli eritmaları optik zichligi (D) (UV-VIS spektrofotometri Metash asbobida) o'Ichandi. Eritmaning optik zichligini PVJ/NaKMTS nisbatiga bog'liqlik grafigida, funksional guruhlar o'rtasi-dagi eng katta o'zaro ta'siri 1,5:1,0 nisbatida egri chiziqli yuqori nuqtada sodir bo'ldi [1].

Optik zichlikni yuqori bo'lishi, aynan kritik konsentratsiyada NaKMTS va povidon-yodning konsentratsiyalariga bog'liqligini ko'rsatdi.

Ma'lumki, interpolimer kompleksi hosil bo'lishi jarayonida reaksiyaga kirishuvchi makromolekular konformatsiyasi o'zgaradi va aralashmaning tarkibiga qarab optik zichlik egri chiziqlari maksimumdan, yopishqoqlik, elektr o'tkazuvchanlik va potentsiometrik titrlash egri chiziqlari minimumdan o'tadi [2-3].

Elektr o'tkazuvchanlikning (χ) (Mettler Toledo asbobida) o'Ichandi va eritmaning muhiti pH qiymatining PVJ/NaKMTS nisbatida keskin pasayishi kuzatildi, bu 1,5:1,0 nisbatda kuchli molekulararo o'zaro ta'sirlardan dalolat berdi (2-3 rasmlar).

Interpolimer kompleksni pH ning barqarorligiga ta'sirini o'rganildi. Buning uchun 0,01 N HCl va 0,01 N KOH eritmasi bilan (Tionometr universal EF-74 pH metr asbobi) potentsiometrik titrlandi [4]. Boshlang'ich komponentlar va polikompleksning potentsiometrik titrlash egri chiziqlari asosida rK qiymatlari ionlanish darajasiga qarab hisoblab chiqildi.

Zimma va Raysa usulidan foydalanib, ionlanish energiyasining qiymatlari ΔG^0_{ion} , Gibbs energiyasining elektrostatik komponenti ΔG^0_{el} , konformatsion o'tish energiyasi ΔG^0_{konf} va kompleks hosil bo'lish davridagi umumiy Gibbs energiyasi ΔG^0_{umum} hisoblab chiqildi.

1-2-jadvallardan ko'rinib turibdiki, ionlanish energiyalari ΔG^0_{ion} , Gibbs energiyasining elektrostatik komponenti ΔG^0_{el} va IPK uchun konformatsion o'tish ΔG^0_{konf} katta manfiy qiymatlarni oladi, bu ham makromolekular o'zaro ta'sirlarning va polikompleks borligini ko'rsatadi.

Har xil nisbatda PVJ/NaKMTS aralashmalari komponentlarining suvli eritmalarini sirt tarangligining stologmometr asbobi yordamida ularni adsorbsiyalanish qobiliyati va sirt faolligi aniqlandi. 1-3 rasmlardan shuni ko'rish mumkinki,

PVJ/NaKMTS eritmasining konsentratsiyasi ortib borgan sari sirt tarangligini kamayib borishi kuzatildi [5]. Bu esa PVJ suvning sirt tarangligini yanada kamaytirishiga olib keldi. Bunga sabab, NaKMTS qo'shilganda uning sirt faolligini yanada oshirganligini ko'rish mumkin.

1-jadval

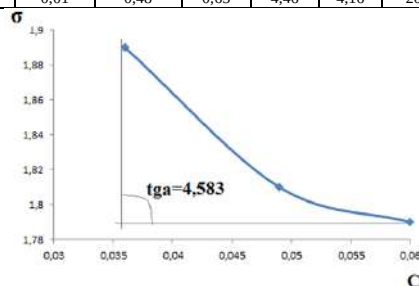
Na-KMTS, povidon-yod va polikompleks eritmaları uchun konformatsion o'tish, ionlanish, elektrostatik o'zaro ta'sir va maydon Gibbs energiyasining dissotsiatsiya konstantalari va Gibbs energiyasining qiymatlari (0,01 n HCl bilan titrlash asosida)

Na'muna	ΔrK_{konf}	$-\Delta G^0_{konf}$ kJ/mol	ΔpK_{el} kJ/mol	ΔG^0_{an} kJ/mol	pK ₀	ΔG^0_{umum} kJ/mol	ΔG^0_{umum} kJ/mol
Na-KMTS	0,04	0,20	0,12	1,11	4,10	35,36	32,05
Povidon-yod	0,02	0,11	0,13	0,59	2,15	29,94	25,05
Polikompleks	0,01	0,12	0,12	0,52	2,16	24,86	22,46

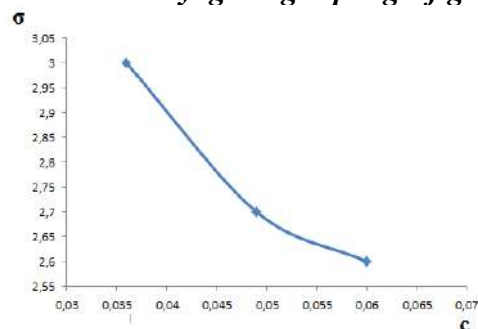
2-jadval

Na-KMTS, povidon-yod va polikompleks eritmaları uchun konformatsion o'tish, ionlanish, elektrostatik o'zaro ta'sir va maydon Gibbs energiyasining dissotsiatsiya konstantalari va Gibbs energiyasining qiymatlari (0,01 n KON bilan titrlash asosida)

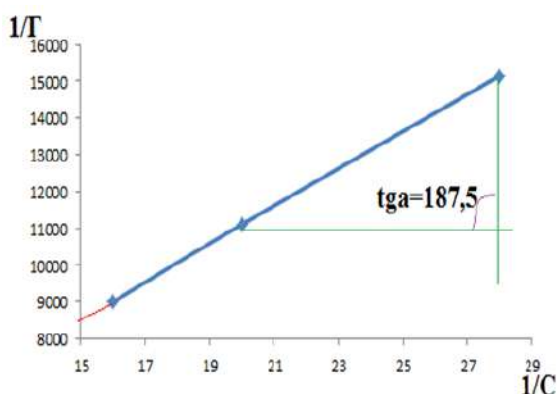
Na'muna	ΔrK_{konf}	$-\Delta G^0_{konf}$ kJ/mol	ΔpK_{el} kJ/mol	ΔG^0_{an} kJ/mol	pK ₀	ΔG^0_{umum} kJ/mol	ΔG^0_{umum} kJ/mol
Na-KMTS	0,03	0,15	0,45	1,75	5,15	40,26	38,45
Povidon-yod	0,02	0,35	0,12	0,58	2,15	32,64	30,05
Polikompleks	0,01	0,48	0,65	4,46	4,16	20,66	22,46



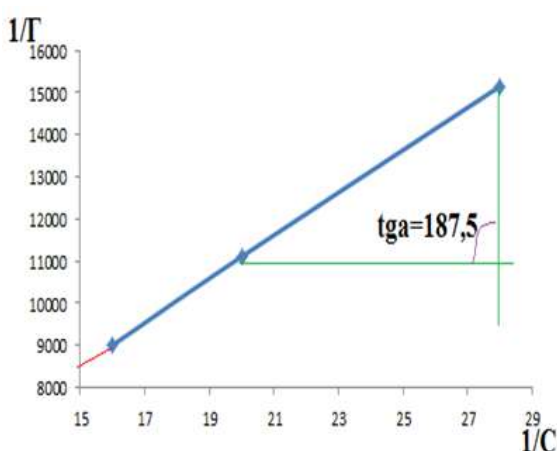
1-rasm. PVJ/NaKMTS ning sirt tarangligini konsentratsiyaga bog'liqlik grafigi



2-rasm. PVJ suvli eritmasining sirt tarangligini konsentratsiyaga bog'liqlik grafigi.



3-rasm. Lengmyur tenglamasidagi izotermalarni aniqlash grafigi.



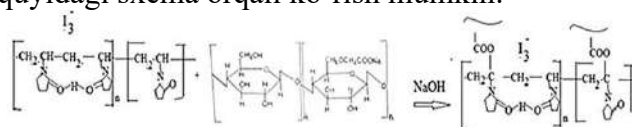
4-rasm. Mitsella hosil qilish konsentratsiyasi (MHQKK) ni aniqlash grafigi.

Yuqoridagi diagrammalarda PVJ/NaKMTS ni turli eritmalarida konsentratsiya bilan sirt taranglik va adsorbsiya orasidagi bog'lanishni ko'rsatdi. Undan ko'rinib turibdiki, NaKMTS tarkibida –CH₂– guruhning ortishi bilan sirt taranglikni kamaytirish qobiliyati ortib bordi, shu bilan bir

qatorda adsorbsiyasi ham ortib bordi [6].

Yuqoridagi tasavvurlarga asoslanib to'yingan adsorbsion qavatdagi sirt aktiv moddalar (SAM) molekulasining o'lchami aniqlandi. To'yingan adsorbsiya G bir yuza birligiga (m²) to'g'ri keladigan SAM miqdoriga teng bo'ladi, shuning uchun to'yingan adsorbsiyaning Avagadro soniga ko'paytmasi G∞ N bir yuza birligidagi molekular sonini beradi. Bundan foydalanib, bitta molekula egallagan sathi topildi [7].

PVJ/NaKMTS polimer kompleksini kimyoviy o'zgarishlar bo'yicha sodir bo'lganini quyidagi sxema orqali ko'rish mumkin:



5-rasm. Povidon-yod va natriy karboksimetilsellyulozaning alkal muhitda kompleks hosil qilishi reaksiyasi sxemasi.

Bu olingan polimer kompleksini tuzilishini IQ-spektroskopiya orqali isbotlandi. Tarkibida turli tabiatdagi funksional guruhlarni o'z ichiga olgan polimer birikmalarning tuzilishini aniqlash va polimer kompleksi birikmalarida bog'lanish markazlarini aniqlash maqsadida boshlang'ich modda va yakuniy reaksiya mahsulotining IQ spektri qayd etildi [8].

Na-KMTS spektrida 1636 sm⁻¹ o'rta chastotali mintaqada IQ spektrida karboksil ionining C=O bog'lanishining antisimmetrik cho'zilish tebranishlari bilan bog'liq intensiv yutilish mintaqasi mavjud. Unda S-O-S cho'zilish tebranishlari CH₂-O-S guruhining xarakterli

3-jadval

Polimer kompleksni adsorbsiya izotermalari

PVJ/NaKMT S %	C _m	n ₀ (H ₂ O)	n	σ	dσ/dc	G	1/G	1/C	G _∞	K	MHQK K
0,5	0,06	78	49	1,78	4,58	1,1·10 ⁻⁴	9009	16,6	1,2·10 ⁻⁴	0,0 2	0,05
0,4	0,05		47	1,81		0,9·10 ⁻⁴	11111	20,4			
0,3	0,04		44	1,89		0,6·10 ⁻⁴	15152	27,7			

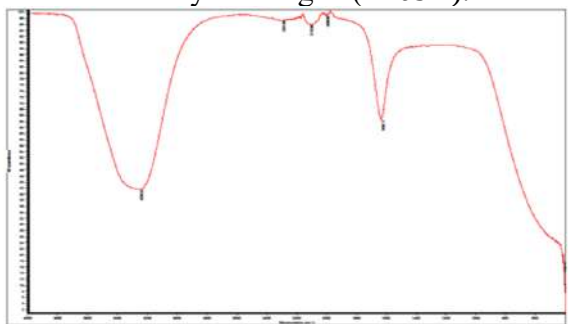
4-jadval

Birikmalarning IQ spektrlarida yutilish zonalari (sm⁻¹)

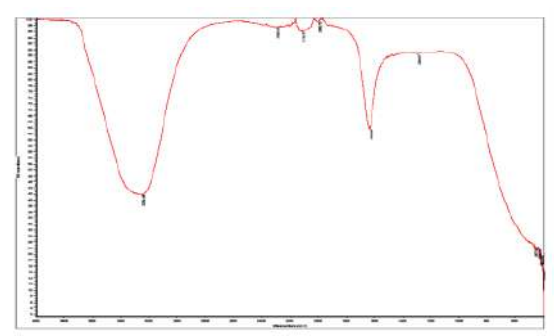
№	Бирикм алар	ν _s (C=O)	ν _{as} (C=O)	ν _s (NH ₂)	ν _{as} (NH ₂)	δ(NH ₂)	ν(CH) δ(CH)	ν(OH) (COOH)	ν(C-O-C)	ν(CH ₂ CO)
1	Na-KMTS	-	1636	-	-	-	2006, 2115 2301	3256	1064 1137	1427
2	PVJ	1294	1636	3250			2000 2116 2300		-	
3	PVJ/Na-KMTS	1636		3250		1636		1711	-	

tebranishlarini ko'rsatadigan o'rtacha intensivlik chizig'i 1427 sm^{-1} bilan $1064\text{--}1137\text{ sm}^{-1}$ oralig'ida sodir bo'ldi. Uzoq to'lqin uzunligi 3256 sm^{-1} diapazonidagi spektrda gidroksil guruhining cho'zilgan tebranishlari bilan kuchli chiziq kuzatildi. Siklning metilen guruhining (C-H) kengaytirilgan tebranishlari $2006, 2115, 2301\text{ sm}^{-1}$ da markazlashtirilgan bantlar guruhi sifatida kuzatildi (6-rasm).

PVJ spektrida 1636 sm^{-1} o'rta chastotali mintaqada karboksil ionining C=O bog'lanishiga tegishli antisimmetrik cho'zilish tebranishlari bilan bog'liq intensiv yutilish sohalari aniqlangan. Ushbu guruhga tegishli simmetrik cho'zilish tebranishlari esa 1294 sm^{-1} da o'rtacha intensivlikdagi keng tarmoqli shaklida namoyon bo'ladi [9]. 3250 sm^{-1} diapazonida esa gidroksil guruhining cho'zilgan tebranishlariga mos keluvchi kuchli yutilish chizig'i qayd etilgan. Shuningdek, metilen guruhining (S-N) cho'zilish tebranishlari $2006, 2116$ va 2300 sm^{-1} chastotalarda markazlashgan bantlar guruhi ko'rinishida namoyon bo'lgan (7-rasm).



6-rasm. Na-KMTS IQ spektri.



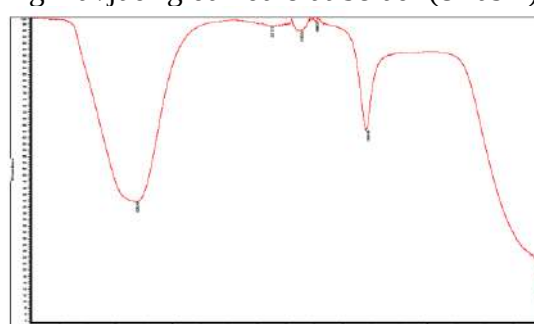
7-rasm. PVJ IQ spektri.

PVJ/Na-KMTS kompleksining IQ spektri boshlang'ich birikmalarning IQ spektridan sezilarli farq qiladi. Kompleksga tegishli spektral chiziqlar 1636 sm^{-1} chastotagacha sezilarli o'sishni ko'rsatadi. Bunda COO^- , NH_2 va C-H guruhlariga tegishli yutilish sohalarda muhim siljishlar

kuzatildi. Xususan, COO^- guruhining yutilish chizig'i to'lqin uzunligi bo'yicha taxminan 23 sm^{-1} ga siljib, 1711 sm^{-1} atrofida C=O bog'lanishiga mos ravishda aniqlangan. NH_2 guruhining simmetrik cho'zilish tebranishlari esa $\nu_s(\text{NH}_2)$ uchun 3250 sm^{-1} da namoyon bo'ldi [10]. Ushbu guruhning deformatsiya tebranishlari esa 1636 sm^{-1} chastotada erkin povidon-yodning IQ spektriga nisbatan qisqa to'lqinli mintaqaga siljib kuzatilgan.

Na-KMTS tarkibidagi COO^- guruhi hamda PVJ molekulasidagi SN_2 guruhlarining o'zaro ta'siri natijasida kimyoviy bog'lanishlar yuzaga kelganligi aniqlanadi. Bu esa povidon-yoddagi C-N bog'ining cho'zilish tebranish zonalarida ro'y bergan siljishlar orqali tasdiqlanadi.

Kompleksning IQ spektrida boshqa funksional guruhlar sohasining ham pozit-siyalarida sezilarli o'zgarishlar kuzatildi. Na-KMTS uchun $2006, 2115$ va 2301 sm^{-1} ; povidon-yod uchun esa $2000, 2116$ va 2300 sm^{-1} chastotali sohalarda yutilish chiziqlari molekulalararo vodorod bog'larining mavjudligidan dalolat beradi (8-rasm).



8-rasm. PVJ/Na-KMTS kompleksining IQ spektri.

Xulosa. Ikkita polielektrolit Na-KMTS karboksilat anionlari va povidon-yoddagi metilen guruhining harakatchan vodorod atomi bilan o'zaro ta'siri tufayli kimyoviy o'zgarishlarga olib keladi, hamda suvli eritmalarda PVJ-N-metilen KMTS polikomplekslar hosil bo'lishi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Зокирова Н.Т, Хазраткулова С.М, Қосимова М.Б. Физико-химические исследования интерполимерных комплексов. “Фармацевтика соҳасининг бугунги ҳолати: муаммолар ва истиқболлар” (халқаро илмий-амалий анжумани материаллари). Тошкент-2021 йил 18-19 ноябрь. -Б.204-205.
2. Инагамов С.Я, Асроров У, Қодирова Н, Мухамедов Г.И. Интерполимер комплексларини тиббиёт ва фармацевтикада қўлланилиши. “Фармацевтика соҳасининг бугунги ҳолати: муаммолар ва истиқболлар” халқаро илмий амалий анжумани материаллари. Тошкент-2022 йил 25-26 ноябрь. 69-71 бетлар.
3. Зокирова Н.Т, Хазраткулова С. М, Чўлпонов К. А, Хамракулова Д. Натрийкарбосиметилцеллюлоза асосида янги полимер комплексининг синтези. “Функционал полимерларнинг фундаментал ва амалий жиҳатлари”. халқаро илмий-амалий конференция Тошкент-2023 йил, 17-18 март, Б. 983-987.
4. Zokirova N, Khazratkulova S, Mukhamedova B Basant L, Khamidov O, Berdimurodov E, Alieva G, Hosseini-Bandegharai, Aliev N. Polymerization of Acrylamide N-methylene Lactic and Glycolic Acid. Baghdad Science Journal <https://bsj.uobaghdad.edu.iq/index.php/BSJ/article/view/9076> DOI: <https://doi.org/10.21123/bsj.2023.9076> 2434-2454, Dec 5, 2023.
5. Инагамов Я.С, Эшматов А, Ҳоджаев Ф.М, Кодирова Н, Мухамедов Г.И. Поликомплексные гели натрийкарбосиметилцеллюлозы с карбополом-основа для мазей, кремов и паст. Абу Али Ибн Сино ва замонавий фармацевтикада инновациялар мавзусидаги ва халқаро илмий-амалий анжуман тўплами. Тошкент-2023 йил, 18-19 май, 38 бет.
6. Инагамов Я.С, Асроров У.А, Журакулов С.З, Пулатова Ф.А. Интерполимерный комплексы на основе производные целлюлозы полиакриламида-новые носители наночастиц лекарственных препаратов. Абу Али Ибн Сино ва замонавий фармацевтикада инновациялар мавзусидаги ва халқаро илмий-амалий анжуман тўплами. Тошкент-2023 йил, 18-19 май, 39 бет.
7. Zulfiya Sh. Mukhidova, Salakhutdin H. Zakirov, Sevara M. Khazratkulova Nodira T. Zakirova. Prospects for the use of natural terpenoids in agriculture. BIO Web of Conferences 82, 03001 (2024). <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248203001> 03 January 2024.
8. Hazratkulova S.M, Zokirova N.T. Tabiiy gidroksid kislotalarning N-almashtirilgan akrilamidlari asosidagi polimerlarning fizik-kimyoviy xossalari. O'zMU xabarlari, 2024, 3/2/1 – Tashkent, 511-514-betlar.
9. Беллами Л. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул Пер.с англ. 1971. 320 с.
10. Семушин А.М, Яковлев В.А, Иванова Е.В. Инфракрасные спектры поглощения ионообменных материалов. Москва. 1980. 96 с.

УДК: 631.875.635

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.34

АЗОТНОФОСФОРНЫЕ УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛАВА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ С ДОБАВКОЙ ОТХОДА ТРИНАТРИЙФОСФАТА



Хошимханова Мухайё

Доцент кафедры «Химическая
технология», Алмалыкский филиал
ТДТУ, Ташкент, Узбекистан
E-mail:
muhayyohoshimxonova568@gmail.com



**Дехканов
Зульфикахар**

Профессор кафедры «Пищевая
технология», Ферганский
политехнический институт,
Фергана, Узбекистан
Email:
zulfikahar2404@gmail.com



Шарапова Дурдона

Доцент кафедры «Химическая
технология», Алмалыкский
филиал ТДТУ, Ташкент,
Узбекистан
Email:
sharopovadurdona96@gmail.com

Аннотация. В этом научном исследовании рассматривается состав, технология их приготовления и агрохимические свойства азотно-фосфорных удобрений, изготовленных из отходов аммиачной селитры и тринатрийфосфата. В ходе исследования были определены необходимые количества аммиачной селитры и отходов тринатрийфосфата для использования в качестве источника фосфора, а также изучены физические и химические свойства смеси. Эффективность этих удобрений оценивается на основе их влияния на рост растений и плодородие почвы. Результаты показали, что этот вид удобрений служит отличным источником азота и фосфатов для сельскохозяйственных культур, способствуя экологической устойчивости за счет переработки отходов. Мы предложили внести изменения в производственный процесс для повышения его экономической эффективности. Мы отметили, что снижение взрывоопасности аммиачной селитры и использование отходов тринатрийфосфата позволяет получить комплексное удобрение, включающее азот и фосфор. Мы изучили, как получить эффективные азотно-фосфорные удобрения сложного состава, смешав отходы тринатрийфосфата с раствором аммиачной селитры. Мы оцениваем физико-химические характеристики (консистенцию зерна) получаемых продуктов.

Ключевые слова: аммиачная селитра, тринатрийфосфат, азотно-фосфорное удобрение, прочность.

TRINATRIYFOSFAT CHIQINDISI QO‘SHILGAN AMMIAKLI SELITRA QOTISHMASI ASOSIDAGI AZOT-FOSFORLI O‘G‘ITLAR

Xoshimxanova Muxayyo

“Kimyoviy texnologiya” kafedrası
dotsenti, TDTU Olmaliq filiali,
Toshkent, O‘zbekiston

Dexkanov Zulfikahar

“Oziq-ovqat texnologiyasi”
kafedrası professori, Farg‘ona
politehnika instituti,
Farg‘ona, O‘zbekiston

Sharopova Durdona

“Kimyoviy texnologiya” kafedrası
dotsenti, TDTU Olmaliq filiali,
Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada ammiakli selitra va trinatriyfosfat chiqindilaridan tayyorlangan azot-fosforli o'g'itlarning tarkibi, ularni tayyorlash texnologiyasi va agrokimyoviy xususiyatlarini ko'rib chiqadi. Tadqiqot fosfor manbai sifatida foydalanish uchun zarur bo'lgan ammiakli selitra va trinatriyfosfat chiqindilarini aniqladi va aralashmaning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganib chiqdi. Ushbu o'g'itlarning samaradorligi ularning o'simliklarning o'sishi va tuproq unumdorligiga ta'siriga qarab baholanadi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, bu turdagi o'g'itlar ekinlar uchun azot va fosfatning ajoyib manbai bo'lib, chiqindilarni qayta ishlash orqali ekologik barqarorlikni ta'minlaydi. Biz uning iqtisodiy samaradorligini oshirish uchun ishlab chiqarish jarayoniga o'zgartirishlar kiritishni taklif qildik. Biz ammiakli selitraning portlash xavfini kamaytirish va trinatriyfosfat chiqindilaridan foydalanish azot va fosforni o'z ichiga olgan murakkab o'g'itlarni ishlab chiqarishga imkon berishini ta'kidladik. Biz trinatriyfosfat chiqindilarini ammiakli selitra eritmasi bilan aralashtirib, murakkab tarkibdagi samarali azot-fosforli o'g'itlarni qanday olishni o'rganib chiqdik. Olingan mahsulotlarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini (donadarning mustahkamligi) baholaymiz.

Kalit so'zlar: ammoniy nitrat, trinatriyfosfat, azot-fosforli o'g'it, donalar mustahkamligi.

NITROPHOSPHORIC FERTILIZERS BASED ON A MOLTEN AMMONIUM NITRATE WITH THE ADDITION OF TRISODIUM PHOSPHATE WASTE

Khoshimkhanova

Muhayyo

Docent of the Department of
"Chemical Technology", Almalyk
branch of TSTU,
Tashkent, Uzbekistan

Dehkanov Zulfikahar

Professor of the Department of
"Food Technology", Fergana
Polytechnic Institute, Fergana,
Uzbekistan

Sharapova Durdona

Docent of the Department of
"Chemical Technology", Almalyk
branch of TSTU,
Tashkent, Uzbekistan

Abstract. This scientific study looks at the make-up, how they are made, and the agrochemical properties of nitrogen-phosphorus fertilizers made from ammonium nitrate (saltpeter) and trisodium phosphate waste. The study found the right amounts of ammonium nitrate and trisodium phosphate waste to use as a source of phosphorus and studied the physical and chemical properties of the mix. The efficacy of these fertilizers is evaluated based on their impact on plant growth and soil fertility. The findings demonstrated that this fertilizer type serves as an excellent supply of nitrogen and phosphate for crops, promoting environmental sustainability via waste recycling. We have proposed modifications to the manufacturing process to enhance its economic efficiency. We noted that reducing the explosive risk of ammonium nitrate and incorporating trisodium phosphate waste yields a complex fertilizer including nitrogen and phosphorus. We looked into how to make effective nitrogen-phosphorus fertilizers with complex compositions by mixing waste trisodium phosphate into a solution of ammonium nitrate. We assess the physico-chemical characteristics (grain consistency) of the resultant goods.

Keywords: ammonium nitrate, trisodium phosphate, nitrogen-phosphorus fertilizer, grain strength.

Введение. Узбекистан является существенной частью экономики страны. Здесь сконцентрировано 13% основных производственных фондов, 28% трудовых ресурсов, производится около 38% внутреннего валового продукта. Аграрный сектор является системообразующим на более чем 90% территории страны, на которой живёт и трудится 64% населения.

В структуре сельскохозяйственного сектора особо представлен хлопчатник. Самый

крупный производитель хлопка в СНГ – Узбекистан, на его долю приходится свыше 65 процентов производства этого сырья. Хлопчатник занимает 43,3 % посевных площадей Республики. Земли под хлопчатник имеют низкое естественное плодородие, и только систематическое внесение удобрений позволяет повысить его урожайность. При этом основной дефицит питательных веществ приходится на долю азота и фосфора. Особенности вегетационного развития хлопчатника требуют

внесения под него быстрорастворимых удобрений, так как применение медленно растворимых удобрений приводит к удлинению срока его вегетации.

Исходя из этой специфики, наилучшим образом для возделывания хлопчатника подходит аммиачная селитра. В Узбекистане аммиачную селитру производят 3 крупных промышленных предприятия – ОАО «Максам-Чирчик», ОАО «Навоiazот» и ОАО «Ферганаазот». Совокупная мощность этих трёх заводов составляет свыше 1,8 млн. тонн в год.

Полиморфизм является важнейшей характеристикой нитрата аммония [1]. Предпосылкой этого являются ионы NO_3^- , которые занимают различное положение в кристаллах разных модификаций и в зависимости от температурных колебаний меняют своё вращательно-симметричное состояние (рис. 1) [2].

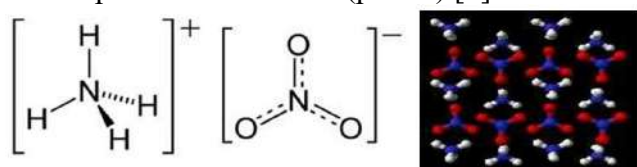


Рис.1. Структурная формула NH_4NO_3 .

Кристаллы чистого NH_4NO_3 имеют несколько фазовых переходов [3]. Помимо фазовых переходов между соседними твердыми фазами, метастабильный фазовый переход II→IV также может происходить при 50°C.

Анализ литературы и методы.

Кристаллы чистой АС имеют семь известных кристаллических полиморфных фаз, но кристаллографическая информация доступна только для фаз I-V. АС, характеризуется тремя существенными недостатками: (1) после нескольких циклов полиморфного перехода фазы IV (плотность = 1,72 г/см³) в фазу III (плотность = 1,66 г/см³) вблизи температуры переработки или хранения топлива 32°C может вызвать изменение плотности и изменение объема на 3,8%, что приведет к пористой структуре и потрескавшимся кристаллам с плохой механической прочностью, слёживаемостью [4; 5; 6].

Судя по результатам многочисленных работ, делается вывод о том, что получить фазостабильную АС невозможно, поэтому далее рассматривается влияние модификаторов, обес-

печивающих стабилизацию полиморфных переходов АС.

Так, в [7], магниевые добавки смешиваются с АС при массовых соотношениях АС : Соединение магния = 4 : 1; 9 : 1 и 49 : 1. В табл. 1.1 приводятся результаты исследований, где показано, что большинство анализируемых соединений повышают термическую стабильность нитрата аммония, увеличивая температуру начала экзотермического разложения и уменьшая количество выделяемого тепла. Однако гексагидрат хлорида магния ускоряет разложение АС, в то время как сульфат магния, гексагидрат сульфата и нитрата магния вместе с магнезитом и доломитом определены в качестве ингибиторов.

Немаловажным в этом аспекте послужили добавки не несущие питательной нагрузки, такие как бентонит, вермикулит, гипс [8]. Для этого предлагается покрытие поверхности гранул продуктов различными инертными веществами: в состав которых входит кремний; рекомендованы соединения кальция, магния, алюминия (иллит, обезвоженный кизерит).

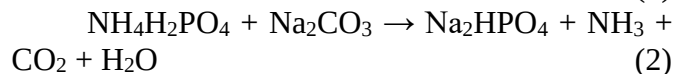
В данной работе приведены результаты физико-химических исследований процесса получения тринатрийфосфата обменным разложением аммофоса кальцинированной содой с последующей донетрализацией гидроксидом натрия.

В качестве объекта исследований исходных веществ использовали аммофос (АО «Аммофос Максам»), кальцинированную соду (ООО «Кунградский содовый завод»), каустическую соду (АО «Ферганаазот»).

Для проведения опытов использовали стеклянный реактор, снабжённый механической мешалкой и рубашкой для обогрева и охлаждения.

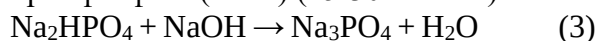
Аммофос с содержанием P_2O_5 46% масс, нерастворимых в воде частиц не более 25% мас., растворяли в воде для получения чистого раствора аммофоса определенной концентрации (18-22%). В полученный раствор порциями добавляли кальцинированную соду при постоянном перемешивании при 80-90°C. В данном процессе идет первый этап с обменным разложением аммофоса образуя моно-динатрийфосфата и выделением аммиака и углекислого газа.

Сначала идет растворение соды с ее гидролизом:



После завершения реакции (значения pH среды составляет 8,5-9,0 образуется монодинатрийфосфаты) в раствор добавили воду с учетом образования насыщенного раствора тринатрийфосфата при 45-50°C. Горячий раствор температурой 60-65°C отфильтровали на вакуум фильтре для очищения полученного раствора от нерастворимых в воде частиц.

В следующем этапе в раствор динатрийфосфата при постоянном перемешивании вводили сухой гидроксид натрия в стехиометрическом соотношении для донейтрализации динатрийфосфата до образования тринатрийфосфата (ТНФ) (25-30% масс.).



После чего значение среды раствора составляло pH=11,5-12,5. Затем раствор ТНФ охлаждали до температуры 20-25°C. После охлаждения кристаллы тринатрийфосфата отделяли на вакуум фильтре, далее продукт сушили в сушильном шкафу при температуре 55-60°C.

При этом остатки аммофоса выбрасываются как отходы. Его химический состав: P₂O₅ = 18-20%, N = 4-5%, Mg = 2-3%, влажность 34-38%.

В данном сообщении мы приводим результаты определения прочности гранул аммиачной селитры, полученной добавками отхода тринатрийфосфата при вышеуказанных весовых соотношениях аммиачная селитра: отход тринатрийфосфата (АС: ОТНФ). Прочность

гранул – это один из важнейших показателей, характеризующий стабилизированную аммиачную селитру.

После этого производился замер прочности гранул. При этом получались гранулы азотно-фосфорных удобрений, по внешнему виду похожие на гранулы чистой АС. Прочность гранул размером 2-3 мм. Экспериментальные данные приведены табл 1.

Как видно из таблиц, чем больше вводится добавки золы в состав АС, тем выше прочность гранул. Так, добавление в плав АС золы в количестве 100:20 увеличивает прочность гранул с 8,02 МПа содержания азота 25,84%. А прочность гранул стандартной АС составляет всего 2,91 МПа. Это говорит о том, что введение в плав АС золы приводит к уплотнению структуры гранул и повышению её прочности к раздавливанию и истираемости, что в конечном итоге оказывает воздействие на снижение слеживаемости продукта при хранении.

Таблица 1.

Прочность гранул удобрений, полученных введением в расплав нитрата аммония и ОТНФ.

Массовое Соотношение АС:ОТНФ	N, %	Р ₂ О ₅ , %	Прочность гранул		
			кг/гранулу	кгс/см ²	МПа
Диаметр гранул 2-3 мм					
100 : 3	32,24	1,67	1,58	31,85	3,12
100 : 5	31,76	1,89	2,02	40,72	3,99
100 : 8	30,62	2,08	2,56	51,61	5,06
100 : 10	29,30	2,27	2,89	58,26	5,72
100 : 12	28,81	2,48	3,13	63,10	6,19
100 : 15	27,69	3,01	3,41	68,75	6,74
100 : 18	26,90	3,18	3,65	73,58	7,21
100 : 20	25,84	3,71	4,06	81,85	8,02
100 : 22	25,38	4,03	4,45	89,71	8,79
100 : 25	24,40	4,38	4,68	94,35	9,25

Нами определены реологические свойства

Таблица 2.

Реологические свойства плава удобрений, полученных введением в расплав аммиачной селитры с дабавкой ОТНФ

Массовое соотноше-ние АС : ОТНФ	Плотность (г/см ³), при температуре, °C						Вязкость (сПз), при температуре, °C					
	160	165	170	175	180	185	160	165	170	175	180	185
Аммиачная селитра	-	1,45	1,45	1,44	1,44	1,43	-	5,89	5,71	5,34	5,02	4,85
100 : 3	1,56	1,56	1,55	1,55	1,54	1,54	6,32	6,14	5,88	5,61	5,36	5,12
100 : 5	1,58	1,57	1,57	1,56	1,55	1,55	6,62	6,28	6,12	5,76	5,52	5,30
100 : 8	1,59	1,58	1,57	1,57	1,56	1,55	6,85	6,54	6,31	5,88	5,72	5,49
100 : 10	1,60	1,59	1,58	1,58	1,57	1,57	7,19	6,80	6,55	6,24	5,97	5,77
100 : 12	1,61	1,60	1,60	1,59	1,58	1,58	7,58	7,22	6,89	6,69	6,24	6,00
100 : 15	1,63	1,63	1,62	1,62	1,61	1,60	7,97	7,49	7,11	6,87	6,61	6,40
100 : 18	1,64	1,64	1,63	1,62	1,62	1,61	8,48	7,87	7,45	7,28	7,08	6,79
100 : 20	1,65	1,65	1,64	1,64	1,63	1,63	8,77	8,12	7,82	7,61	7,38	7,08
100 : 22	1,68	1,67	1,66	1,66	1,65	1,64	9,39	8,86	8,58	8,17	7,86	7,65
100 : 25	1,69	1,68	1,68	1,67	1,67	1,66	10,5	10,2	9,70	8,79	8,49	8,31

расплавов аммиачной селитры с ОТНФ. Они представлены в табл. 2.

Результаты и обсуждение. Как видно из данных таблицы, введение ОТНФ в плав нитрата аммония оказывает ощутимое влияние на плотность и вязкость.

Так, при 160°C стандартная аммиачная селитра не плавится и естественно не течёт. Добавка же отхода приводит к снижению температуры кристаллизации селитры, при 160°C она плавится, и хотя и обладает большой вязкостью, легко течёт. Увеличение количества добавки ОТНФ от 3 до 25 весовых частей на 100 весовых частей АС приводит к увеличению плотности расплавов при 160°C от 1.566 до 1.695 г/см³, вязкости от 3.32 до 10.57 сПз.

На основе лабораторных опытов показано, что введение в плав аммиачной селитры отхода тринатрийфосфата позволяет получить новые азотно-фосфорной удобрения с высоким относительным содержанием усвояемой формой P₂O₅.

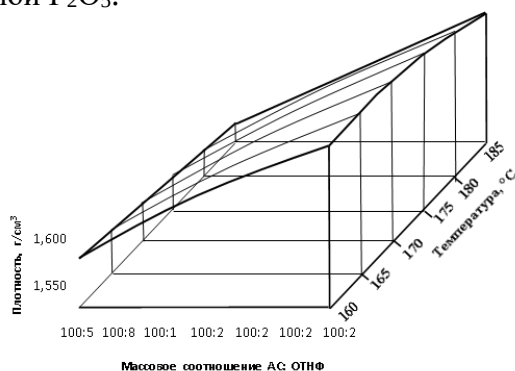


Рис.2. Плотность NP-плава в зависимости от количества добавки NH₄NO₃-ОТНФ и температуры.

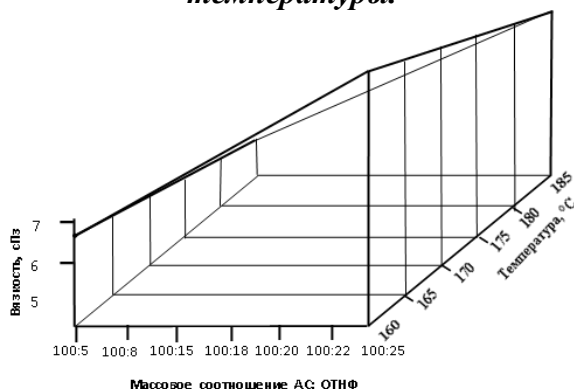


Рис.3. Вязкость NP-плава в зависимости от количества добавки NH₄NO₃-ОТНФ и температуры.

Заключение. В настоящем исследовании изучены состав, технология приготовления и Агрономическая эффективность азотно-фосфорных удобрений на основе аммиачной селитры с добавлением отходов тринатрийфосфата. Полученные результаты показали, что данный вид удобрений оказывает положительное влияние на повышение плодородия почвы, рост и развитие растений. Использование отходов тринатриф-фосфата в качестве источника фосфора приобретает важное значение для снижения производственных затрат и устранения экологических проблем за счет переработки отходов. Экспериментальные результаты подтвердили физико-химическую стабильность этой смеси и ее эффективность в качестве удобрения.

Одним из перспективных направлений является оптимизация производственного процесса и более широкое изучение применения удобрений в различных агроэкологических условиях. Результаты этого исследования могут стать основой для производства эффективных и экологически безопасных удобрений в сельском хозяйстве. Изучены реологические свойства расплавов селитры с отходом тринатрийфосфата в диапазоне температур 160-185°C. При этом показано, что во всех соотношениях АС: ОТНФ азотно-фосфорные плавы обладают достаточно хорошей текучестью, что позволяет их гранулировать в грануляционной башне методом прилирования без особых технологических трудностей.

Таким образом, ОТНФ “Фарганаазот” АО можно считать весьма перспективной добавкой, для получения фосфатизированной аммиачной селитры, обладающей большей детонационной стабильностью.

Дополнительно, результаты почвенных анализов и вегетационных опытов показали, что применение полученных азотно-фосфорных удобрений способствует улучшению усвояемости питательных веществ растениями, особенно в начальные фазы вегетации. Это связано с постепенным высвобождением фосфора из отходов тринатрийфосфата, что обеспечивает длительное питание и снижает риск вымывания элементов из почвы. Кроме того, удобрение характеризуется низкой гигроскопичностью и

устойчивостью к слеживанию, что облегчает хранение и транспортировку. Все это делает разработанный продукт не только эффек-

тивным, но и технологически удобным для применения в агропромышленном комплексе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мировой рынок минеральных удобрений. / Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики. Центр развития. – 2019. - dcenter.hse.ru/data/2019/12/26/1524652323.
2. Zhe Han. Thermal stability of Ammonium Nitrate. Dissertation for the degree of doctor philosophy: Texas A&M University. – USA, 2016. - 210p.
3. Q.S.M. Kwok et al. Wettability of Ammonium Nitrate Prills. // Energetic Materials. - 2004. – vol. 22. – pp. 127-150. <http://www.tandfonline.com/loi/uegm20>.
4. K. Menke, J. Bohnlein-Maus, H. Schubert, Characteristic properties of AN/GAP propellants. // Propell. Explos. Pyrotech. - 1996. – vol. 21. – pp. 139-145.
5. H.B. Wu, M.N. Chan, C.K. Chan, FTIR characterization of polymorphic transformation of ammonium nitrate. // Aerosol. Sci. Technol. - 2007. – vol. 41. – pp. 581–588.
6. B. Zygmunt, D. Buczkowski. Influence of ammonium nitrate Prill's properties on detonation velocity of ANFO. // Propell. Explos. Pyrotech. - 2007. - vol. 32. – pp. 411-414.
7. Ahmet Ozan Gezman. A novel industrial-scale strategy to prevent degradation and caking of ammonium nitrate. // Heliyon. – 2020. – Issue. - 6. – vol. 3. e03628. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03628>.
8. А.с. №912721 СССР. Способ получения неслеживающегося удобрения / Федун О.С., Стрельцов О.А., Калашников Ю.С. // № 3427100/21; Заявлено 01.11.79; Опубликовано 04.03.82. Б.И. – 1982. - №10.

UO‘K: 661.832.532

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.35

MAHALLIY VA SANOAT CHIQINDILARINI QAYTA ISHLASH ORQALI KALIYLI O‘GIT OLIISH



Umarova Maftuna Mashrabjon qizi

“Kimyo va kimyoviy texnologiya” kafedrası doktoranti, Farg‘ona
davlat texnika universiteti, Farg‘ona, O‘zbekiston
E-mail: Maftuna93umarova@gmail.com



Dexkanov Zulfikahar Kirgizbayevich

“Oziq-ovqat texnologiyasi” kafedrası professori, Farg‘ona
politehnika instituti, Farg‘ona, O‘zbekiston
E-mail: zulfikahar2404@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada mahalliy va sanoat chiqindilari asosida $\text{CaSO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \downarrow \text{CaCO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ reaksiyasiga ko‘ra kalsiy sulfatni kaliy karbonati bilan konversiyalash orqali kaliy sulfat imkoniyatlari ko‘rsatilgan. Konveriya jarayoni uchun maqbul sharoitlar aniqlangan. Suvli muhitda 30°C haroratda, boshlang‘ich komponentlarning 1:1 stexiometrik nisbati va 15-30 minut davomida 300 rpm bo‘lgan aralashtirgich aylanish tezligida Ca^{2+} ionlaridan foydalanish darajasi 90-93% ni tashkil etkanligi ko‘rsatilgan. Suyuq fazadagi kaliy sulfatni bug‘latish va keyinchalik kristallash orqali kaliy sulfat olingan. Tajribalar asosida olingan namunalar kimyoviy tahlil qilingan. Kimyoviy tahlil natijalari jadval holida keltirilgan. Shu bilan birga, Kungaboqar kulining skanerli elektrom mikroskop tahlili hamda Fosfogipsni asosiy kimyoviy tahlillari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: kaliy xlorid, kaliyli o‘g‘itlar, kaliy sulfat konversiya, xlorsiz kaliyli o‘g‘itlar.

ПЕРЕРАБОТКА КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ ЧЕРЕЗ ПЕРЕРАБОТКУ МЕСТНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Умарова Мафтуна Маширабджон кизи

Докторант кафедры «Химия и химическая технология»
Ферганского государственного технического университета,
Фергана, Узбекистан

Дехканов Зулфикахар Киргизбаевич

Профессор кафедры «Технология пищевых продуктов»
Ферганского политехнического института,
Фергана, Узбекистан

Аннотация. В статье представлены возможности получения сульфата калия путем конверсии сульфата кальция карбонатом калия по реакции: $\text{CaSO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \downarrow \text{CaCO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$. Определены оптимальные условия процесса конверсии. Показано, что в водной среде при температуре 30°C , стехиометрическом соотношении исходных компонентов 1:1 и скорости перемешивания 300 об/мин в течение 15–30 минут степень использования ионов Ca^{2+} составляет 90–93%. Полученный в жидкой фазе сульфат калия был выделен методом выпаривания с последующей кристаллизацией. Проведен химический анализ полученных образцов, результаты которого представлены в таблице. Также приведены данные сканирующей электронной микроскопии золы подсолнечника и основные химические анализы фосfogипса.

Ключевые слова: хлорид калия, калийные удобрения, конверсия сульфата калия, бесхлорные калийные удобрения.

PRODUCING POTASSIUM FERTILIZER THROUGH RECYCLING OF LOCAL AND INDUSTRIAL WASTE

Umarova Maftuna Mashrabjon kizi

Doctoral student of the Department of "Chemistry and Chemical
Technology", Fergana State Technical University,
Fergana, Uzbekistan

Dekhkanov Zulfikahar Kirgizbaevich

Professor of the Department of "Food Technology", Fergana
Polytechnic Institute, Fergana, Uzbekistan

Abstract. The article presents the possibilities of obtaining potassium sulfate through the conversion of calcium sulfate with potassium carbonate according to the reaction: $\text{CaSO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \downarrow \text{CaCO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$. Optimal conditions for the conversion process have been determined. It has been shown that in an aqueous medium at a temperature of 30°C, with a stoichiometric ratio of the initial components of 1:1 and a stirring speed of 300 rpm for 15–30 minutes, the utilization rate of Ca^{2+} ions reaches 90–93%. Potassium sulfate obtained in the liquid phase was isolated by evaporation followed by crystallization. The obtained samples were subjected to chemical analysis, with the results presented in tabular form. Additionally, scanning electron microscopy analysis of sunflower ash and the basic chemical analyses of phosphogypsum are provided.

Keywords: potassium chloride, potassium fertilizers, potassium sulfate conversion, chlorine-free potassium fertilizers.

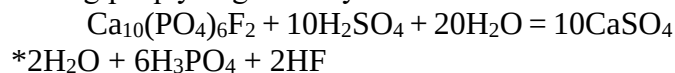
Kirish. Dunyoda eng keng tarqalgan kaliyli o'g'itdan kaliy xloriddir. Biroq, uning qishloq xo'jaligida tizimli qo'llanilishi qishloq xo'jaligi ekinlari, ayniqsa meva va rezavorlar hamda sitrus mevalariga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Bu ekinlar uchun kaliy sulfat ko'rinishidagi xlorsiz kaliyli o'g'itlardan foydalanish nafaqat hosildorlikni oshiradi, balki sifatini ham yaxshilashga olib keladi: kartoshkadagi kraxmal, qand lavlagidagi qand miqdori, uzumning ta'mi ortadi [1]. Kaliyli o'g'itlar qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega. Kaliyli o'g'itlar o'simliklarni issiq va sovuqqa chidamliligini oshiradi, turli xil kasalliklarga chalinishini oldini oladi, o'simliklarning hosildorligini ham oshishiga katta hissa qo'shadi. Kaliyli o'g'itlarni issiqxonalarga qo'llash hosildorlikni bir necha baravar oshishiga sabab bo'ladi. Kaliy xlorid, kaliy karbonat, kaliy sulfat, kaliy nitrat keng qo'llaniladigan kaliyli o'g'itlar hisoblanadi. Bu o'g'itlar ichida eng samaradorlari kaliy sulfat va kaliy nitrat hisoblanadi. Chunki bu mineral o'g'itlar bir vaqtning o'zida ikkita ozuqaviy elementlarni tutadi [2].

Bizning Respublikada asosan kaliyli o'g'it sifatida kaliy xlorid qo'llaniladi. Kaliy xlorid O'zbekistonda keng miqyosda ishlab chiqariladi. Biroq kaliy xloridni uzoq muddat davomida yerga qo'llanilsa, tuproqning kislotalik darajasini oshib ketishiga olib keladi. Bu esa xlorga ta'sirchan o'simliklar rivojlanishiga salbiy ta'sir etadi. Shu

sababli Respublikada kaliy sulfatga bo'lgan ehtiyoj oshib bormoqda. Kaliy sulfat kaliy bilan birgalikda oltingugurt ozuqa elementi saqlashi bilan afzal hisoblanadi. Biroq qimmat o'g'it hisoblanganligi uchun ham yurtimizda kam qo'llaniladi.

Ushbu maqolada mahalliy chiqindi kullar va sanoat chiqindisi hisoblangan fosfogipsni qayta ishlash orqali kaliy sulfat olish bo'yicha olib borilgan tajriba natijalari ko'rsatilgan.

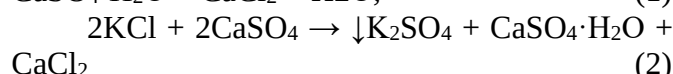
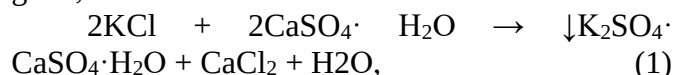
Fosfogipsni qayta ishlash hozirgi kundagi Respublikamizda mavjud katta muammolardan biridir. Fosfogips ho'l usulda fosfat kislotasi ishlab chiqarishda hosil bo'ladi va odatda kalsiy sulfat degidrat $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ shaklida olinadi. Shuning uchun fosfogips tarkibida fosfor kislotasi, ftorid, metal qoldiqlari (Cr, Cu, Cd, Zn), radioaktiv elementlar (U va Th), nodir tuproq elementlari bo'ladi. Fosfogips quyidagi reaksiya asosida hosil bo'ladi:



Ushbu usul eng arzon usul hisoblanadi. Biroq, ushbu usulda butun dunyo bo'ylab yiliga 100-280 ming tona fosfogips chiqindisi hosil bo'ladi. Har bir tonna fosfat kislotasi uchun taxminan 5 t fosfogips hosil bo'ladi. Hosil bo'gan fosfogipsni yo'q qilish maqsadida to'g'ridan-to'g'ri dengizga tashlab yuboriladi yoki zavod yaqinida to'planadi. Adabiyotlarga ko'ra, dunyoda ishlab chiqarilgan fosfogipsning 15% ni qayta ishlanadi. Asosan, tuproqni qayta ishlashda, sement ishlab chiqarishda,

qog'oz ishlab chiqarishda, yong'inga qarshi material sifatida va kimyoviy xom ashyo sifatida (kalsiy xlorid, ammoniy sulfat, natriy sulfat ishlab chiqarishda) qo'llaniladi. Qolgan 85% fosfogips qayta ishlanmasdan utilizatsiya qilinadi [3]. Biroq, fosfogipsdan ko'p miqyosda foydalanishning istiqbolli usullari hali ham o'rganilmoqda.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Ma'lumki, suvli muhitda fosfogips va kaliy xloridning konversiyasini amalga oshirish mumkin emas. Biroq, bu tizimga bir qator organik (spirtlar, ketonlar) yoki azot o'z ichiga olgan moddalarning kiritilishi, (mono-, di-, trietanolaminlar, karbamid, ammiak va boshqalar) bir tomondan, CaSO_4 ning eruvchanligini oshiradi, ikkinchi tomondan, K_2SO_4 ning eruvchanligini pasaytiradi, bu CaSO_4 va KCl o'rtasidagi konversiya uchun qulay sharoit yaratadi [4]. Natijada quyidagi reaksiyalar orqali ham singenit, ham arkanit olish mumkin:



Yuqorida taklif qilingan fosfogipsni kaliy karbonat bilan reaksiyaga kiritish orqali K_2SO_4 olish usuli katta qiziqish uyg'otdi. Bu jarayon (3) tenglamaga muvofiq amalga oshiriladi. Suvli muhitda, bu juda muhim, chunki reaksiya organik erituvchisiz sodir bo'ladi:



Bunda CaCO_3 qattiq fazaga cho'kadi va K_2SO_4 eritmada qoladi, u bug'lanishdan o'tadi va undan K_2SO_4 kristallanishi kuzatiladi. Bu usul ikki bosqichdan iborat: birinchisi - fosfogips va kaliy karbonatning asosiy konversiyasi; ikkinchisi kaliy sulfat olish uchun filtratning bug'lanishidan iborat.

Reaksiya uchun zarur bo'lgan kaliy karbonatni mahalliy kullardan olish mumkin deb hisobladik. Bunda biz, kungaboqar kulidan foydalandik.

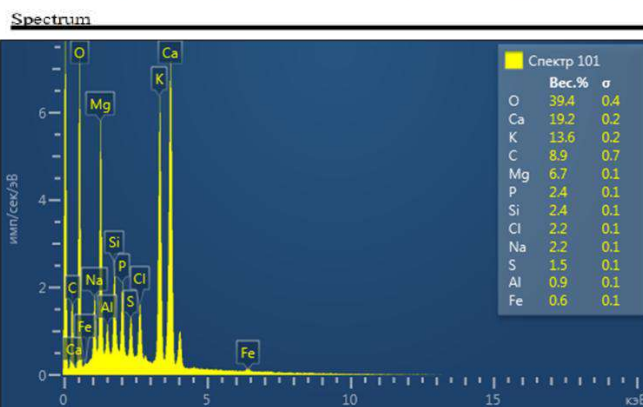
Tajriba qismi. Tadqiqot uchun quruq moddaga (og'.%) hisoblangan quyidagi tarkibdagi fosfogips (fosfor kislotasi ishlab chiqarish chiqindilari) olindi: CaO – 35,4%; SO_3 – 46,7%; P_2O_5 – 0,64%; Fe_2O_3 – 0,05%; SiO_2 – 2,08%. Mavjud Mavjud iflosliklar e'tiborsiz qoldirildi. Konversiya qilishdan oldin fosfogipsni namligi 17-19% gacha quritilgan va bir xil massaga kelguncha maydalandi. Kungaboqar kul tarkibi: Ca – 19,2%; S – 1,5%; Mg – 6,7%; Fe – 0,6%; Al – 0,9%; Si –

2,4%; K – 13,6%; O – 39,4%; Cl – 2,2%; C – 8,9%.

1-jadval

Fosfogipsni asosiy kimyoviy tahlili bo'yicha ma'lumotlar

Analyzed result(FP method, Scatter)						
No	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ
1	Al ₂ O ₃	0.569	mass%	0.0146	0.0307	0.0920
2	SiO ₂	2.08	mass%	0.0135	0.0141	0.0422
3	P ₂ O ₅	0.638	mass%	0.0075	0.0184	0.0553
4	SO ₃	46.7	mass%	0.0404	0.0024	0.0071
5	K ₂ O	0.0354	mass%	0.0022	0.0053	0.0160
6	CaO	35.4	mass%	0.0462	0.0020	0.0061
7	TiO ₂	0.0288	mass%	0.0011	0.0017	0.0052
8	Fe ₂ O ₃	0.0528	mass%	0.0011	0.0011	0.0034
9	NiO	0.0023	mass%	0.0002	0.0003	0.0010
10	CuO	0.0073	mass%	0.0002	0.0003	0.0008
11	ZnO	0.0035	mass%	0.0001	0.0002	0.0005
12	As ₂ O ₃	(0.0003)	mass%	<0.0001	0.0002	0.0007
13	SeO ₂	0.0005	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0003
14	SrO	0.0927	mass%	0.0003	0.0003	0.0008
15	Y ₂ O ₃	0.0088	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0003
16	ZrO ₂	0.189	mass%	0.0018	0.0006	0.0017
17	Ta ₂ O ₅	0.0025	mass%	0.0003	0.0008	0.0023
18	PbO	0.0036	mass%	0.0001	0.0002	0.0006
19	Tb ₄ O ₇	(0.0078)	mass%	0.0011	0.0027	0.0081
20	Dy ₂ O ₃	0.0088	mass%	0.0007	0.0013	0.0038
21	U ₃ O ₈	0.0013	mass%	<0.0001	0.0002	0.0006



1-rasm. Kungaboqar kulining skanerli elektromikroskop tahlili.

Tadqiqot quyidagi tarzda o'tkazildi. K_2CO_3 fosfogipsga (3) reaksiyaga ko'ra stoxiometrik nisbatda qo'shildi va shunday miqdorda distillangan suv qo'shildi. Konversiya jarayonida eritmada K_2SO_4 miqdori to'yinganlikka erishmadi, lekin taxminan 9% ni tashkil etdi. Mexanik aralash-tirgichda intensiv aralashtirilgandan so'ng suspenziya filtrlanadi, so'ngra qattiq va suyuq fazalarning tarkibi ma'lum usullar yordamida SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , K^+ , Ca^{2+} ionlari uchun tekshirildi. SO_4^{2-} ionlari gravimetrik, K^+ – olovli fotometriya, Ca^{2+} – Trilon B bilan kompleksometrik titrlash, CO_3^{2-} – yig'indisi farqi bilan aniqlandi.

$$E = \frac{\infty(\text{Ca})}{\infty'(\text{Ca})} * 100$$

bu yerda $\infty(\text{Ca})$ - konvertatsiya qilingandan keyin mahsulotdagi Ca^{2+} ionlarining miqdori; $\infty'(\text{Ca})$ – ayirboshlash uchun olingan fosfogipsdagi Ca^{2+} ionlarining tarkibi.

Konversiya jarayoniga bir qator omillar ta'sir

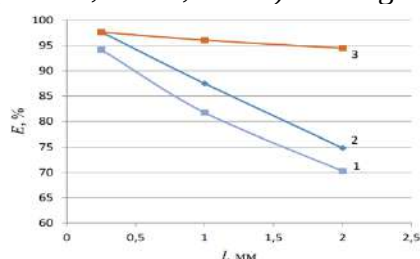
qiladi: aralashtirish vaqti va tezligi, fosfogipsning zarrachalarining hajmi, harorat va K_2CO_3 ning stexiometrik meyor. Ushbu jarayonni o'tkazish uchun maqbul sharoitlarni tanlash uchun fosfogips va mahalliy chiqindi kungaboqar kulidan foydalanilgan holda texnologik parametrlarning ta'siri o'rganildi. Haroratni oshirish va kaliy karbonat stexiometrik me'yori oshirish Ca^{2+} ionlaridan foydalanish darajasiga sezilarli ta'sir ko'rsatmadi, shuning uchun keyingi barcha tadqiqotlar $30^\circ C$ da o'tkazildi.

Tajribalarning birinchi bosqichida o'rganilayotgan tuzlarning parchalanishiga aralashtirish vaqtining ta'siri o'rganildi. Tajribalar 0,25 mm fraktsiyali fosfogips yordamida, aralashtirish rejimi 300 rpm, harorat $30^\circ C$ yordamida amalga oshirildi. O'rganilgan bu jarayon yuqori tezlikda sodir bo'ladi va faqat 5 daqiqa aralashtirilgandan so'ng Ca^{2+} ionlaridan foydalanish darajasi 88,40% ni tashkil qiladi. 10-15 daqiqa davomida aralashtirganda, reaksiya tezligi yanada oshadi va 15-25 daqiqada maksimal qiymat 90,11% ga etadi. Aralashtirish vaqtining yanada ortishi bilan reaksiya sekinlashadi va Ca^{2+} ionlaridan foydalanish darajasining ortishi deyarli kuzatilmaydi. Natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

Fosfogipsning zarracha kattaligining ta'sirini o'rganishda shuni hisobga olish kerakki, zarrachalar qanchalik kichik bo'lsa, reaksiya shunchalik to'liq va tezroq bo'ladi. Sanoat sharoitida olingan fosfogipsning zarrachalar hajmi 0,314 mm dan past o'lchamda maydalashni iloji bo'lmadi.

Tadqiqotlar uchun quyidagi fraktsiyalar ishlatilgan: -0,25 mm, -1,0 mm va -2,0 mm. Ca^{2+} ionlaridan foydalanish darajasining ishlatiladigan fosfogips zarrachalarining o'lchamiga bog'liqligi.

Natijalar. 2-rasmda turli xil aralashtirish vaqtlari (15 min, 1 soat, 3 soat) keltirilgan.



2-rasm: Ca^{2+} ionlarini (E) ishlatish darajasining fosfogipsning turli zarracha o'lchamiga (l) va aralashtirish vaqtiga bog'liqligi:

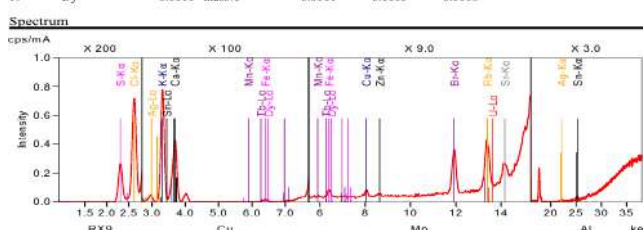
1) 25 min; 2) 60 min; 3) 180 min.

2-jadval

Fosfogips va kaliy karbonat konversiyasining sifat va miqdoriy ko'rsatkichlari fosfogips aralashtirish rejimi 300 rpm va harorat $30^\circ C$

Jarayon davomiy-ligi, min	Faza	Ion tarkibi, %				Tuz tarkibi, %			
		K ⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	CaSO ₄	K ₂ SO ₄	CaCO ₃	K ₂ CO ₃
5	filtrat	2,92	0,07	3,31	0,29	0,05	5,78	-	0,39
	qattiq faza	1,97	30,5	10,45	45,32	15,7	-	72,19	4,20
10	filtrat	3,11	0,05	3,87	0,33	0,02	5,82	-	0,47
	qattiq faza	1,63	31,8	6,96	49,55	11,8	-	79,78	3,69
15	filtrat	3,07	0,06	3,76	0,28	0,02	5,78	-	0,30
	qattiq faza	1,37	31,9	6,82	47,71	8,23	-	81,58	2,55
25	filtrat	2,90	0,06	4,04	0,22	0,03	5,98	-	0,35
	qattiq faza	1,26	30,1	4,78	52,13	7,56	-	84,11	2,33

Analyzed result (FP method)						
No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ
1	Total	88.5	mg/cu2			
2	S	0.638	mass%	0.0023	0.0007	0.0020
3	Cl	0.773	mass%	0.0017	0.0003	0.0008
4	K	1.92	mass%	0.0077	0.0012	0.0036
5	Ca	0.705	mass%	0.0037	0.0033	0.0099
6	Mn	(0.0007)	mass%	0.0002	0.0005	0.0014
7	Fe	0.0022	mass%	0.0002	0.0003	0.0010
8	Cu	0.0008	mass%	<0.0001	0.0001	0.0003
9	Zn	0.0003	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0002
10	Br	0.0012	mass%	<0.0001	<0.0001	<0.0001
11	Rb	0.0010	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0001
12	Sr	0.0004	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0001
13	Ag	0.0005	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0003
14	Sb	0.0014	mass%	0.0001	0.0002	0.0007
15	U	(0.0001)	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0003
16	H2O	95.9	mass%	0.0005	0.0001	0.0003
17	Zr	0.0074	mass%	0.0004	0.0010	0.0029
18	Tb	(0.0010)	mass%	0.0001	0.0003	0.0008
19	Dy	0.0010	mass%	0.0001	0.0003	0.0008



3-rasm. Kaliy sulfat eritmasining elementar tahlil analizi.

Muhokama. Birinchi bosqichdan so'ng olingan suspenziya filtrlanadi, natijada taxminan 89% $CaCO_3$ va 6,5-7% K_2SO_4 o'z ichiga olgan filtrat hosil bo'ladi. Filtrdan K_2SO_4 ni ajratib olish undan suvni bug'lantirish orqali amalga oshirildi. Aniqlanishicha, dastlabki massadan 18,7% suv bug'langanda eritma loyqa bo'lib qoladi, bu esa yomon eriydigan kalsiy tuzlari hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, ular issiq filtrlash orqali chiqariladi. Tozalangan eritma suvning 70% gacha qayta-qayta bug'lanishi va sovutilish jarayonlari olib boriladi, buning natijasida 98,9% K_2SO_4 o'z ichiga olgan mahsulot kristallanadi.

Suvda yomon eriydigan kalsiy birikmalarini ajratmasdan to'liq olib tashlagan taqdirda hosil bo'lgan cho'kma tarkibida atigi 94,9% K_2SO_4 yoki 50,99% K_2O bo'lib, u qishloq xo'jaligi talablarini to'liq qondiradi.

Xulosa. Fosfogips va kaliy karbonatni suvli muhitda $20^\circ C$ haroratda, o'rganilayotgan tuzlarning stexiometrik normasi va 15-30 daqiqa davomida 200 rpm aylanish tezligida aralashtirish orqali kaliy sulfat olish imkoniyati o'rnatildi. Olingan sus-

penziya filtrlanadi, natijada 90-91% CaCO_3 va 8% K_2SO_4 ni o'z ichiga olgan filtrat hosil bo'ladi. Olingan eritma bug'langanda tarkibida 92-95% K_2SO_4 bo'lgan tuz kristallandi. Bundan tashqari qishloq xo'jaligi ekinlari uchun xlorsiz kaliyli o'g'itlar olish mumkinligi o'rganildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Готто З. А. и др. Получение сульфата калия конверсией фосфогипса карбонатом калия //Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия химических наук. – 2019. – Т. 55. – №. 4. – С. 483-489.
2. Umarova M., Dekhkanov Z., Aripov K. Obtaining potassium sulphate by conversion of potassium chloride and ammonium sulphate //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 460. – С. 09035.
3. Mohamed C., López F. A., López-Delgado A. Environmental impact and management of phosphogypsum. Environ Manag.
4. Goncharik I. I. et al. Production of Potassium Sulphate by Conversion of Phosphogypsum and Potassium Chloride in Ammonia Solution //Russian Journal of Applied Chemistry. – 2020. – Т. 93. – С. 346-351.

UO'K: 662.613.11

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.32

ANGREN ISSIQLIK ELEKTR STANSIYASI TEXNOGEN CHIQINDILARNI QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASINING TADQIQODLARI



**Xoshimxanova Muhayyo
Abralovna**

TDTU Olmaliq filiali "Kimyoviy
texnologiya" kafedrası dotsenti,
Toshkent, O'zbekiston

E-mail:

muhayyoxoshimxanova568@gmail.com



**Irsaliyeva Dilnoza
Baxtiyor qizi**

Islom Karimov nomidagi
TDTU doktranti,
Toshkent, O'zbekiston

E-mail:

irsaliyeva.dilnozaa@gmail.com



**Samatov Salimjon Olim
o'g'li**

TDTU Olmaliq filiali "Kimyoviy
texnologiya" kafedrası
magistranti,
Toshkent, O'zbekiston

E-mail:

salimjonsamatov0@gmail.com

Annotatsiya. Texnika va texnologiyalarning rivojlanishi va avtomatlashib borishi natijasida hozirgi vaqtda chiqindisiz ishlab chiqarish texnologiyasiga talab tobora ortib bormoqda. Butun dunyo olimlari sanoat chiqindilaridan metallar ajratib olish natijasida izlanishlar olib borishmoqda. Issiqlik elektr stansiyalari texnogen chiqindilari hisoblangan zoloshlak, kimyoviy tarkibiga ko'ra rangli va nodir metallarni o'z ichiga oladi.

Kalit so'zlar: zoloshlak, kul, qimmatbaho komponentlar, spektrial tahlil.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ АНГРЕНСКАЯ ТЭС

**Хошимханова Мухайё
Абраловна**

Доцент, Алмалыкский филиал
ТГТУ, Ташкент, Узбекистан

**Ирсалиева Дилноза
Бахтиёр кизи**

Докторант, ТГТУ им. Ислама
Каримова, Ташкент, Узбекистан

**Саматов Салимжон
Олим угли**

Магистрант Алмалыкского
филиала ТГТУ, Ташкент,
Узбекистан

Аннотация. В результате развития и автоматизации техники и технологий возрастает потребность в технологии безотходного производства. Ученые всего мира проводят исследования в результате извлечения металлов из промышленных отходов. Золашлак, считающаяся техногенными отходами теплоэлектростанций, по своему химическому составу содержит цветные и редкие металлы.

Ключевые слова: золашлак, ценные компоненты, спектральный анализ.

ANGREN THERMAL POWER STATION RESEARCH OF TECHNOLOGICAL WASTE RECYCLING TECHNOLOGY

**Khoshimkhanova
Mukhayo Abralovna**

Docent, Almalyk branch of TSTU,
Tashkent, Uzbekistan

**Irsaliyeva Dilnoza
Bakhtiyor kizi**

Doctoral student of TSTU named
after Islam Karimov, Tashkent,
Uzbekistan

**Samatov Salimzhon Olim
ugli**

TSTU Almalyk Branch Master's
student, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. As a result of the development and automation of technology and technology, the need for waste-free production technology is increasing. Scientists around the world are conducting research as a result of extracting metals from industrial waste. Ash, considered to be technogenic waste from thermal power plants, contains non-ferrous and rare metals in its chemical composition.

Keywords: Ash and slag, valuable components, spectral analysis.

Kirish. Bugungi kunda dunyoda issiqlik elektr stansiyalaridan hosil bo'layotgan kul va shlak chiqindilarini kompleks qayta ishlash hamda tarkibidan qimmatbaho komponentlar ajratib olishning zamonaviy avtomatlashtirilgan va yangi texnologiyalarini yaratishga katta e'tibor qaratilmoqda. Shu bilan birgalikda asosiy e'tiborni nodir metallarni kompleks ravishda ajratib olish shuningdek, chiqindisiz ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish maqsadida izlanishlar olib borilmoqda.

Adabiyotlar tahlili va metodlar.

Metallurgiya sohalarida texnogen chiqindilarini kompleks qayta ishlash texnologiyasini ishlab chiqishga qaratilgan tadqiqotlar dunyoning yetakchi institutlarida jumladan, University of Kioto (Yaponiya), Cardiff Metropolitan University (Buyuk Britaniya), M.B.Ломоносов nomidagi "MDU"da (Rossiya), Miliy tadqiqod va texnologiyalar universitetida (Rossiya), Sankt-Peterburg davlat politexnika universitetida (Rossiya), Tomsk davlat universitetida (Rossiya), Sibir federal universiteti Yu.A.Kosigin nomidagi Tektonika va geofizika institutida USHB RFA (Rossiya), O.A.Baykonurov nomidagi Tog'-metallurgiya institutida (Qozog'iston), Qozon davlat energetika universitetida (Rossiya), Ukraina davlat kimyoviy texnologiya universitetida (Ukraina), Mineral resurslar institutida, O'zR FA Geologiya va geofizika institutida, O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo institutida, I.Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti "Fan va taraqqiyot" davlat unitar korxonasida (O'zbekiston)larida ilmiy izlanishlar olib borilmoqda [1].

Dunyo miqyosida texnogen kul chiqindilarini qayta ishlash texnologiyasini ishlab chiqishga qaratilgan tadqiqotlarda bir qator ilmiy natijalarga erishilgan, jumladan: noyob metallarni va vanadiyni uchuvchi ko'mir kulidan ajratib olishning gidrometallurgik usuli yaratilgan (University of Kioto); uran, toriy, ittriy va noyob yer elementlarini konditsion bo'lmagan xomashyodan ajratib olish tezligiga ta'sir etuvchi omillar aniqlangan (Cardif

Metropolitan University); energetika ko'mirlari yonishi kul changidan galliyni ajratib olishning kislotali ekstraksiyalash texnologiyasi ishlab chiqilgan na'munalarini boyitish va chang ko'rinishidagi nodir metallar zarralarini ajratib olish usuli ishlab chiqilgan (Yu.A.Kosigin nomidagi Tektonika va geofizika instituti USHB RFA); qurilish materiallarini ishlab chiqarishda kul va kul chiqindilaridan foydalanish aniqlangan (Sankt-Peterburg davlat politexnika universiteti); kul chiqindilarning atrof-muhitga ta'siri omillari aniqlangan va ularni hal etish yo'llari ko'rsatilgan ("Uzoq sharq federali universiteti"); sanoat kul chiqindilarining nurlanish ko'rsatkichlari aniqlangan (Zabaykal davlat universiteti); atrof-muhitdagi antropogen ta'sirni kamaytirish uchun ikkilamchi resurslar sifatida kul chiqindilardan foydalanish imkoniyati aniqlangan (Tomsk politexnika universiteti) [2,3,4].

Dunyoda IES texnogen kul chiqindilarini kompleks qayta ishlash bo'yicha jumladan, quyidagi ustuvor yo'nalishlarda tadqiqotlar olib borilmoqda: kompozitsion kul chiqindilarining texnologik mineralogiyasining tarkibiy qismi bo'lgan qimmatbaho komponentlar joylashuvining mineralogik shakllari va kompleks tarkibini aniqlash; murakkab birikmalarning termodinamik qiymati bo'yicha o'zgarishini asoslash; texnogen kul chiqindi, kul changi, mikrosfera va "yonmagan ko'mir"larning bir-biridan farqini aniqlash; kislotali ishqorlashda temir va alyuminiy kabi makrokomponentlar bilan bir qatorda kamyob yer metallarining eritmaga o'tishini isbotlash; kamyob metallarni kationitlarda sorbsiyalash kinetikasini o'rganish; zararli komponentlarni, shuningdek, qimmatbaho, noyob va noyob yer elementlarini ajratib olish texnologiyasini ishlab chiqish.

Tarkibida qimmatbaho komponentlar bo'lgan texnogen chiqindilarni kompleks qayta ishlashning ilmiy tadqiqotlari bo'yicha quyidagi olimlar: Grinchuka B.V., Shpirt M.Ya., Berry E.E., Xudyakova L.I., Sandhu S.S., Michalikova F., Tsuboi Izumi, Anshits A.G., Berry E.E., Hemmings

R.T., Golden D.M., Cherepanov A.A., Rondia D., Borbat V.F., Adeeva L.N., Mixaylov Yu.L. Abisheva Z.S., Malikova O.I., Xlopiskiy A.A., Salixov V.A., Xagleev E.P., Shamsutdinova E.V. Sharipov X.T., Iskandarova M.I., Shukurov N.E., Turesebekov A.X. Alimov R.S., Yusupxodjaev A.M. kabi olimlar sohani rivojlantirishda o'z hissalarini qo'shib kelmoqdalar.

Respublikamiz hududidagi Angren va Yangi-Angren issiqlik elektr stansiyalarida Angren ko'mirining yonishi natijasida hosil bo'lgan kul va shlak chiqindilari faqat Angren konchilik mintaqasida mavjud. Kul va shlakning umumiy hajmi 15 million tonnadan ortiq bo'lib, uni qayta ishlash bo'yicha kompleks texnologiya mavjud emas [5,6,7].

"Yangi Angren IES" AJ rahbariyati issiqlik elektr stansiyasi yagona yirik korxona ekanligini va Angren ko'mir konidan yiliga 2,5 million tonnadan 3,0 million tonnagacha qo'ng'ir ko'mir iste'mol qiladigan energetika korxonasi va yiliga 130 ming tonna kul va shlak chiqindilarini hosil bo'lishini ta'kidlab o'tdi [8].



1-rasm. Angren va Yangi Angren issiqlik elektr stansiyasining joylashuv xaritasi.

Ularning faqat kichik qismi qurilish sanoati va sement ishlab chiqarishda qo'llaniladi, bunda ular temir, alyuminiy, nodir va noyob yer metallari yuqori markali beton ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida foydalanish mumkin.

Tadqiqot natijalari. Tadqiqot uchun Angren issiqlik elektr stansiyalari sanoat korxonasining bunkeridan namuna uchun kul olindi. Olingan namunani Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali laborotriya xonasida MTS-55 modeli quritish pechida 1150-1200°C da 1 soat davomida qizdirildi. So'ngra sovitilib, spektral tahlili o'tkazildi.

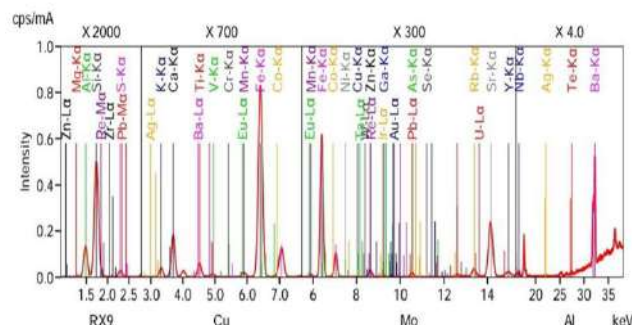
Angren issiqlik elektr stansiyalarining spektral analiz tahlil natijalari 34 ta element

mavjudligini ko'rsatdi. Tarkibida kremniy, alyuminiy, kalsiy, temir, kaliy kabi metallarning miqdoriga ko'pligi, rangli metallardan kumush, xrom, marganes, zux, titan, bariy, qo'rg'oshin va boshqa metallar mavjudligi aniqlandi.



2-rasm. Angren IES kul namunalarini laborotriya sharoitida quritish uchun ishlatilgan quritish shkafi (Model: MST-55).

Si-25.1 %, Al-14.2%, Ca-4.22%, Fe-2.5%, K-1.46%, Zr-0.179%, Ti-0.573%, Mn-0.0483%, Sr-0.0688%.



3-rasm. Angren issiqlik elektr stansiyasi kulining spektral analiz grafigi va asosiy elementlar tarkibi (Si, Al, Ca, Fe, K, Zr, Ti, Mn, Sr) bo'yicha aniqlangan miqdoriy taqsimoti.

Xulosa. Shunday qilib, mavjud usullar tekshirilmoqda va tahlil qilinmoqda. Qimmatbaho komponentlar va nodir metallarni qazib olish ishlab chiqarish texnologiyasini ishlab chiqarishda kompozitsion kul va shlaklardan oqilona foydalanib, chiqindisiz ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish maqsadida izlanishlar olib borilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Зверева Э.Р., Плотникова Ф.И., Бурганова Ф.И., Зверев Л.О., Латыпова Д.М. *Извлечение ценных компонентов из золошлаковых отходов тепловых электрических станций.* – 2020.
2. Хошимхонова М.А., Бозоров А.Н. *Анализ химического состава и технологического процесса переработки золошлаковых отходов ТЭЦ.* – 2021.
3. Удякова Л.И., Залуцкий А.В., Палеев П.Л. *Использование золошлаковых отходов тепловых электростанций. XXI век.* – 2019. – 391 с.
4. Мамараимов Г.Ф., Исроилова И.И. *Изучение возможности извлечения благородных и драгоценных металлов на основе переработки отходов золошлаков Ангренской и Новоангренской ТЭС.* – 2020.
5. Мязин В.П., Черкасов В.Г., Ихисоева И.П., Астафьев Е.В., Мязина В.И., Шестернев Д.М. *Поточная линия для выделения ценных компонентов из золошлаковых отходов.* – 2009.
6. Теляков А.Н., Горленков Д.В., Александрова Т.А., Шмидт Д.В., Закирова А.И. *Способ извлечения благородных металлов из отходов радиоэлектронной промышленности.* – 2014.
7. Делицын Л.М., Рябов Ю.В., Попель О.С., Гаджиев Ш.А. *Способ комплексной переработки золы отвалов тепловых электростанций и установка для комплексной переработки золы отвалов тепловых электростанций.* – 2016.
8. Вохидов Б.Р., Ахатов Ж.А., Худоёров Р.Ж., Зиёдинов Ш.У., Орзиев М.Н., Араббоев Ф.А. *Разработка комплексной технологии извлечения благородных и драгоценных металлов на основе переработки отходов золошлаков Ангренской и Ново-Ангренской ТЭС.* – 2020.

UO‘K: 544.18:661.183.2

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.1

**TIOKARBAMID, FORMALDEGID, LIMON KISLOTASI ASOSIDA OLINGAN
KATIONITNING REAKSION QOBILIYATINI KVANT-KIMYOVIY
HISOBLASH NATIJALARI**



**Mo'minova Shaxnoza
Normahammadovna**

Termiz davlat universiteti katta
o'qituvchisi, Termiz, O'zbekiston
E-mail:
mominovashahnoza24@gmail.com



**Muqumova Gulvar
Jumayevna**

PhD, dots. Termiz davlat
universiteti, Termiz, O'zbekiston
E-mail:
gulvarmuqimova@gmail.com



**Turayev Xayit
Xudoy nazarovich**

Kimyo fanlari doktori, prof. Termiz
davlat universiteti, Termiz,
O'zbekiston
E-mail: hhturaev@rambler.ru



**Kasimov Sherzod
Abduzoirovich**

Kimyo fanlari doktori, prof. Termiz
davlat universiteti, Termiz,
O'zbekiston
E-mail: qosimovsh@tersu.uz

Annotatsiya. Hozirgi kunda issiqlik va atom elektrostansiyalari, kimyoviy ishlab chiqarish, radiotexnika va elektrotexnika sanoatida, mashinasozlik, IES, AES, oziq-ovqat va farmasevtika sanoatida jadal rivojlanmoqda. Shunday ekan, kationitlarga bo'lgan talab homon ortmoqda. Dunyo miqyosida tanlab ta'sir etuvchan, teskor va ekspress kompleks hosil qiluvchi kationitlar olishda tarkibida azot hamda oltingugurt bo'lgan kationitlarni organik polimer va mineral matritsalarga immobillashga yo'naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari yo'lga qo'yilgan. Ushbu ishda oqova suvlarni zararli va og'ir metallardan tozalash uchun samarali kationit sintezi hamda Tiokarbamid, formalin va vino kislotasi asosidagi kationit molekulasi reaksiya qobiliyatini kvant-kimyoviy hisoblash dasturlari Avogadro, Hyper Chem 8.01, Asselrys MS Modeling 3.0.1 cheklangan Semi-empirical (UHF) usuli orqali, SCF-MO qo'llagan holda yarim empirik AM1, MNDO, PM3, RM1 va MINDO3 metodi bilan Intel Pro Pentium 1.40 GGs kompyuterida hisoblashlar olib borildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki tiokarbamid, formalin hamda limon kislotasi ishtirokida sintez qilingan kationitning sorbsiya sig'imi yuqori hamda asosan Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} ionlari uchun samarali ekanligini ko'rish mumkin.

Kalit so'zlar: Kationit, sorbsiya sig'imi, tiokarbamid, formalin, limon kislotasi, kvant-kimyoviy hisoblash.

**РЕЗУЛЬТАТЫ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ РЕАКЦИОННОЙ
СПОСОБНОСТИ КАТИОНИТА, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ
ТИОКАРБАМИДА, ФОРМАЛЬДЕГИДА, ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ**

**Муминова Шахноза
Нормаммадовна**

Термезский государственный
университет, Термез,
Узбекистан

**Мукумова Гульвар
Джумаевна**

PhD, доц. Термезский
государственный университет,
Термез, Узбекистан

**Тураев Хаит
Худойназарович**

Доктор химических наук,
профессор. Термезский
государственный университет,
Термез, Узбекистан

**Касимов Шерзод
Абдузоирович**

Доктор химических наук,
профессор. Термезский
государственный университет,
Термез, Узбекистан

Аннотация. В настоящее время он активно развивается на тепловых и атомных электростанциях, в химическом производстве, в радиотехнической и электротехнической промышленности, машиностроении, в IES, АЭС, пищевой и фармацевтической промышленности. Поэтому спрос на катиониты постоянно растет. При получении катионитов

которые избирательно воздействуют на окружающую среду, производят комплекс tescor и экспресс, были проведены исследовательские работы, направленные на иммобилизацию катионитов, содержащих азот и серу, в органические полимерные и минеральные матрицы. В этой работе рассматривается эффективный синтез катионита для очистки сточных вод от вредных и тяжелых металлов и квантово-химические расчеты реакционной способности молекулы катионита на основе тиокарбамида, формалина и винной кислоты с помощью Avogadro, Hyper Chem 8.01, Asselrys MS Modeling 3.0.1 ограниченным полумпирическим методом (UHF), полумпирического AM1. были проведены расчеты с использованием методов SCF-MO, MNDO, PM3, RM1 и MINDO3 на компьютере Intel Pro Pentium 1.40 GGs. Полученные результаты свидетельствуют о том, что катионит, синтезированный в присутствии тиокарбамида, формалина и лимонной кислоты, обладает высокой сорбционной способностью и эффективен в первую очередь для ионов Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} .

Ключевые слова: катионит, сорбционная емкость, тиокарбамид, формалин, лимонная кислота, количественно-химический расчет.

THE RESULTS OF QUANTUM CHEMICAL CALCULATIONS OF THE REACTIVITY OF CATIONITE OBTAINED ON THE BASIS OF THIOCARBAMIDE, FORMALDEHYDE, CITRIC ACID

Muminova Shakhnoza
Normakhammadovna

Senior Lecturer at Termez State
University, Termez, Uzbekistan

Mukumova Gulvar
Dzhumaevna

PhD, Assoc. Prof. Termez State
University, Termez, Uzbekistan

Turaev Khait
Khudoinazarovich

Doctor of Chemistry, Professor,
Termez State University, Termez,
Uzbekistan

Kasimov Sherzod
Abdusoyirovich

Doctor of Chemistry, Professor,
Termez State University, Termez,
Uzbekistan

Abstract. Currently, it is rapidly developing in the heat and nuclear power plants, chemical production, radio engineering and electrical engineering industries, mechanical engineering, IES, AES, food and pharmaceutical industries. Therefore, the demand for cationites is growing homon. In obtaining cationites that selectively affect the world, produce a tescor and an express complex, research work has been carried out aimed at immobilizing cationites containing nitrogen and sulfur into organic polymer and mineral matrices. In this work, effective cationite synthesis to purify effluents from harmful and heavy metals and quantum-chemical computational applications of reactivity of a Thiocarbamide, formalin, and vino acid-based cationite molecule via Avogadro, Hyper Chem 8.01, Asselrys MS Modeling 3.0.1 limited Semi-empirical (UHF) method, semi-empirical AM1 using SCF-MO, MNDO, PM3, RM1, and MINDO3 method with Intel Pro Pentium 1.40 GGs computer calculations were made. The results suggest that cationite synthesized in the presence of thiocarbamide, formalin, and citric acid has a high sorption capacity and can be seen to be effective primarily for Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} ions.

Keywords: Cationite, sorption capacity, thiocarbamide, formalin, citric acid, quatn-chemical calculation.

Kirish. Mualliflar tomonidan keltirilgan ushbu ishda turli funksional guruhlarga ega, shu jumladan aminofosfoniklarga ega bo'lgan kuchsiz kislotali kation almashtirgichlarda namunaviy eritmalardan indiy, temir (III) va rux ionlarining sorbsiya kinetikasi o'rganilgan. Sorbsiya jarayoni-ning aralash diffuziya rejimi o'rnatilgan, bu ko'rinadigan faollashuv energiyasining qiymatlari bilan tasdiqlangan. Tashqi va ichki diffuziyaning

diffuziya koeffitsientlari va tezlik konstantalari hisoblab chiqilgan. Kimyoviy o'zaro ta'sir bosqichining hissasini aniqlash uchun psevdobirinch va psevdodikinch tartibli modellar qo'llanilgan [1-5].

Mualliflar tomonidan keltirilgan ushbu ishda 5% karbamid eritmasi bilan ishlov berilgan qarg'ay po'stlog'ining og'ir metallar Cu(II), Ni(II), Zn(II) va Pb(II) bilan bog'liq sorbsion xossalari o'rganilgan. Tozalangan qobig'i yuqori sorbsion

xususiyatlarga ega va ishlov berilmagan po'stlog'iga nisbatan bir necha barobar ko'proq metallarni saqlashi aniqlangan. Langmuir va Freundlich sorbsiya izotermalarning parametrlari olingan. Po'stlog va karbamid o'rtasidagi o'zaro ta'sirning mumkin bo'lgan mexanizmlari va karbamid eritmasi bilan ishlangan po'stlog'ida metallarning adsorbsiyasining kuchayishi sabablari ko'rib chiqilgan [6].

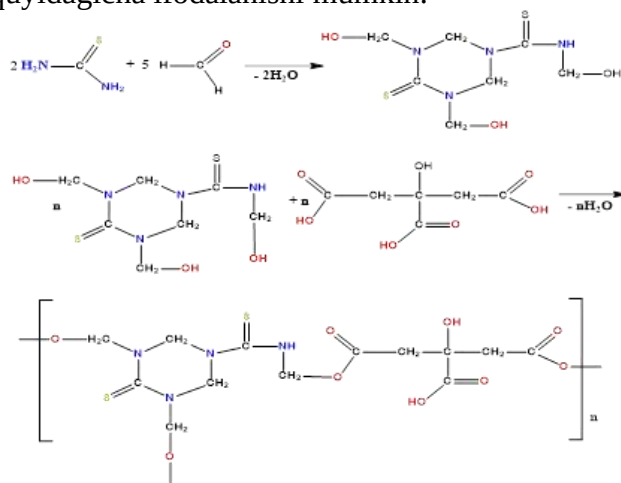
Ushbu maqolada yangi turdagi kationit - modifikatsiyalangan zeolitlarda og'ir metallar ionlarini sorbsiyalash jarayonining fizik-kimyoviy tahlilidan olingan ma'lumotlar keltirilgan. Og'ir metallar ionlari adsorbsiyasidan so'ng Xolinskoe konidan olingan modifikatsiyalangan zeolitning IQ spektrlari o'rganilgan. O'rganilayotgan namunalarning energiya-dispersiv spektrlari olingan, bu kationitning ushbu turida og'ir metallar ionlarining sorbsiyasi faktini tasdiqlashi aniqlangan. O'zgartirilgan organosilikon birikmalari bilan metallni adsorbsiyalash mexanizmlari aniqlangan. Kationit regeneratsiyasidan keyin uning yuzasida rux va nikel ionlarining yo'qligi isbotlagan [7].

Adabiyotlar tahlili va usullari. Rangli va nodir metallarni ajratib olish uchun melamin, formalin va dikarbon kislotalar tarkibida azot va kislorod saqlagan xelat hosil qiluvchi kationitlar sintez qilindi. Sintez qilingan kationitning maqbul sharoitlari o'rganib chiqildi va kationitlar tarkibidagi moddalarning tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalari o'rganildi. Polikondensatlanish reaksiyalarining muqobil harorati sifatida 120°C tanlab olinib, 2,5-3 soat davomida bir tekis reaksiya olib borildi, natijada NaOH ning 0,1 n eritmasida almashinish reaksiya sig'imi eng yaxshi natija 4,0 mg-ekv/g ni tashkil qildi. melamin, formalin va dikarbon kislotalardan 1:3:1,5 nisbatlarda olinib sintez qilingan kationitlar eng yaxshi ko'rsatgichga ega bo'ldi. Raman spektroskopiya va kvant-kimyoviy xususiyatlari o'rganildi. Sintez qilingan kationitning monomer a'zosining elektron tuzilishi AM-1, PM3, MNDO va RM1 kvant-kimyoviy yarim empirik usul yordamida o'rganildi. Ligadlarning strukturasi va ularning Cu (II), Zn (II), Ni (II) ionlari bilan koordinatsion birikma hosil qilganligi tadqiqotlar natijalariga ko'ra aniqlanadigan natijalariga ko'ra kationitlar tuzilishi taklif qilindi.

Tajribaviy qism: Ushbu kationitni sintez qilishda qaytar sovutgich va avtomatik aralashtir-

gich bilan jihozlangan uch og'izli kolbaga 1,52 g(0,02 mol) tiokarbamid 4 ml(0,05 mol) formalin eritmasida eritib olindi so'ngra ammoniy gidroksid eritmasidan tomizib H=8-9 ga yetkazildi. 70-80 °C haroratda cho'ziluvchan massa hosil bo'lganda jarayon to'xtatildi. Hosil bo'lgan smolasimon aralashmaga 5 ml ammoniy gidroksiddagi eritmasida 1,92 g(0,01mol) 2-gidroksi-1,2,3-propantrikarbon kislotani eritib aralashtirib olindi. Temperatura 110-140°C ga yetganda qattiq massa hosil bo'lganini kuzatildi. So'ngra massa chinni kosachaga olindi. Sintez qilingan mahsulot quritish shkafida 20 soat mobaynida 100°C da quritib olindi. Mahsulot maydalanib, tarkibidagi qo'shimchalardan tozalash uchun dastlab NaOH ning 5% li eritmasi bilan keyin, neytral holga kelguncha distillan suv yordamida qayta qayta yuvib olindi. Jarayon so'ngida mayda g'ovaklardan iborat bo'lgan oq rangli mahsulot hosil bo'ldi. Reaksiya unumi 92 %.

Amalga oshirilgan tadqiqotlar natijalariga ko'ra, olingan TKFV kationitning sintez reaksiyasi quyidagicha ifodalanishi mumkin:



1-rasm. TKFV kationitining sintez reaksiyasi: tiokarbamid, formaldegid va limon kislotaning bosqichli polikondensatsiyasi.

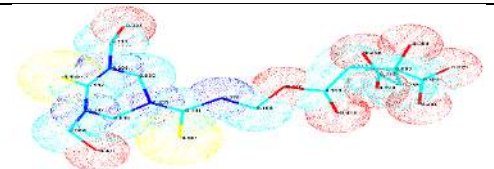
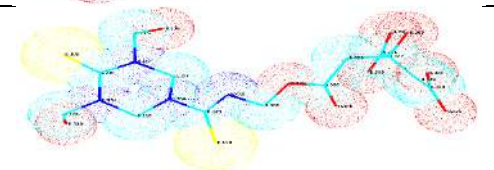
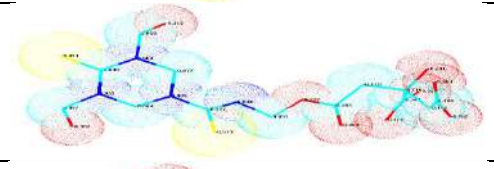
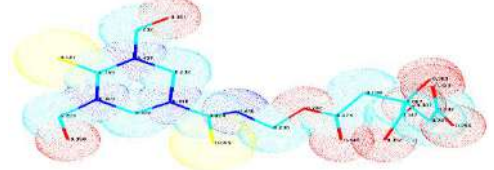
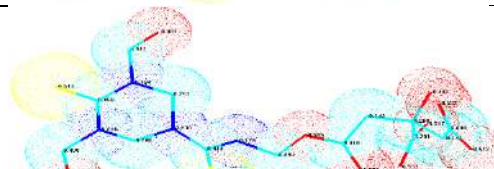
Natijalar tahlili. Tiokarbamid, formalin va limon kislotasi asosidagi kationit molekulasi reaksiya qobiliyatini kvant-kimyoviy hisoblash dasturlari Avogadro, Hyper Chem 8.01, Asselrys MS Modeling 3.0.1 cheklangan Semi-empirical (UHF) usuli orqali, SCF-MO qo'llagan holda yarim empirik AM1, MNDO, PM3, RM1 va MINDO3 metodi bilan Intel Pro Pentium 1.40 GGs kompyuterida hisoblashlar olib borildi. Molekula geometriyasini optimallashtirish Polak-Ribiere

(Conjugate gradient) algoritmini qoʻllagan holda amalga oshirildi. Ushbu metodlar molekulaning umumiy energiyasini va molekulyar orbitallarning elektron zichliklarini, hamda oʻrganilayotgan molekulaning geometrik optimizatsiyasini amalga oshirish imkonini yaratdi.

Muhim hisoblanadigan elektron xarakteristikalaridan biri bu Malliken boʻyicha atomlardagi effektiv zaryadlar (CHARGES) va sistemaning toʻliq energiyasidir (TOTAL ENERGY) (3.15-jadval).

1-jadval

Kationit molekulari donor atomlaridagi effektiv zaryad taqsimoti

Hisoblash usuli	TKFL
AM1	
MNDO	
PM3	
RM1	
MINDO3	

Kvant-kimyoviy beshta yarim empirik metodlar natijalariga koʻra xulosa qilib shuni aytish mumkinki, tiokarbamid, formalin va vino kislotasi asosidagi kationit molekulasida manfiy effektiv zaryadining yuqori qiymatlari C=O, C=S, C-O-C, triazin xalqadagi azot va ikkilamchi amin N-H guruhlaridagi kislorod, oltingugurt va azot atomlarida ekanligi ushbu atomlarning metall bilan

koordinatsion bogʻ bilan bogʻlanib 2 ta toʻrt, 2 ta besh va 4 ta olti aʼzoli xelat turdagi komplekslarni hosil qilishi mumkinligidan dalolat beradi.

2-jadval

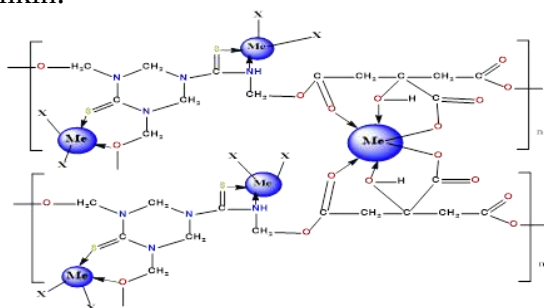
Kationit molekularidagi donor atomlarning effektiv zaryadi qiymatlari

Atomlar	AM1, eV	MNDO, eV	PM3, eV	RM1, eV	MINDO3, eV
TKFL					
$\delta O^1_{(C-O)}$	-0,337	-0,336	-0,312	-0,351	-0,487
$\delta N^1_{(N)}$	-0,289	-0,417	-0,063	-0,437	-0,184
$\delta S^1_{(C-S)}$	-0,456	-0,388	-0,493	-0,521	-0,613
$\delta O^1_{(O-H)}$	-0,337	-0,340	-0,307	-0,350	-0,485
$\delta N^2_{(N)}$	-0,302	-0,443	-0,033	-0,463	-0,218
$\delta N^3_{(N)}$	-0,259	-0,364	-0,005	-0,410	-0,238
$\delta S^2_{(C-S)}$	-0,601	-0,516	-0,573	-0,655	-0,680
$\delta N^1_{(NH)}$	-0,276	-0,270	-0,046	-0,430	-0,170
$\delta O^1_{(C-O-C)}$	-0,272	-0,320	-0,227	-0,282	-0,506
$\delta O^1_{(C=O)}$	-0,424	-0,420	-0,453	-0,445	-0,661
$\delta O^2_{(O-H)}$	-0,304	-0,308	-0,291	-0,309	-0,491
$\delta O^3_{(O-H)}$	-0,301	-0,290	-0,329	-0,352	-0,533
$\delta O^2_{(C=O)}$	-0,279	-0,285	-0,312	-0,307	-0,517
$\delta O^3_{(C=O)}$	-0,319	-0,322	-0,353	-0,329	-0,552
$\delta O^2_{(C-O)}$	-0,278	-0,276	-0,262	-0,296	-0,512
E	4732,9594 (kcal/mol)	4726,7814 (kcal/mol)	4755,0919 (kcal/mol)	3366,8973 (kcal/mol)	-4803,1988 (kcal/mol)

Muhokama. Tiokarbamid, formalin, 2-gidrokso-1,2,3-propantrikarbon kislotasi asosidagi kationitning HOMO dagi elektron zichligi triazin xalqadagi azot guruhlaridagi kislorod va azot atomlarida hamda C=O, C=S, C-O-C atomlarida joylashgan (3.26-rasm). Shu sababdan ham tiokarbamid, formalin, 2-gidrokso-1,2,3-propantrikarbon kislotasi asosidagi kationit kuchli maydon hosil qiladi va Pirsonning “qattiq va yumshoq kislotalar va asoslar” prinsipiga koʻra, -O-, -C=O, C=S guruhi va triazin xalqasidagi azot atomlari spektator kationit

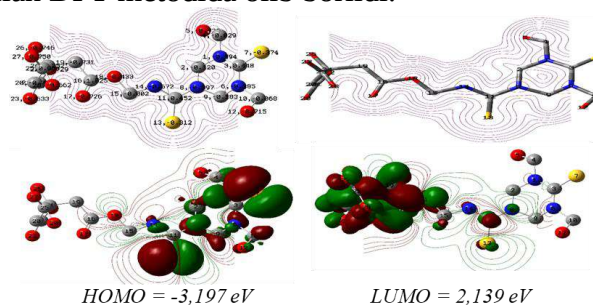
sifatida raqobatlashadi. Natijada oraliq kislotalar Cu(II), Ni(II), Zn(II) bilan triazin halqasidagi azot atomlari hamda -O-, C=S, va -C=O guruhi 2 ta to'rt, 2 ta besh va 4 ta olti a'zoli mustahkam xelat xalqali komplekslar hosil qiladi. Ushbu kompleks birikmalar metall ioni orbitallida bo'linish energiyasi yuqori bo'lganligi sababli past spinli kompleks birikmalar hisoblanadi.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasiga ko'ra IQ-va kvant-kimyoviy tadqiqotlar natijalariga ko'ra, Cu(II), Zn(II) va Ni(II) ning TKFL kationitning bitta monomeriga nisbatan hosil qilgan kompleks birkmasining tuzilishi quyidagicha ifodalanishi mumkin:



2-rasm. TKFL kationit asosida Cu(II), Zn(II) va Ni(II) ionlari bilan hosil bo'lgan koordinatsion komplekslarning taklif etilgan molekulyar modeli (IQ-analiz va kvant-kimyoviy hisob-kitoblar asosida).

Xulosa. Ushbu tadqiqotlar natijasiga ko'ra o'rganilayotgan kationitlarning Olib borilgan tadqiqotlar natijasiga ko'ra o'rganilayotgan kationitlarning geometriyalari Avogadro dasturidan foydalanib hosil qilingan va GaussView 6.0.16 dasturiy ta'minotidan foydalanib Molekula tuzilishlari optimizatsiyalari gaz fazasidagi izolyatsiyalangan molekulalar uchun Li - Yanga- Parra korrelyatsiya funktsionalli (B3LYP) va 6- 311 G (d, p) bazislari bilan DFT metodida olib borildi.



3-rasm. TKFL da zaryadning atomlarda taqsimlanishi va chegaraviy orbitallarning lokallashuvi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Усольцев А. В. и др. Кинетика сорбции ионов индия, железа и цинка слабокислотными катионитами // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2015. – Т. 15. – №. 5. – С. 720-729.
2. Сыч Н. В. и др. Сорбция ионов тяжелых металлов активными углями, полученными химическим активированием кизиловой косточки // Хімія, фізика та технологія поверхні. – 2011. – Т. 2. – №. 2. – С. 213-218.
3. Войлошников Г. И., Войлошникова Н. С., Бывальцев А. В. Сорбция цианидных комплексов металлов активными углями // Цветные металлы. – 2010. – №. 7. – С. 29-32.
4. Сушинская Н. В., Курченко В. П. Сорбция тяжёлых металлов меланиновыми пигментам ряда дереворазрушающих грибов // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. – №. 4. – С. 83-87.
5. Алексеева А. А., Шайхиев И. Г., Степанова С. В. Очистка вод от ионов тяжелых металлов биосорбционными материалами на основе опада лиственных деревьев // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2015. – №. 3. – С. 19-30.
6. Хохотва А. П. Адсорбция тяжелых металлов сорбентом на основе сосновой коры // Химия и технология воды. – 2010. – Т. 32. – №. 6. – С. 604-612.

UO‘K: 621.357.2:621.357.3

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.9

NATRIY-OLTINGUGURTLI BATAREYALAR “SHUTTLE” EFFEKTINI KAMAYTIRUVCHI SOPOLIMERLI GELSIMON ELEKTROLIT SINTEZI



**Hakimov Farrux
Shokirjonovich**

DSc doktorant, Farg'ona davlat
texnika universiteti, Farg'ona,
O'zbekiston
E-mail: xakimov_farrux@list.ru
ORCID ID: 0000-0001-6339-3946



**Jalolov Jasurbek
Mahmudjon o'g'li**

Assistent, Farg'ona davlat texnika
universiteti, Farg'ona, O'zbekiston
E-mail: jasurbekjalolov777@gmail.com
ORCID ID: 0009-0009-2926-2219



**Xamdamova Shoxida
Sherzodovna**

O'quv ishlari bo'yicha prorektor,
DSc, professor, Oziq-ovqat
texnologiyasi va muhandisligi
xalqaro instituti, Toshkent,
O'zbekiston
E-mail: hamdamova79@list.ru
ORCID ID: 0000-0002-0614-8263



**Maksumova Oyto'ra
Sitdikovna**

K.f.d., professor, Toshkent kimyo-
texnologiya instituti, Toshkent,
O'zbekiston
E-mail: omaksumovas@mail.ru
ORCID ID: 0009-0008-0548-395X

Annotatsiya. Plastifikatsiyalangan akrilonitril (AN)-metil akrilat (MA) sopolimerlari asosidagi gel polimer elektrolitdan samarali natriy-oltingugurt batareyalari (Na-SB) uchun istiqbolli yechim sifatida taklif etilgan. Ushbu ishda, AN-MA sopolimer tarkibi va suyuq elektrolit miqdori optimallashtirilgan holda, ichki qarshiligi 1 Omgacha bo'lgan polimer elektrolitlar ishlab chiqilgan. Bu elektrolitlar natriy elektrodlarining yuzasiga “shuttle” effekti ta'sirida oqib o'tuvchi oltingugurtli sezilarli darajada kamaytirib, elektrokimyoviy barqarorlikni oshirgan. Skanerli elektron mikroskopiya (SEM) va energiya dispersiv rentgen spektroskopiyasi (EDS) yordamida sopolimer va gel elektrolitning sirt tasviri va elementar tahlili amalga oshirildi. Gel elektrolit tarkibidagi suyuq elektrolitning ortishi bilan yuzaning tekislanishi (amorflanishi) ko'rsatildi. Gel elektrolitda ortiqcha suyuq elektrolitning bo'lishi “shuttle” effektini oshib ketishiga sabab bo'lishi aniqlandi.

Kalit so'zlar: ichki qarshilik, elektrokimyoviy barqarorlik, natriy oltingugurtli batareya, passivatsiya, polimer elektrolit, sopolimer gel elektroliti, oqava suv tuzidan kompozit katod, energiya saqlash tizimi, uglerod nanoquvurlari, “shuttle” effekti, nominal solishtirma sig'imi.

СИНТЕЗ ГЕЛЕОБРАЗНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА С СОПОЛИМЕРОМ, СНИЖАЮЩЕГО «ЧЕЛНОЧНЫЙ» ЭФФЕКТ НАТРИЕВО-СЕРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

**Хакимов Фаррух
Шокирджонович**

Докторант, Ферганский
государственный технический
университет, Фергана,
Узбекистан

**Джалолов Джасурбек
Махмуджон угли**

Ассистент, Ферганский
государственный технический
университет, Фергана,
Узбекистан

**Хамдамова Шохид
Шерзодовна**

Проректор по учебной работе,
доктор наук, профессор,
Международный институт
пищевых технологий и
инжиниринга,
Ташкент, Узбекистан

**Максумова Ойтора
Ситдиқовна**

Доктор наук, профессор,
Ташкентский химико-
технологический институт,
Ташкент, Узбекистан

Аннотация. В качестве перспективного решения для эффективных натрий-серных аккумуляторов (Na-SB) предложен гелеобразный полимерный электролит на основе пластифицированных сополимеров акрилонитрила (AN) и метилакрилата (MA). В данной работе

были разработаны полимерные электролиты с внутренним сопротивлением до 1 Ом путем оптимизации состава сополимера AN-MA и содержания жидкого электролита. Эти электролиты значительно уменьшили количество серы, поступающей на поверхность натриевых электродов за счет «челночного» эффекта, что повысило электрохимическую стабильность. Визуализация поверхности и элементный анализ сополимера и гелевого электролита проводились с использованием сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС). Было продемонстрировано сглаживание поверхности (аморфизация) при увеличении содержания жидкого электролита в геле-электролите. Было обнаружено, что присутствие слишком большого количества жидкого электролита в гелеобразном электролите приводит к усилению челночного эффекта.

Ключевые слова: внутреннее сопротивление, электрохимическая стабильность, натрий-серный аккумулятор, пассивация, полимерный электролит, сополимерный гелевый электролит, композитный катод из соли сточных вод, система накопления энергии, углеродные нанотрубки, челночный эффект, номинальная удельная емкость.

SYNTHESIS OF A GEL-LIKE ELECTROLYTE WITH A COPOLYMER THAT REDUCES THE “SHUTTLE” EFFECT OF SODIUM-SULFUR BATTERIES

**Khakimov Farrukh
Shokirjonovich**

Doctoral student, Fergana State
Technical University,
Fergana, Uzbekistan

**Jalolov Jasurbek
Makhmudjon ugli**

Assistant, Fergana State Technical
University, Fergana, Uzbekistan

**Khamdamova Shokhida
Sherzodovna**

Vice-Rector for Academic Affairs,
Doctor of Sciences, Professor,
International Institute of Food
Technology and Engineering,
Tashkent, Uzbekistan

**Maksumova Oytora
Sitdikovna**

Doctor of Sciences, Professor,
Tashkent Institute of Chemical
Technology, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. A gel polymer electrolyte based on plasticized acrylonitrile (AN)-methyl acrylate (MA) copolymers is proposed as a promising solution for efficient sodium-sulfur batteries (Na-SB). In this work, polymer electrolytes with an internal resistance of up to 1 Ohm were developed by optimizing the AN-MA copolymer composition and the amount of liquid electrolyte. These electrolytes significantly reduced the sulfur migration to the surface of sodium electrodes due to the “shuttle” effect, increasing electrochemical stability. Scanning electron microscopy (SEM) and energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS) were used to image the surface and perform elemental analysis of the copolymer and gel electrolyte. It was shown that the surface flattening (amorphization) occurred with an increase in the liquid electrolyte content of the gel electrolyte. It was found that the presence of excess liquid electrolyte in the gel electrolyte caused an increase in the “shuttle” effect.

Keywords: Internal resistance, electrochemical stability, sodium-sulfur battery, passivation, polymer electrolyte, copolymer gel electrolyte, composite cathode from wastewater salt, energy storage system, carbon nanotubes, shuttle effect, nominal specific capacity.

Kirish. Mamlakatimiz va jahon atmosfera-sining keskin yomonlashuvi inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda [1]. Shu sababdan ko'plab chiqindisiz va energiyatejamkor texnologiyalarga bo'lgan talab keskin oshmoqda [2-4]. Shuningdek, hozirda alternativ energiya manbalaridan olinadigan energiyani yig'ish va saqlash ham olimlar oldida turgan muhim masalalardan bo'lib turibdi [6]. Buning uchun hozirda omma-

lashgan litiy-ion batareyalari (LIBs) zamonaviy energiya saqlash tizimlarida keng qo'llanilsada, ularning energiya zichligi yangi avlod texnologiyalarining talablarini to'liq qondira olmaydi [7]. Shu sababli, litiy-oltingugurt batareyalari (LSBs) yuqori nazariy quvvat sig'imi ($1675 \text{ mAh}\cdot\text{g}^{-1}$) va energiya zichligi ($2567 \text{ Wh}\cdot\text{kg}^{-1}$) tufayli istiqbolli alternativ sifatida qaralmoqda [8–11]. Biroq, LSBs ning tijoratlashtirilishi polisulfidlarning “shuttle”

effekti, oltingugurtning past elektr o'tkazuvchanligi va hajm kengayishining katta miqdori kabi muammolar tufayli cheklanmoqda. Bu muammolarni bartaraf etish uchun turli strategiyalar, jumladan, kompozit katodlar, modifikatsiyalangan ajratgichlar va gel polimer elektrolitlari (GPEs) keng o'rganilgan [12,13].

Gel polimer elektrolitlari (GPEs) suyuq elektrolitlarning yuqori ion o'tkazuvchanligi va qattiq polimer elektrolitlarning mexanik barqarorligini birlashtirgan holda, LSBs uchun istiqbolli yechim sifatida taklif etilgan. Plastifikatsiyalangan akrilonitril (AN)-metil akrilat (MMA) sopolimerlari asosidagi GPEs yuqori ion o'tkazuvchanligi (10^{-3} S/cm), litiy elektrodlarining passivatsiyasini kamaytirish va elektrokimyoviy barqarorlikni oshirish xususiyatlariga ega. Bundan tashqari, PVDF-HFP gel elektroliti yordamida oltingugurt katodida yupqa va zich qoplamalar hosil qilinishi mumkin, bu esa polisulfidlarning "shuttle" effektini sezilarli darajada kamaytiradi [14].

Litiy zahiralarning cheklanganligi va mahalliy natriy va oltingugurt zahiralarning mo'lligi sababli ushbu tadqiqot ishimizda natriy-oltingugurtli batareyalar (Na-SB) uchun elektrolit ishlab chiqilgan. AN-MA sopolimerlari asosidagi plastifikatsiyalangan polimer elektrolitlar va chiqindi suvidan olingan Na-Sli tuzdan tarkib topgan kompozit katod sintez qilindi. Uglerod nanoquvurlari (CNQ) o'tkazuvchan skelet sifatida ishlatilib, elektron o'tkazuvchanlikni oshirish va elektrokimyoviy faol materiallardan samarali foydalanish ta'minlandi. Tayyorlangan kompozit katodlar yuqori quvvat sig'imi $0.1\text{C} - 3\text{C}$ tezlikda 180 mAs g^{-1} nominal solishtirma sig'imni namoyish etdi. Bu yondashuv Na-SB larning tijorat qo'llanilishi uchun yangi imkoniyatlarni ochadi va energiya saqlash tizimlarining rivojlanishiga hissa qo'shadi. Shuningdek, tadqiqotda AN-MA sopolimerlari asosidagi polimer elektrolitlarning sintezi, tavsifi va ularning elektrokimyoviy xususiyatlaridan ichki qarshiligi o'rganildi. Qolaversa, chiqindi suvdan olingan Na-S tuzi fraksiyasidan [15] katod tayyorlandi va ularning Na-SB lardagi samaradorligi baholandi. Natijalar, ushbu materiallarning yuqori ion o'tkazuvchanligi, mexanik barqarorligi va "shuttle" effektini kamaytirish qobiliyati Na-SB larning amaliy qo'llanilishi uchun katta imkoniyatlar ekanligini ko'rsatdi.

Tajriba qismi. Sopolimer sintezi. Yuqori tozalikdagi akrilonitril (AN) va metil akrilat (MA) monomerlari Navoiyazot AJdan tomonidan taqdim etildi va vakuum ostida haydash orqali polimerlanish ingibitorlaridan tozalab olindi. Poli(akrilonitril-so-metil akrilat) (P(AN-so-MA)) sopolimeri dimetil formamid (DMF) erituvchisi muhitida azobisizobutironitril (AIBN) inisiatori hamda 2-merkaptetanol zanjir uzatish agenti ishtirokida polimerlash usuli bilan sintez qilindi [2].

Suyuq elektrolit sintezi. NaClO_4 [15] ning 1 molyarli elektrolitdagi eritmasi tayyorlanib, unda sintez qilib olingan sopolimer bo'ktirildi va gel-simon holatga keltirildi.

Batareyani ishlab chiqarish. Olingan gel elektrolitni tekshirish uchun Swagelok tipidagi batareya namunasi ishlab chiqildi. Elektrolit natriy ionlariga nisbatan oksidlanadigan hamda qaytariladigan elektrodlar (mos ravishda natriy-oltingugurtli katod hamda uglerodli anod) orasiga joylashtiriladi.

Gel elektrolit sirt yuzasining tahlili. Olingan sopolimer va tijorat poliakrilonitril na'munalarning mikro tuzilmalari maydon emissiya skanerlash elektron mikroskopiyasi (FESEM, Gemini SEM 500) va yuqori aniqlikdagi transmissiya elektron mikroskopiyasi (HRTEM, FEITalos F200X) bilan tahlil qilindi. Element taqsimoti energiya dispersli rentgen spektroskopiyasi (EDS) bilan jihozlangan SEM tomonidan tahlil qilindi.

Batareyaning elektr xususiyatini aniqlash. Batareyaning ichki qarshiligi va kuchlanishi PeakTech 3320 (Germaniya) raqamli multimetri yordamida aniqlandi. Oddiy multimetr bilan ham batareyalarning kuchlanishi va qarshiligi aniqlandi. Bunda ushbu tipdagi elektrolitning [30] Na-SBlarda qo'llagan holda elektr xususiyatlari aniqlandi.

Ichki qarshilikni o'lchash uchun elektrolit natriy ionlariga nisbatan oksidlanadigan hamda qaytariladigan elektrodlar (mos ravishda natriy oltingugurtli katod hamda uglerodli anod) orasiga joylashtiriladi. So'ng quyidagi metodologiya yordamida ularning ichki qarshiliklari aniqlanadi.

Elementni zaryadlash uchun LC03222 seriya nomerli "AC/DC power supply pro 0...12V/3A" qurilmasidan, ichki qarshilikni o'lchash uchun multimetr hamda kompyuterlashgan "Power Analyser CASSY T27/100" seriyali qurilmasida amalga oshirildi.

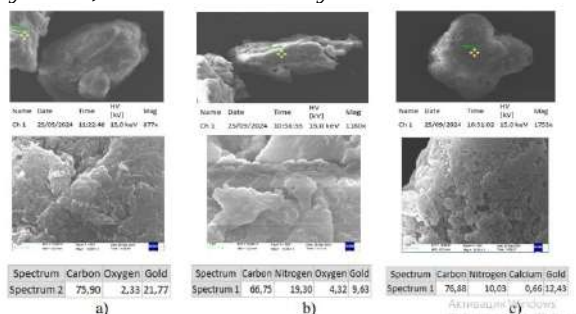
Avval tahlil qilinayotgan batareya 5 V kuchlanish va 3 A tok kuchida ishlovchi zaryadlagich bilan zaryadlanadi. Keyin polimerning ichki qarshiligi qiymatini multimetr yoki kompyuterlashgan qurilma yordamida topilgan kuchlanish va tok kuchi qiymatlariga asoslanib Om qonuniga binoan quyidagi formula yordamida hisoblab topiladi va alternativlari bilan solishtirilgan holda optimal tarkib aniqlanadi:

$$R_i = (U_1 - U_2) / (I_2 / R_a) \quad (1)$$

$$R_i = (U - I R_a) / I \quad (2)$$

bu yerda R_a - aktiv qarshilik, U_1 - boshlang'ich kuchlanish, U_2 - yuklama (aktiv qarshilik) ulan-gandan keyingi qarshilik, I - oqib o'tayotgan tok.

Natijalar va munozara. 3.1. *Sopolimerning sirt yuzasi, tarkibi va xususiyatlari.*



1-rasm. P(AN-co-MMA) sopolimerining SEM-EDS tasviri va sirtining oltin purkalgan holdagi elementar tahlili:

a) quruq P(AN-so-MA) b) bo'ktirilgan P(AN-so-MA) c) tijoratlashtirilgan PAN.

SEM-EDS laboratoriya instrumenti yordamida sintez qilib olingan P(AN-so-MA) sopolimerining sirt yuzasi tahlili amalga oshirilib, tarkibi aniqlangan. 1-rasmda ko'rsatilganidek, polimerga MA monomerining kiritilishi uning amorfligini oshiradi, bu esa uning plastifikatorlarda eruvchanligini yaxshilaydi, shishalanish harorati (T_g) ning esa pasayishiga olib keladi. Bu xususiyatlar bilan u elektrolit sifatida foydalanishda poliakrilonitrildan afzalroqligi aniqlandi. Chunki, sopolimer bo'kuvchanligi Navoiyazot AJ tomonidan ishlab chiqilgan PANga nisbatan yuqori bo'lib, bu uning suyuq elektrolit molekulalarini o'zida tutib tura olish xususiyatini ifodalaydi. Bu esa yaxlit yuza hosil qilib, oltingugurt harakatiga to'sqinlik qiladi, natriy ionining harakatlanishiga to'sqinlik qilmaydi. 1-rasmda ko'rsatilganidek, sopolimer bo'ktirilganda uning sirt yuzasiga azotning chiqishi sodir bo'lib, bu akrilonitril azotining natriy bilan

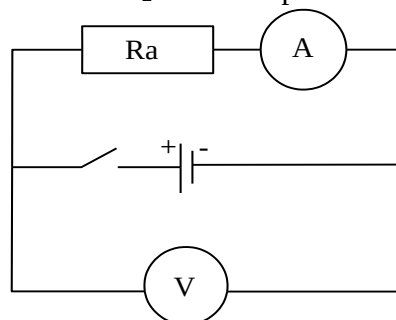
ta'sirlashuvini yaxshilaydi va elektr o'tkazuvchanlikka ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

79 wt.% dan yuqori suyuq elektrolit qo'shilganda, polimer elektrolitlarning mexanik mustahkamligi pasayadi. Shishalanish harorati (T_g) suyuq elektrolit miqdori ortishi bilan pasayadi. Sopolimerning plastifikatorsiz shishalanish harorati esa 12.5°C (100% MA bo'lgan holda) dan 104°C (100% AN bo'lgan holda) gacha o'zgaradi. Yuqori miqdorli suyuq elektrolit matritsa polimerini plastifikatsiyalash va ionlarni o'tkazish uchun mahalliy yo'llar yaratadi. Na-SBlar uchun ushbu tipdagi gel elektrolitni qo'llashda esa suyuq elektrolitning keragidan ortiq bo'lishi erituvchi orqali oltingugurtning katoddan anodga oqib o'tishi, ya'ni "shuttle" effektini ham tezlashtirib yuboradi, bu esa anodning tez aktivsizlanib qolishiga sabab bo'ladi.

SEM-EDS tahlilida oltinni na'muna sirtiga purkash orqali hosil qilingan qoplama zaryadni kamaytiradi va o'tkazuvchan bo'lmagan namunaning tepasida o'tkazuvchan qatlamni hosil qilish orqali SEMda sirtini yuqori aniqlikda tasvirlash imkonini beradi.

Gelsimon elektrolit elektr xususiyatlarini o'rganish

Qisqa tutashuv bo'lmisligi uchun standart yuklama qarshilik (0,1 Om yoki 1 Om yoki 10 Omli) sxemaga ulanadi (2-rasmlarga qarang). So'ng ushbu sxemadagi (1) va (2) formulalar uchun kerakli bo'lgan o'zgaruvchilar U_2 va I lar topiladi.



2-rasm. Multimetr yoki kompyuterlashgan power analyser Cassy T27/100 seriyali qurilmasiga tahlil qilinayotgan batareyaning ulanishi sxematik tasviri.

Ushbu tahlil usulining grafik (a) hamda sxematik (b) tasviri 1-rasmda ifodalangan. Topilgan qiymatlardan ikkala formula orqali olingan eng yaqin qiymatlar ajratib olinadi. Olingan U_2 va I lar (1) va (2) formularga qo'yilib mos ravishda

batareyaning ichki qarshiligi (R_i) aniqlandi. 1,5 V kuchlanishga ega batareyalar uchun ichki qarshilik miqdori 1 Omdan kichkina bo'lishi talab etiladi [16,17].

Shu bilan birgalikda gel elektrolitning suyuq komponentlarining minimal qiymatiga erishish kerak bo'ladi. Shu bois bu usul bilan kerakli ichki qarshilikka ega bo'lgan optimal tarkib aniqlanadi. Eritmada tuzning konsentratsiyasi ortishi bilan uning o'tkazuvchanligi ortib, batareyaning ichki qarshiligi kamayib boradi, biroq ma'lum bir konsentratsiyaga yetgach uning qarshiligi yana orta boshlaydi (1-jadvalga qarang), bunga elektrolitning qovushqoqligi ortishi, gidratlangan ion juftlari hosil qilishi, hamda ma'lum zaryadga ega bo'lgan zarra-chalar bulutining qarshiligini sabab qilib ko'rsatilgan [18].

1-jadval

Kompyuterlashgan CASSY T27/100 seriyali quvvat analizatori yordamida aniqlangan turli konsentratsiyadagi polimer va tuz tutgan elektrolitli sinov batareyasining ichki qarshiliklari

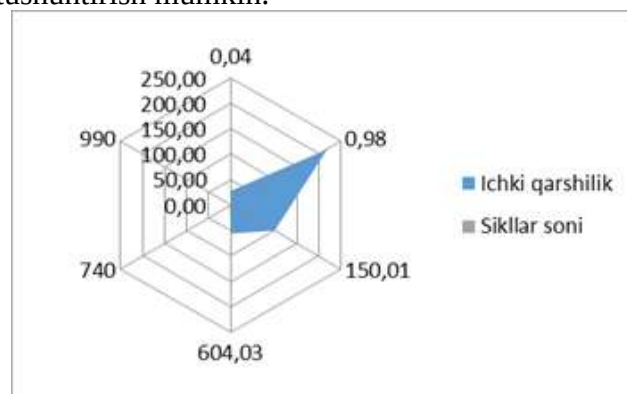
Ko'rsatgichlar	Plastifikator (suyuq elektrolit) ning massa ulushi %					
	91	79	68	54	42	30
Tuzning molyar konsentratsiyasi 0.61 M bo'lganda ichki qarshilik, Om	0,04	0,98	150,01	604,03	740	990
Sikllar soni, dona	28	219	100	56	2	0

Elektrolitdagi polimerning massa ulushi ortishi bilan esa uning o'tkazuvchanligi kamayib boradi, bunga uning kristallanish (shishalanish) haroratining ko'tarilishi sabab qilib ko'rsatilgan [19, 20]. Kerakli ion o'tkazuvchanlikka erishish uchun elektrolitda kerakli miqdorda plastifikatorning bo'lishi talab etiladi.

Elektrolit ichki qarshiligining "shuttle" effektiga ta'siri.

3-rasmda ko'rsatilganidek, suyuq elektrolit miqdori ortishi bilan polimer elektrolitlarning ion o'tkazuvchanligi oshadi. 79 wt.% suyuq elektrolit tutgan 0.61 M li NaClO₄ tutgan gel elektrolitning ichki qarshiligi 1 Omdan kamayadi. Bu natija ionlarning harakatchanligi va tashuvchi ionlar sonining ortishi bilan bog'liq. Past miqdorli elektrolitlarda ionlar polimer matritsasining bo'sh hajmi orqali harakatlanadi, yuqori miqdorlarda esa suyuq fazada tez harakatlanadi. Tez harakatlanish

oltingugurtning ion bilan birgalikda katoddan oqib chiqib ketishiga sabab bo'ladi. Bu esa sikllar sonini keskin tushirib yuboradi (219 dan 12 tagacha). Polimer konsentratsiyasining ortishi bilan sikllar sonining kamayishini uning ichki qarshiligining ortishi natijasida elektrolitning haroratini oshishi, elektrolitning anod bilan reaksiyaga kirishuvchanligi ortib ketishi, bu bilan tizim bosimini ortishi, oxir-oqibat dentrit hosil bo'lishi tezlashishi va katod bilan tez qisqa tutashish sodir bo'lishi bilan tushuntirish mumkin.



3-rasm. Ichki qarshilik hamda sikllar sonining bog'liqlik grafigi.

Chiqindi suvlardan olingan Na-S kompozit katodli Na-SB ishlashi 200 sikldan oshdi.

Xulosa. Ushbu ishda, natriy-oltingugurt batareya (Na-SB) lari uchun yuqori samaradorlikka ega bo'lgan gel elektrolit ishlab chiqildi. Gelsimon elektrolit nafaqat katodning hajm kengayishiga bardoshli, balki polisulfidlarning "shuttle"effektini ham sezilarli darajada kamaytirdi. Uglerod nano-quvvur (CNQ) lari elektronlarning o'tishini ta'minlovchi o'tkazuvchan skelet vazifasini bajarib, elektrokimyoviy faol materiallardan samarali foydalanishni ta'minladi.

Asosiy natijalar:

Yuqori boshlang'ich quvvat sig'imi: Na-S katodi 0.1C - 3C aralash tezlikda, har sikl orasida 5 minutdan tanaffus davri bilan, 180 mAh/g nominal solishtirma sig'imni namoyish etdi. P(AN-co-MA) asosidagi plastifikatsiyalangan polimer elektrolitlar 0.98 Om ichki qarshilik, mexanik barqarorlik va natriy elektrodleri bilan yaxshi moslashuvchanlikni namoyish etdi. Ushbu elektrolit uchun ishlab chiqilgan sopolimerning bo'kkan va quruq holatdgisining, qolaversa, tijoratlashtirilgan poliakrilonitrilning sirt yuzasi tasviri oltin purkalgan holda

aniq tasvirlandi, sirlari bo'ylab elementlar tarqalishi aniqlandi. Bunda plastifikatsiyalanganda nitril guruhining sirt yuzaga chiqishi aniqlandi. Bu elektrolitlar Na-SBs ning ko'p siklli ishlashini ta'minlashda va kelajakda litiy-ion, hamda natriy-ion batareyalar o'rnini egallashida muhim rol o'ynaydi.

Minnatdorchilik: Xitoy Respublikasining Shimoliy Xitoy Texnologiya Universiteti va Pekin

Fan va Texnologiya Universiteti professor-o'qituvchilari Prof. WenCheng Li hamda Dr. Keqi Wu larga instrumental tahlillarni amalga oshirishda amaliy yordam berganliklari uchun minnatdorchilik bildiramiz.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Juraev , N., Mukhtorov , N., & Khakimov , F. (2024). ADVANCEMENTS IN TECHNOLOGIES FOR AIR POLLUTION MITIGATION. Академические исследования в современной науке, 3(41), 174–180. Retrieved from <https://inlibrary.uz/index.php/arims/article/view/49744>
2. Khakimov F. S., Mukhtorov N. S., Maksumova O. S. Environmentally friendly synthesis route of terpolymers derived from alkyl acrylates and their performance as additives for liquid hydrocarbon products //Journal of Polymer Research. – 2020. – T. 27. – №. 10. – С. 304.
3. Farrukh K., Shakhnozakhon K., Oytura M. TECHNOLOGICAL REVIEW FOR USING POLYACRYLIC MEMBRANES IN FLUE GAS UTILIZATION //Universum: технические науки. – 2021. – №. 10-5 (91). – С. 59-64.
4. ХАКИМОВ Ф. Ш. и др. СОЗДАНИЕ БЕЗОТХОДНЫХ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР) //Кислород. – Т. 2. – №. 209,460. – С. 20.946.
5. Khakimov F., Khamdamova S. S. LOCAL ELECTROLYTE FROM DEFOLIANT-DESICCANT //Education. – 2017. – Т. 2017.
6. Хакимов F.Sh., O.Z.Turg'unov, Sh.Sh.Xamdamva, O.S. Maksumova, Suv qattiqligining batareya qayta zaryadlanishiga ta'siri, Химическая технология и экология, Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2023, Т.27. спец.выпуск №16, -b. 192-196.
7. J.B. Goodenough, Y. Kim, Challenges for rechargeable Li batteries, Chem. Mater. 22 (3) (2010) 587–603, <https://doi.org/10.1021/cm901452z>
8. A. Manthiram, Y.Z. Fu, Y.S. Su, Challenges and prospects of lithium-sulfur batteries, Accounts Chem. Res. 46 (5) (2013) 1125–1134, <https://doi.org/10.1021/ar300179v>
9. R.P. Fang, S.Y. Zhao, Z.H. Sun, W. Wang, H.M. Cheng, F. Li, More reliable lithiumsulfur batteries: status, solutions and prospects, Adv. Mater. 29 (48) (2017) 25, <https://doi.org/10.1002/adma.201606823>
10. L.L. Fan, N.P. Deng, J. Yan, Z.H. Li, W.M. Kang, B.W. Cheng, The recent research status quo and the prospect of electrolytes for lithium sulfur batteries, Chem. Eng. J. 369 (2019) 874–897, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.03.145>
11. Y.B. He, Z. Chang, S.C. Wu, H.S. Zhou, Effective strategies for long-cycle life lithium-sulfur batteries, J. Mater. Chem. A 6 (15) (2018) 6155–6182, <https://doi.org/10.1039/c8ta01115j>
12. X. Zhu, Y. Ouyang, J. Chen, X. Zhu, X. Luo, F. Lai, H. Zhang, Y.-E. Miao, T. Liu, In situ extracted poly(acrylic acid) contributing to electrospun nanofiber separators with precisely tuned pore structures for ultra-stable lithium–sulfur batteries, J. Mater. Chem. A 7 (7) (2019) 3253–3263, <https://doi.org/10.1039/C8TA11397A>
13. X. Luo, X. Lu, G. Zhou, X. Zhao, Y. Ouyang, X. Zhu, Y.-E. Miao, T. Liu, Ion-selective polyamide acid nanofiber separators for high-rate and stable lithium–sulfur batteries, ACS Appl. Mater. Interfaces 10 (49) (2018) 42198–42206, <https://doi.org/10.1021/acsami.8b10795>

14. J. Yu et al., Dense and thin coating of gel polymer electrolyte on sulfur cathode toward high performance Li-sulfur battery, Composites Communications 19 (2020) 239–245, <https://doi.org/10.1016/j.coco.2020.04.015>
15. F.Sh. Xakimov, Sh.Sh. Xamdamova, O.S Maksumova, S.R. Mirsalimova, Neft-gazni qayta ishlash korxonalaridan chiqayotgan oltingugurt-ishqoriy kanalizatsiya suvini tozalash, O‘ZBEKISTON NEFT VA GAZ ILMIY-TEXNIKA JURNALI, 1/2025, 78-96
16. <https://batteryuniversity.com/article/how-does-internal-resistance-affect-performance>
17. <https://learn.sparkfun.com/tutorials/measuring-internal-resistance-of-batteries/internal-resistance>
18. Poutnik (<https://physics.stackexchange.com/users/97690/poutnik>), Inverse relationship between salinity and conductivity?, URL (version: 2023-10-03): <https://physics.stackexchange.com/q/782911>
19. O.V. Lonchakova, O.A. Semenikhin, et al., Electrochimica Acta, Volume 334, 135512, ISSN 0013-4686. (2020) <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2019.135512>
20. K. Vijaya Kumar et al /Int.J. ChemTech Res.2014,6(13),pp 5214-5219.

UO‘K: 541.49;546.185.56.57

 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.8

KOMPLEKS HOSIL QILUVCHI BINAR EKSTARGENTLAR SINTEZI VA ULARNING TADQIQOTI



**Bozorov Lutfulla
Ubaydullayevich**

Texnika fanlari falsafa doktori,
dotsent, Termiz davlat pedagogika
instituti, Termiz, O'zbekiston
E-mail: lutfullob15@gmail.com
ORCID 0009-0002-3747-7198



**To'raev Xayit
Xudaynazarovich**

Kimyo fanlari doktori, professor,
Termiz davlat universiteti,
Termiz, O'zbekiston
E-mail: hhturaev@rambler.ru



**Kasimov Sherzod
Abduzairovich**

Kimyo fanlari doktori, professor,
Termiz davlat universiteti, Termiz,
O'zbekiston
E-mail: shkasimov@rambler.ru



Tojiyev Panji Jovliyevich

Texnika fanlari doktori, dotsent,
Termiz davlat pedagogika instituti,
Termiz, O'zbekiston
E-mail:
panjitojiyev74@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tatqiqot ishida binar ekstragent-dietilammoniy p-aminobenzoat organik fazada sintez qilindi va uning ekstraksion xossalarini dastlabki moddalar tarkibi, muhit kislotaligi va suvli fazaning ion kuchiga bog'liqlini ekstraksion-spektrofotometrik usulda o'rganildi. Mis (II) ning dietilammoniy p-aminobenzoy kislotasi bilan koordinasion birikmasi sintez qilish va uning ekstraksiyalanish xususiyati turli sharoitlarda tatqiq etildi. Dietilammoniy p-aminobenzoat va uning mis (II) bilan hosil qilgan koordinasion birikmasining reaksiya qobiliyatini o'rganish uchun erkin, protonlashgan va koordinasiyalangan dietilammoniy p-aminobenzoat molekulasi nazarida ko'rsatgichlari poluempirik metod yordamida hisoblandi. Metallar binar ekstraksiyasining miqdoriy tavsifini ekstraksion-spektrofotometrik usulda o'rganildi. Sintez qilingan binar ekstragentlar va ularning mis (II) bilan koordinasion birikmalarining tarkibi, tuzilishi va xossalarini UB-, IQ- va termik spektral analiz usullari yordamida o'rganildi.

Kalit so'zlar: ekstraksiya, ikkilamchi ammoniy asoslari, aromatik kislota, binar ekstragent, UB, IQ, termik spektral tahlil.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ БИНАРНЫХ КОМПЛЕКС ОБРАЗУЮЩИХ ЭКСТРАГЕНТОВ

**Бозоров Лутфулла
Убайдуллаевич**

Доктор философии по
техническим наукам, доцент,
Термезский государственный
педагогический институт,
Термез, Узбекистан

**Тураев Хаит
Худайназарович**

Доктор химических наук,
профессор, Термезский
государственный университет,
Термез, Узбекистан

**Касимов Шерзод
Абдузаирович**

Доктор химических наук,
профессор, Термезский
государственный университет,
Термез, Узбекистан

**Таджиев Панджи
Жовлиевич**

Доктор технических наук,
доцент, Термезский
государственный педагогический
институт, Термез, Узбекистан

Аннотация. В данной работе был синтезирован бинарный экстрагент - диэтиламмоний п-аминобензоат в органической фазе и изучены его экстракционные свойства в зависимости от состава исходных веществ, кислотности среды и ионной силы водной фазы экстракционно-спектрофотометрическим методом. Исследованы синтез координационного соединения меди (II) с диэтиламмониевой п-аминобензойной кислотой и его экстракционные свойства в различных условиях. Для изучения реакционной способности п-аминобензоата диэтиламмония и его координационного соединения с медью (II) были рассчитаны теоретические показатели свобод-

ной, протонированной и координационной молекул *p*-аминобензоата диэтиламмония с помощью полуэмпирического метода. Количественную характеристику бинарной экстракции металлов изучали экстракционно-спектрофотометрическим методом. Состав, строение и свойства синтезированных бинарных экстрагентов и их координационных соединений с медью (II) были изучены методами УФ-, ИК-и термического спектрального анализа.

Ключевые слова: экстракция, вторичные аммониевые основания, ароматическая кислота, бинарный экстрагент, УФ, ИК, термический спектральный анализ.

SYNTHESIS AND STUDY OF BINARY COMPLEXES OF EXTRACTIVE AGENTS

**Bozorov Lutfulla
Ubaydullaevich**

Doctor of Philosophy in Technical
Sciences, Docent, Termez State
Pedagogical Institute,
Termez, Uzbekistan

**Turaev Khait
Khudaynazarovich**

Doctor of Chemical Sciences,
Professor, Termez State University,
Termez, Uzbekistan

**Kasimov Sherzod
Abduzairovich**

Doctor of Chemical Sciences,
Professor, Termez State University,
Termez, Uzbekistan

Tadzhiev Panji Jovlievich

Doctor of Technical Sciences,
Docent, Termez State Pedagogical
Institute, Termez, Uzbekistan

Abstract. In this study, binary extractant-diethylammonium *p*-aminobenzoate was synthesized in the organic phase, and its extraction properties were studied by the extraction-spectrophotometric method depending on the composition of the initial substances, the acidity of the medium, and the ionic strength of the aqueous phase. The synthesis of a coordination compound of copper (II) with diethylammonium *p*-aminobenzoic acid and its extractability were investigated under various conditions. To study the reactivity of diethylammonium *p*-aminobenzoate and its coordination compound with copper (II), the theoretical parameters of the free, protonated, and coordinated diethylammonium *p*-aminobenzoate molecule were calculated using the semi-empirical method. The quantitative characteristics of binary extraction of metals were studied by the extraction-spectrophotometric method. The composition, structure, and properties of the synthesized binary extractants and their coordination compounds with copper (II) were studied using UV, IR, and thermal spectral analysis methods.

Keywords: extraction, secondary ammonium bases, aromatic acid, binary extractant, UV, IR, thermal spectral analysis.

Kirish. Kimyo texnologiyasining eng dolzarb muammolaridan biri — og‘ir va kamyob metallar ionlarini oqova suvlar, texnologik eritmalar “qoldiqlari” va sanoat chiqindilaridan ajratish va kontsentratsiyalashdir. Metall ionlarini qayta ishlash texnologiyalarida qo‘llaniladigan ion almashuvchi smolalarning bir qator kamchiliklari mavjud. Sanoat ishlab chiqarish samaradorligini cheklovchi muammolardan biri — bu sanoat chiqindilari, texnologik eritmalar va oqova suvlardagi murakkab kimyoviy tarkib, shuningdek qo‘llanilayotgan sorbentlarning yetarli bo‘lmagan sig‘imi va selektivligidir.

Adabiyotlar tahlili va usullari. Ma‘lumki, analizda va amaliyotda moddalar va elementlar aralashmasini ajratishda, juda kam miqdordagi elementlar va moddalarni konsentrlashda ekstraksiya metodi keng ko‘lamda qo‘llaniladi [1]. Sof misni

analitik usullarda aniqlashda mis ioniga halaqit beruvchi 22 ta mikroelementni aniqlangan.

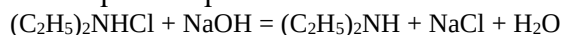
Olingan maxsus tahliliy natijalar induktiv bog‘langan mass-spektroskopiyada batafsilroq tavsiflangan va sertifikatlangan qiymatlar bilan taqqoslangan [2]. Ishlab chiqilgan usul oqava suv analiziga qo‘llanilgan va natriy ditrilditiokarbonat bilan ekstraksiyasida spektrofotometriya usulida solishtirilgan, olingan natijalar nisbatan yuqori aniqlikni ko‘rsatgan [3]. Binar ekstraksiya - kislotalar, tuzlar va metallar gidroksidlarining organik kislota bilan organik asoslarning tuzlarida (binar ekstragent) ekstraksiya jarayonidan iborat [4].

Ushbu tatqiqot ishida Mis (II) ning dietilammoniy *p*-aminobenzoatda binar ekstraksiyasi va ekstraksiyalanuvchi koordinasion birikma tarkibi, tuzilishi, xossalarning zamonaviy analiz usul-

lari yordamida tadqiqot qilgangan holda amaliyotga tatbiq etishga yordam beradi.

Natijalar. Binar ekstragentlarni sintez qilish uchun organik faza tarkibida organik asos va organik kislota tuzi aralashmasi bo'lgan sistemalardan foydalanildi.

Dastlab dietilammoniyxlorid tuzini olish unga o'zidan kuchliroq ishqor eritmasidan, ya'ni NaOH eritmasidan qo'shib qizdirildi.



Hosil bo'lgan organik moddani 60°C da haydash yo'li bilan toza holda ajratib olamiz. Unga 2:2 nisbatda, ya'ni 2,74 gr analitik tarozida o'lchab olingan p-aminobenzoy kislota qo'shib issiqlikka chidamli kolbada arashtiramiz. Aminlar zaxarli modda bo'lganligi uchun tajriba mo'rili shkaftda olib borildi. Yaxshilab aralashtirilgan eritma 50°C gacha haroratda, aralashtirilgan holda ushlab turildi. Natijada amorf bo'lgan oq tusdagi binary ekstragent olinib uning fizik-kimyoviy xossalari o'rganildi.

1-jadval

Har xil erituvchilarda moddaning eruvchanligi va eritmaning pH qiymati

Erituvchilar nomi	Eruvchanligi	pH qiymati
Suv	Eriydi	5,7-6,5
Xloroform	Erimaydi	-
Benzol	Erimaydi	-
Tetraxlorometan	Erimaydi	-
Toluol	Erimaydi	-
Dietilefir	Erimaydi	-
Petroliy efiri	Erimaydi	-
Izoamil spirt	Eriydi	6-7,5
Etil spirtining 90% eritmasi	Eriydi	7,5-8
Izoburi spirt	Eriydi	6,8-7

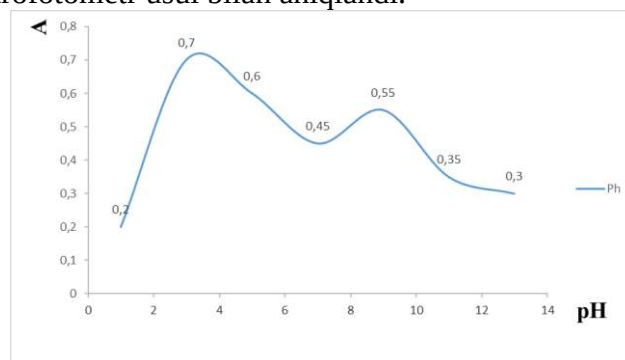
Muhokama. Kompleks hosil qilish reaksiyalari kimyosini o'rganish uchun ekstraksion-spektrofotometrik usul qo'llanildi. Cu (II) metalining dietilammoniy p-aminobenzoat bilan spektrofotometrik reaksiyasining optimal sharoitini aniqlash uchun Me - K_{reagent} kompleksining dastlabki yutilish spektri o'rganildi va reaksiyaning sezgirliги Sendel usuli bo'yicha aniqlandi. Optik zichligi o'lchanadigan ekstrakti tayyorlash uchun tuz va kislota eritmalaridan foydalanildi:

Dietilammoniy p-aminobenzoat Cu (II) ioni uchun ekstragent sifatida qo'llanildi. Ekstraksiyani og'zi tiqin bilan yopiladigan ajratgich voronkada olib borildi. Misning reagent bilan hosil qilgan

kompleksi eritmalarida chayqatish 3 minut davom ettirilganda optik zichlikning eng yuqori qiymatiga erishildi.

Ekstraksiya qilish uchun Cu (II) tuzi eritmasidan hamda reagentdan ikki marta ortiqcha olindi. Tekshirilayotgan eritmalarida metall miqdori 0,5-10⁻⁵ - 1,0-10⁻⁵ mol/l ni tashkil qildi. Misni ekstragent eritmasi bilan xloroform aralashmasida H₂SO₄ li eritmalaridan ekstraksiya qilindi.

Fazalar qavatlariga ajralgach, organik fazadagi metallning miqdorini reagentning taqqoslash eritmasiga nisbatan ekstraksion- EMC-30PC-UV spektrofotometr usul bilan aniqlandi.



1-rasm. Mis (II) ning binar ekstragent eritmasida ekstraksiyasida optik zichlikning muhitga bog'liqligi ($\lambda=609$ nm).

Olingan kompleks birikmaning UB-, IQ-spektroskopik va termik analizi natijalari tahlili

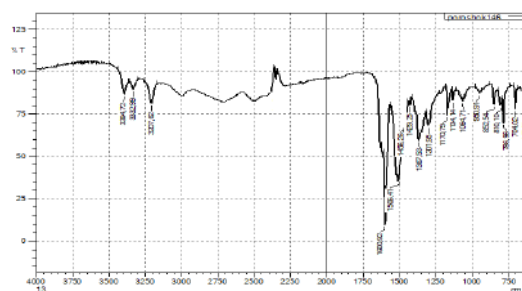
O'rganilayotgan p-aminobenzoy kislota va dietilamindan hosil bo'gan ekstragentning tarkibida -OH va -NH- kabi funksional guruhlar mavjud. Bu funksional guruhlar reagentni metall ioni bilan kompleks hosil qilishda asosiy rol o'ynaydi. Metall atomining elektron atomidagi π elektronlarning d orbitallariga ko'chishi hisobiga, -OH guruhdagi O atomi bilan kompleks hosil qiladi. -NH- tarkibida taqsimlanmagan juftlashgan elektronlar hisobiga ligandlar o'rtasida donor-akseptor bog' hosil bo'ladi. Dastlabki moddada valent bog'lar tebranish chastotalari hosil bo'lgan kompleksning tebranish chastotalaridan farq qiladi. Bu o'zgarishlar yangi komplekslar hosil bo'lganligini ko'rsatadi.

Sintez qilingan ekstragent bir qancha metallar bilan rangli kompleks hosil qilish xususiyatiga ega bo'lib, -OH va -NH- guruhlarining hisobiga kompleks birikmani hosil qiladi. p-aminobenzoy kislota va dietilamindan hosil bo'gan ekstragenti va

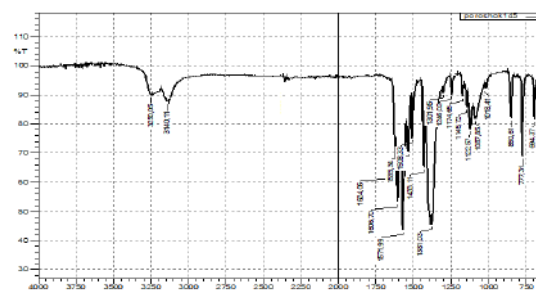
uning mis bilan kompleksi tuzilishi IQ spektroskopiyasi yordamida o'rganildi. Spekt analizi natijalari "IRAffinity-1S IQ-spektroskopiya" texnika vositasida $400 - 4000 \text{ cm}^{-1}$ sohada olindi.

p-aminobenzoy kislota va dietilamindan hosil bo'gan ekstrogenti hamda uning mis(II) bilan hosil qilgan kompleksi tuzilishi IQ spektroskopiyasi yordamida o'rganildi. Spekt analizi "IRAffinity-1S IQ-spektroskopiya" texnika vositasida olindi. Analiz uchun olingan namuna qattiq va kaliy bromid yordamida tabletka holiga keltirildi. Analiz natijalari $400-4000 \text{ cm}^{-1}$ da olindi. Reagentning IQ spektri quyidagi adabiyotlar bo'yicha [5] xarakteristik chastotalarni namoyon qiladi: Namunaning IQ spektrlari 2- va 3- rasmlarda keltirilgan. Reagent spektrida $3207,61 \text{ cm}^{-1}$ sohada $-\text{OH}$ guruhiga tegishli bo'lgan intensiv yutilish maksimumini ko'rish mumkin. Shuningdek $3394,72 \text{ cm}^{-1}$ sohada $-\text{NH}_2$ guruhiga tegishli, $3332,99 \text{ cm}^{-1}$ sohada $-\text{NH}-$ bog'iga tegishli, $1600,92 \text{ cm}^{-1}$ da esa benzol xalqasining yutilish maksimumlarini kuzatish mumkin.

Kompleks spektridagi $3207,61 \text{ cm}^{-1}$ sohada $-\text{OH}$ ga tegishli bo'lgan cho'qqining intensivligi pasayib, bu $-\text{OH}$ guruhidagi O va Me orasida qutubli kovalent bog' hosil bo'lganidan darak beradi. Natijada hosil bo'lgan yangi Me-O bog'ining yutilish maksimumi esa $617,22 \text{ cm}^{-1}$ sohada kuzatildi. Bu sohadagi o'zgarishlar gidroksil guruhidagi vodorod ionining chiqishi va kislorodning metall ioni bilan valent bog' hosil qilish hisobiga ro'y beradi. Shuningdek $3394,72 \text{ cm}^{-1}$ sohada $-\text{NH}_2$ guruhiga tegishli yutilish spektri $3250,05 \text{ cm}^{-1}$, $3332,99 \text{ cm}^{-1}$ sohada $-\text{NH}-$ bog'iga tegishli yutilish spektri $3140,11 \text{ cm}^{-1}$, $1600,92 \text{ cm}^{-1}$ da esa benzol xalqasining yutilish spektri esa $1624,05 \text{ cm}^{-1}$ maksimumlarini o'zgarishini kuzatish kimyoviy reaksiya borganligi va yangi modda hosil bo'lganligi haqida ma'lumot beradi.



2-rasm. Dietilammoniy-p-aminobenzoat ekstragentining IQ-spektori.



3-rasm. Mis (II) metali va dietilammoniy-p-aminobenzoat ekstragenti bilan hosil qilgan kompleksi IQ-spektori.

P-aminobenzoy kislotasidagi alkoksiguruhning alkil guruh bilan almashinish natijasida uzun to'liqlik sohada yutilish maksimumi biroz siljiydi. Xromofor guruh -R ning benzol xalqaning(amil guruhi fenil guruhi bilan almashingan) π -elektron bilan tutashishida kuchli batoxrom siljish kuzatiladi. p-aminobenzoy kislotaning qutbsiz va kam qutbli erituvchilardagi eritmaları xarakterli maksimumga ega emas. To'liqlik uzunligining intensivligi ortganda yutilish kamayadi [5].

Xulosa. Organik fazada sintez qilingan binar ekstragent – dietilammoniy p-aminobenzoatning ekstraksion xossalari dastlabki moddalar tarkibi, muhit kislotaligi va suvli fazaning ion kuchiga bog'liqligini ekstraksion-spektrofotometrik usulda o'rganildi. Mis (II) ning dietilammoniy p-aminobenzoy kislotasi bilan koordinatsion birikmasi sintez qilinib, tuzilishi va xossalari UB-, IQ- va termik spektral analiz usullari yordamida o'rganildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Zagurskaya-Sharaevskaya O., Povar I. Tabiiy va sanoat muhitida 4-fenilsemikarbazon 1, 2-naftoxinon-4-sulfonik kislotaning natriy tuzi yordamida Cu (II) ionlarini aniqlash // Ekologik jarayonlar. – 2015. – T. 4. – B. 1-5.

2. Lange B. va boshqalar. Sof misni tahlil qilish – analitik usullarni taqqoslash //Microchimica acta. – 2008. – T. 160. – B. 97-107.
3. Zeng L., Fang Z., Vang Y. Klik kimyosi asosida mis ionini kolorimetrik aniqlash // Noble va qimmatbaho metallar: xususiyatlar, nano-miqyosli effektlar va ilovalar. – 2018. – T. 367.
4. To‘raev, X. X., Ruziev, U. U. O., Mo‘minova, Sh. N., & Zikirov, S. A. O. (2022). Mis (II) ning to‘rtlamchi amin va organik kislotalar asosida sintez qilingan binar ekstragentlari bilan koordinatsion birikmalari. *Fan va ta'lim*, 3 (12), 163-168.
5. Шарипов Х.Т., Сафаров Ё. Т., Пардаев О. Т., Даминова Ш.Ш. Изучение сорбции меди фосфорсодержащим хелатным сорбентом // Тезисы докладов XXV международная Чугаевская конференция по координационной химии и II молодёжная конференция–школа «Физико-химические методы в химии координационных соединений», Суздаль, 6-11 июня, 2011, с. 526-527.

УДК: 620.98

 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.6

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАССИВНЫХ СОЛНЕЧНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ИХ ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ



Авезова Нилуфар Раббанакуловна

Доктор технических наук, Ферганский политехнический
институт, Фергана, Узбекистан
E-mail: avezovanr@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-4298-1041



Дехконова Махлиёхон Хусниддин кизи

Младший научный сотрудник, Национальный научно-
исследовательский институт возобновляемых источников
энергии, Ташкент, Узбекистан
E-mail: dxmaxliyo@gmail.com

Аннотация. В работе проанализированы современные подходы к математическому моделированию пассивных систем солнечного отопления с использованием энергоэффективных оконных блоков. Рассмотрены эмпирические, аналитические и численные методы (включая метод конечных элементов и многослойное моделирование теплопередачи) с учётом климатических особенностей, что позволяет оптимизировать конструктивные решения и режимы эксплуатации пассивных систем солнечного отопления. Особое внимание уделено внедрению инновационных энергоактивных оконных блоков (многослойные стеклопакеты с инертным газом, низкоэмиссионным покрытием, фазопереходными материалами) для повышения энергоэффективности зданий. На основе проведённого анализа разработаны рекомендации по интеграции ПССО в энергоэффективные проекты и выделены ключевые факторы адаптации международного опыта к региональным климатическим условиям. Полученные результаты подтверждают значительный потенциал пассивных систем солнечного отопления в снижении энергопотребления и улучшении экологической устойчивости строительной отрасли.

Ключевые слова: пассивные системы солнечного отопления, энергоэффективные оконные блоки, математическое моделирование, теплопередача, фазопереходные материалы, климатическая адаптация, энергоэффективность зданий.

ZAMONAVIY PASSIV QUYOSH ISITISH TIZIMLARINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH USULLARI VA ULARNING AMALIY TATBIQI

Avezova Nilufar Rabbanaqulovna

Texnika fanlari doktori, Farg'ona politexnika instituti,
Farg'ona, O'zbekiston

Dexkonova Maxliyxon Xusniddin qizi

Kichik ilmiy xodim, Qayta tiklanuvchi energiya manbalari milliy
ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya. Ushbu ishda energiya tejankor oynali bloklardan foydalangan holda passiv quyosh isitish tizimlarini matematik modellashtirishning zamonaviy yondashuvlari tahlil qilingan. Empirik, analitik va sonli usullar (jumladan, oxirgi elementlar usuli hamda ko'p qatlamli issiqlik uzatish modellashtirish) iqlim xususiyatlarini hisobga olgan holda ko'rib chiqilgan bo'lib, bu passiv quyosh isitish tizimlarining tuzilmasi va ishlash tartibini mukammallashtirish imkonini beradi. Alohida e'tibor bino energiya samaradorligini oshirish maqsadida innovatsion, energiya faol oynali bloklarni (inert gaz bilan to'ldiril-

gan ko'p qatlamli shisha paketlar, past emissiyali qoplamalar, faza o'tish materiallari) joriy etishga qaratilgan. O'tkazilgan tahlillar natijasida passiv quyosh isitish tizimlarini energiya samarador loyihalarga integratsiya qilish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan, shuningdek, xalqaro tajribani mintaqaviy iqlim sharoitlariga moslashtirishning asosiy omillari ajratib ko'rsatilgan. Olingan natijalar passiv quyosh isitish tizimlarining energiya iste'molini kamaytirish va qurilish sohasi ekologik barqarorligini oshirishdagi salmoqli salohiyatini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: Passiv quyosh isitish tizimlari, energiya tejankor oyna bloklari, matematik modellashirish, issiqlik uzatish, faza o'tuvchi materiallar, iqlimga moslashuv, binolarning energiya samaradorligi.

MODERN METHODS OF MATHEMATICAL MODELING OF PASSIVE SOLAR HEATING SYSTEMS AND THEIR PRACTICAL IMPLEMENTATION

Avezova Nilufar Rabbanakulovna

Doctor of Technical Sciences, Fergana Polytechnic Institute,
Fergana, Uzbekistan

Dexkonova Makhliyokhon Khusniddin kizi

Junior Research Fellow, National Research Institute of Renewable
Energy Sources, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. In this work, modern approaches to mathematical modeling of passive solar heating systems using energy-saving glass blocks are analyzed. Empirical, analytical, and numerical methods (including the finite element method and multilayer heat transfer modeling) are considered, taking into account climatic features, which will allow improving the structure and operating modes of passive solar heating systems. Special attention is paid to the introduction of innovative, energy-active glass blocks (multilayer glass packages filled with inert gas, low-emission coatings, phase transition materials) in order to increase the energy efficiency of the building. As a result of the analysis, recommendations were developed for the integration of passive solar heating systems into energy-efficient projects, and the main factors for adapting international experience to regional climatic conditions were identified. The obtained results confirm the significant potential of passive solar heating systems in reducing energy consumption and increasing the environmental sustainability of the construction industry.

Keywords: Passive solar heating systems, energy-saving glass blocks, mathematical modeling, heat transfer, phase-shifting materials, climate adaptation, energy efficiency of buildings.

Введение. В условиях глобального изменения климата и истощения традиционных энергоресурсов строительный сектор предъявляет повышенные требования к энергоэффективности зданий. Известно, что на эксплуатацию зданий расходуется до 20–40% суммарной вырабатываемой энергии, при этом на их долю приходится около 30% выбросов парниковых газов

Одним из перспективных подходов к снижению этого негативного влияния является концепция пассивного здания – сооружения, использующего архитектурно-конструктивные решения для поддержания комфортного микроклимата с минимальным потреблением внешних источников энергии. Важнейшей составляющей таких решений выступают пассивные системы солнечного отопления (ПССО), которые аккумулируют поступающую солнечную энер-

гию (СЭ) для обогрева помещения без применения активных механических устройств. Благодаря простоте и относительной дешевизне пассивные методы солнечного обогрева получили широкое распространение в мировой практике архитектуры устойчивого развития

Однако пассивные системы имеют и ограничения: например, зависимость эффективности от ориентации здания и параметров климата, а также потенциальный световой и тепловой дискомфорт из-за затруднённого регулирования поступающей солнечной энергии. Эти факторы снижают популярность прямого солнечного отопления в районах с резко континентальным климатом (характерным для большей части территории Узбекистана).

Для преодоления указанных недостатков исследователи предложили различные стратегические решения. В этом свете проведёны ряд

научных работ по оптимизации теплотехнических параметров пассивных солнечных систем, рациональному использованию светопрозрачных ограждений и оценке энергоэкономической эффективности подобных систем.

В частности, исследования, проводимые в Узбекистане, показали, что для условий резко континентального климата требуются специальные меры, такие как регулирование доли остекления, использование солнцезащитных устройств и интеграция теплоаккумулирующих элементов, чтобы нивелировать суточные и сезонные колебания температуры. Так, в работах школы Р. Аvezова реализована оптимизация параметров пассивных систем именно с учётом экстремальных перепадов температур и высокой солнечной инсоляции в регионе [1]. Научная значимость этих исследований заключается в том, что они адаптируют общие принципы пассивного проектирования к конкретным условиям Средней Азии, обогащая мировую копилку знаний практическим опытом применения пассивных стратегий в новом климатическом контексте.

Отдельно следует отметить значительный вклад ученых школы профессора Р. Аvezова по разработке эффективных методов адаптации пассивного солнечного отопления к условиям резко континентального климата. Исследователями предложено инновационное решение – применение энергоактивного оконного блока (ЭОБ) с трёхслойным светопрозрачным ограждением, позволяющее повысить эффективность прямого солнечного обогрева здания до 50% и более.

Кроме того, под руководством Р. Р. Аvezова выполнено множество расчетных и экспериментальных исследований ПССО, результаты которых легли в основу рекомендаций для различных климатических зон регионов республики. Таким образом, объединение опыта мировых исследований с результатами школы профессора обеспечивает всесторонний научный обзор проблемы и подчёркивает ценность достижений отечественной науки в данной области.

В связи с этим настоящая статья фокусируется на анализе различных подходов к моделированию ПССО, включая эмпирические,

аналитические и численные методы для определения их энергетических, экономических и экологических показателей.

Также представлен краткий обзор стратегий архитектурного дизайна, применяемых для пассивного солнечного отопления, обсуждается важность подготовки точных исходных данных для расчетов, раскрывается роль моделирования ПССО в разработке биоклиматических карт и анализируется значимость применения энергоактивных оконных блоков. Усиленное внимание уделено научной аргументации и практической значимости результатов, полученных отечественными исследователями.

Обзор литературы по моделированию энергопотребления зданий Современные тенденции в строительстве направлены на повышение энергоэффективности зданий (ЭЭ) и сокращение углеродного следа. Одним из наиболее перспективных решений является применение ПССО, которые обеспечивают обогрев помещений за счёт аккумулирования СЭ. Важным элементом таких систем являются ЭОБ, способные значительно снижать тепловые потери и улучшать теплоизоляцию зданий.

Процесс расчёта теплотехнических параметров ПССО представляет собой сложную задачу, требующую учёта динамики изменения внешних факторов, таких как солнечная радиация (СР), температура окружающей среды и ветровые нагрузки. Разработка точных математических моделей является ключевым этапом оптимизации систем и повышения их эффективности, позволяя прогнозировать поведение системы в течение суток и сезонов.

Как известно, процесс расчёта теплотехнических параметров пассивных систем является сложным, поскольку требует учитывать динамику изменения показателей внешних факторов в зависимости от времени суток и сезона. При этом основное внимание уделяется двум задачам: первой – моделированию граничных условий с использованием долгосрочных климатических данных, и второй – анализу теплопередачи в конструкциях здания [2–5].

В то же время моделирование ПССО требует комплексного подхода, включающего как учёт нестационарных процессов, так и привлечение экспериментальных данных для вали-

дации, поскольку эффективность таких систем зависит от географического положения дома (широта, климатические условия), архитектурных решений (ориентация, площадь остекления, тепловая масса) и качества теплоизоляции здания.

В работах авторов [6–8] результаты моделирования и эксперименты показали, что для оптимальной интеграции пассивных систем в конструкцию дома необходимо использование стеклопакетов с низким коэффициентом теплопередачи, увеличение площади остекления на южной стороне и добавление тепловой массы (например, бетонных или кирпичных стен) для аккумуляции тепла.

Для расчёта объектов, использующих ПССО, разработаны различные подходы, которые условно можно классифицировать на три основные категории [9–11]:

Простейшие методы расчёта, где солнечное излучение (СИ), поступающее на вертикальные или наклонные поверхности, умножается на эмпирические коэффициенты для оценки количества полезного тепла. Например, результаты работ Krivoshein и соавт. [9] по моделированию СР для горизонтальных и наклонных поверхностей в условиях Якутска показывают значительное сезонное влияние.

Расчёт температурного режима остеклённой коллекторно-аккумулирующей стенки при фиксированной температуре внутри помещения (без учёта связи с остальной частью здания). В рамках этого направления Misiorecki и др. [10] определили оптимальное положение энергоэффективных окон для снижения тепловых потерь, что показало возможность повышения энергоэффективности до 15% в зависимости от ориентации.

Детализированное математическое моделирование нестационарных процессов теплопередачи, включая тепловые модели, а также модели потоков воздуха, пористости и турбулентности в зданиях. Например, в работах Pilipenko и Petrov [11] рассмотрены вопросы нестационарного теплообмена: такая система моделирования учитывает динамические изменения тепловых характеристик и обеспечивает увеличение точности расчётов на 10–15% по сравнению с традиционными методами.

Отметим, что первые два метода расчёта являются весьма приближенными и не отражают существа процессов распределения тепла в системе в целом. В случае же третьего метода стоит упомянуть, что система дифференциальных уравнений весьма сложна, хотя её решение с помощью современной вычислительной техники принципиально возможно. В конечном итоге, используя такие модели, можно получать как текущие, так и интегральные значения параметров рассматриваемых систем, однако сложность этих моделей делает их применение в проектной практике затруднительным.

На сегодняшний день в исследованиях наибольший интерес представляют не текущие значения параметров, а их интегральные показатели за месяц или отопительный период, поскольку именно они определяют энергетическую эффективность системы и технико-экономические показатели ПССО [6]. При этом важнейшим интегральным показателем является коэффициент замещения нагрузки, представляющий отношение полезного тепла, выработанного ПССО за определённый период, к общей тепловой нагрузке здания за тот же период. Этот коэффициент является ключевым для оценки энергетической эффективности и экономической рентабельности внедрения ПССО, а также целесообразности их применения. Текущие значения параметров имеют меньшее значение, так как дублирующая система отопления, основанная на традиционных источниках энергии, должна быть рассчитана на покрытие максимальной отопительной нагрузки в любом случае [8].

В этой связи практический интерес представляет рассмотрение результатов исследований, посвящённых моделированию и оптимизации энергопотребления зданий с учётом применённых в них инструментов оценки и методов.

Инструменты оценки и методы. В обзорном исследовании Tian и др. [12] проанализировано более 100 работ по имитационному моделированию и оптимизации энергопотребления зданий в пассивном проектировании, оценены преимущества программных инструментов, таких как EnergyPlus, eQUEST,

DesignBuilder и др. Авторы анализируют существующие методы, выявляют преимущества и препятствия и на этой основе предлагают внедрение BESO (Building Energy Simulation and Optimization) для более широкого применения в архитектурной практике, что позволяет повысить энергоэффективность зданий за счёт оптимизации пассивных элементов (ориентация, теплоизоляция и остекление) и снизить их эксплуатационные расходы до 25% в год, сократив энергопотребление на 20–40%. Применение точных моделей энергопотребления в пассивном проектировании уменьшает тепловые потери зданий на 15–30%.

Авторы отмечают, что моделирование и оптимизация энергопотребления с помощью BESO является ключевым инструментом в пассивном строительстве, обеспечивая значительное сокращение энергозатрат и повышение комфорта жилья, однако его внедрение требует преодоления образовательных и технических барьеров. Использование симуляционных инструментов для выбора оптимального сочетания материалов и конструктивных элементов обеспечивает повышение ЭЗ на 10–20%. В развитых странах около 30% новых проектов активно используют BESO в процессе проектирования. В странах с менее развитой инфраструктурой показатели внедрения ниже — около 10%, что обусловлено недостаточной подготовкой специалистов.

В работе авторов [13] показано, что помимо длительного времени расчётов существенным препятствием для внедрения BESO является отсутствие стандартного метода.

Как известно, важным этапом анализа энергетической эффективности зданий является идентификация ключевых проблем, таких как многомодальность и дискретность оптимизационных задач в строительстве. Это диктует необходимость совершенствования алгоритмов оптимизации для решения сложных задач и разработки более эффективных методов поиска и аппроксимации при оптимизации зданий. В работе Crawley и соавт. [14], посвящённой инструменту EnergyPlus как новому поколению программ для моделирования энергопотребления зданий, показаны возможности программы, включая интеграцию тепловых зон,

систем HVAC и возобновляемых источников энергии (ВИЭ), что позволяет учитывать сложные взаимодействия между различными системами здания.

В работе [15] показаны возможности использования инструмента eQUEST для моделирования энергопотребления зданий. Данная программа позволяет выполнять предварительные оценки энергопотребления на этапе проектирования и быстро и эффективно оценивать энергетическую эффективность зданий. Отметим, что DesignBuilder является комплексным инструментом для моделирования энергопотребления, освещения, вентиляции и выбросов CO₂ для анализа производительности зданий на всех этапах проектирования. В работе [16] представлены результаты интеграции DesignBuilder с EnergyPlus для проведения детальных симуляций, что доказало широкий спектр возможностей DesignBuilder для анализа различных аспектов производительности зданий.

Известно, что скоростью теплообмена стен в зданиях можно управлять, изменяя их толщину или увеличивая толщину слоя изоляции. Однако этот подход невозможен в случае стеклянных компонентов окон. В связи с чем представляет практический интерес рассмотреть результаты исследований по моделированию и сравнению теоретических решений с экспериментальными данными ограждающих конструкций (ОК) для оценки возможности повышения ЭЗ в целом.

В работе [17] анализируется теплопередача через оконные конструкции для повышения энергоэффективности. Автор использует одномерные математические модели для определения распределения тепла в многослойных стенах. Для точного моделирования и сравнения теоретических решений с экспериментальными данными использовалась программа COMSOL Multiphysics, что подтвердило правильность предложенной модели. При этом увеличение числа стёкол в окне может снизить теплопередачу лишь до определённого уровня, но приводит к значительному увеличению общей толщины окна, его веса и стоимости при одновременном снижении светопропускания, утверждают авторы работы [18]. Рассмотрены

способы снижения теплопотерь через окна, которые имеют наименьшее сопротивление теплопередаче. Проанализированы элементы ОК, такие как стеклопакеты, рама, фурнитура и монтажные швы, с акцентом на их влияние на теплоизоляционные свойства. Для улучшения теплоизоляции рекомендовано использовать ПВХ-рамы, молекулярные осушители, энергосберегающие стёкла и трёхкамерные стеклопакеты с аргоном. Также предлагаются решения для улучшения герметичности, использования экологичных материалов и инновационных систем вентиляции и уплотнения с целью сокращения теплопотерь. Таким образом, окна представляют собой наиболее уязвимые части ОК здания и характеризуются самой низкой энергоэффективностью среди всех элементов здания, генерируя до 60% общих теплопотерь через ограждения [19]. В этом контексте важно оценить влияние всех факторов на теплопередачу через окно — теплопроводности, конвекции в газовом слое между стёклами и теплового излучения, которые являются основными составляющими теплопотерь.

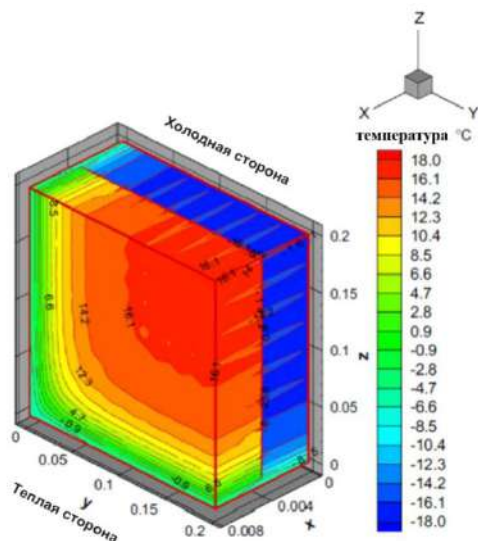


Рис.1. Прогнозируемые 3D-изотермы вакуумного остекления без рамы [19].

Результаты применения ЭОБ в ПССО. Результаты исследований показывают, что применение энергоэффективных светопрозрачных ограждений может сократить расходы на отопление на 10–20% ежегодно в холодных

регионах, где необходимо использовать усиленные рамные профили, способные выдерживать экстремальные перепады температур (до -50°C).



Рис.2. Принцип работы низкоэмиссионного тепла [20].

Таким образом, одним из подходов к повышению энергоэффективности современных зданий и снижения их зависимости от традиционных источников энергии является применение ПССО с ЭОБ [21], поскольку такие оконные системы обеспечивают не только естественное освещение и теплоизоляцию, но и аккумулирование солнечной энергии для обогрева помещений.

Как указано выше, математическое моделирование тепловых режимов в ПССО позволяет точно прогнозировать тепловые процессы, учитывая нестационарные изменения внешних условий, такие как СИ, температура окружающей среды и теплопередача через ОК, что в свою очередь позволяет оптимизировать конструктивные решения и эксплуатационные параметры систем, повысить их энергоэффективность и уменьшить затраты на отопление и охлаждение без нарушения теплового комфорта. Учитывая вышесказанное, рассмотрены подходы и методы по моделированию основных физических процессов в зданиях с ПССО и ЭОБ, что в целом способствует повышению их энергоэффективности.

Большой интерес в данном контексте представляют результаты исследования А.М. Павленко и др. [22] по оценке численных методов прогнозирования энергоэффективности окон. В целях такой оценки проанализировано

более 100 исследований по типам ЭОБ, математической формулировке и численному методу расчёта основных показателей под воздействием солнечной и тепловой радиации. Цель анализа заключалась в оценке теплового потока и распределения температуры по остеклённым поверхностям и в проверке точности традиционных подходов к определению теплопотерь через ОК. Результаты были получены с использованием метода измерения теплового потока, описанного в международном стандарте ISO 9869-1:2014. Выявлено, что неравномерность плотности теплового потока может достигать 60%, что приводит к существенным ошибкам при использовании традиционных методов расчёта теплопотерь.

Критический анализ исследований, проведённый авторами, показал, что моделирование процессов теплообмена через окна предполагает принятие ряда допущений, упрощающих решение определяющих уравнений, что приводит к расхождению расчётных и экспериментальных данных. Существенной проблемой является тот факт, что полученные данные сильно различаются в разных частях окна. Например, конвекция может иметь место в середине окна, но ближе к краям или в нижней его части конвекция может отсутствовать. Как следствие, плотности тепловых потоков на поверхности окна различны, и распределение температуры, рассчитанное некоторыми моделями, может быть достаточно точным лишь для части окна. Также стоит отметить, что использование усреднённых значений для локальных плотностей теплового потока по всей поверхности окна приводит к значительной погрешности [22].

Так как методы конечных элементов и конечных разностей обеспечивают высокую точность при моделировании теплопередачи через оконные конструкции, авторы рекомендуют использовать комбинированный подход, сочетающий численные методы с экспериментальными данными, для повышения точности прогнозирования.

В работе Jean-Michel Dussault и др. [23], посвящённой снижению энергопотребления зданий за счёт использования «умных» оконных систем с регулируемым светопропусканием, показано, что такие системы могут снизить

годовое энергопотребление на отопление и охлаждение до 30%. С помощью численного моделирования определены оптимальные параметры управления светопропусканием для различных климатических условий.

Интеграция «умных» оконных систем в фасады зданий является перспективным направлением повышения их энергоэффективности, особенно в регионах с выраженными сезонными колебаниями температуры. В указанной работе применены две модели для оценки эффективности интеллектуальных окон (технология основана на поглощающем слое) с целью снижения общего годового энергопотребления зданий. Выявлено, что внедрение этой технологии остекления значительно повышает ЭЗ: энергозатраты на освещение, отопление и охлаждение могут быть снижены примерно на 20% зимой и более чем на 40% в тёплое время года.



Рис.3. Умное окно с двойным остеклением [23].

В работе В.А. Земцова и Е.В. Гагариной [24] разработан и предложен расчётно-экспериментальный метод определения общего коэффициента пропускания света оконных блоков, позволяющий учитывать конструктивные особенности окон и их ориентацию относительно сторон света. Верификация метода на реальных образцах оконных конструкций показала высокую точность результатов.

В работе Nourozi и др. [25] представлена модель теплопередачи для «энергоактивных» окон, способных улавливать и повторно использовать тепловые потери внутри здания. Моделирование показало, что такие окна могут снизить общие тепловые потери здания на 15–20%.

Определены оптимальные материалы и конструкции для максимальной эффективности теплового обмена. Проведённый анализ чувствительности параметров для оценки теплотехнических характеристик окон показал, что ЭОБ потенциально могут снизить потребление тепловой энергии примерно на 2,2 Вт/м² площади пола и 1,3 Вт/м² площади этажа при температурах наружного воздуха –20°C и –5°C соответственно для зданий с отношением площади окон к площади пола 10%. Выявлено, что число Нуссельта для параллельных пластин с асимметричной температурой поверхности примерно в 1,9 раза ниже, чем для пластин с симметричной температурой поверхности; данный факт следует учитывать при проектировании теплообменников с различной температурой поверхностей. Также показано, что наивысшая тепловая эффективность ЭОБ достигается, когда температура подаваемого внутрь блока воздуха равна или выше комнатной [25].

В исследовании Basok и др. [26] проведено численное моделирование теплопередачи через трёхкамерное окно с учётом различных типов заполнения межстекольных пространств (воздух, аргон, криптон). Установлено, что использование криптона в качестве заполнителя снижает коэффициент теплопередачи окна на 30% по сравнению с воздухом. Определены оптимальные расстояния между стёклами для минимизации теплопотерь.

Трёхкамерные окна с инертными газами в межстекольных пространствах значительно повышают тепловую эффективность оконных систем, что особенно актуально для регионов с холодным климатом. Выявлено, что центральное остекление в трёхкамерном окне способствует уменьшению конвективной теплопередачи через газовую среду за счёт снижения скорости свободно-конвективных потоков в отсеках. Однако центральное стекло вносит более существенный вклад в снижение радиационной теплопередачи, выступая в качестве экрана; в результате тепловое сопротивление трёхкамерного окна, заполненного воздухом, оказалось в 1,7 раза больше, чем у двухкамерного окна той же общей толщины.

В комбинированном экспериментально-численном исследовании Kamal A.R. и др. [27]

проведено экспериментальное исследование вентиляционных окон с отражающей плёнкой для оценки их тепловых характеристик. Установлено, что такие окна снижают тепловую нагрузку на помещение на 25–35% в условиях высокой СР.

Результаты показали, что снижение температуры увеличивается с увеличением зазора между стёклами, причём расстояние более 0,03 м оказывает незначительное влияние. Эксперименты подтвердили, что вентилируемое окно с плёнкой более эффективно и может снизить энергопотребление почти на 57%, поэтому его можно рекомендовать для жаркого климата.

Результаты исследований отечественных ученых. В республике развитие теории и опыт расчёта тепловой эффективности многослойных светопрозрачных ограждений (СПО) зданий берёт начало с исследований под руководством проф. Р. Р. Авезова. Им впервые разработана упрощённая методика определения эффективных коэффициентов отражения, поглощения и пропускания прямого солнечного излучения для сложных СПО, состоящих из двух и более слоёв с различными оптическими свойствами, разделённых воздушными прослойками, с учётом многократных отражений между слоями. В частности, предложена методика расчёта коэффициентов для трёхслойного СПО, учитывающая многократное отражение падающего излучения на границах каждого слоя [28–30].

$$\tau_{эфф(3)} = \frac{\tau_{эфф(1)} \tau_{эфф(2)} \tau_{эфф(3)}}{(1 - \rho_{эфф(1)} \rho_{эфф(2)}) (1 - \rho_{эфф(1)} \rho_{эфф(3)}) - \rho_{эфф(2)} \rho_{эфф(3)} \tau_{эфф(1)}^2} \quad (1)$$

где: цифры в индексах эффективных коэффициентов отражения $\rho_{эфф}$, поглощения $\alpha_{эфф}$ и пропускания $\tau_{эфф}$ прямого СИ сложных СПО указаны порядок последовательности каждого из слоёв, а цифры в индексе в скобках (1,2,3) указываются эти же величины одно-, двух- и трёхслойного ограждений соответственно. Применённый **графо-аналитический метод** Авезовым основывается на решении дифференциальных уравнений теплопередачи в нестационарных условиях.

Далее на основе предложенной методики выполнен ряд исследований по моделированию тепловых процессов в ПССО. Используемые

численные методы расчёта позволили учесть динамические изменения СР и температурных условий и получить следующие результаты [31–35]:

- разработана математическая модель стационарного теплового режима помещения с инсоляционной пассивной системой отопления (ИПСО) для определения месячного хода среднесуточных значений температуры его воздушной среды и коэффициента замещения топлива системой по месяцам отопительного сезона;

- на основе анализа суточного хода изменения температуры воздушной среды помещения с ИПСО при различных значениях отношения (вероятно, площади остекления к объёму или другой параметр – не указан) определены рациональные периоды использования краткосрочных аккумуляторов теплоты для хранения дневного излишка солнечного тепла;

- смоделирован процесс суточной естественной аккумуляции тепла во внутренних слоях ограждений помещения с ИПСО, на основе чего определено значение коэффициента естественной аккумуляции во внутренних слоях ограждений помещения из традиционных материалов;

- предложена методика определения необходимой теплоёмкости краткосрочного (суточного) аккумулятора тепла дневного излишка солнечного тепла в ИПСО с трёхслойными ЭОБ;

- обоснована целесообразность применения в качестве теплоаккумулирующего материала в краткосрочных аккумуляторах теплоты ИПСО фазопереходных материалов (ФПМ) с температурой плавления 18–22°C, определена их удельная масса (отнесённая к единице площади СПО) и рекомендовано рациональное место размещения внутри отапливаемого помещения.

Полученные существенные научно-практические результаты в области разработки и усовершенствования ПССО диктуют необходимость дальнейших углублённых исследований по применению новых технологий и инженерных подходов для улучшения качества проектирования и повышения энергоэффективности зданий с ПССО, учитывая как технические, так и климатические аспекты. В

частности:

- *разработка фазопереходных аккумуляторов тепла*: перспективным направлением является использование фазопереходных материалов в качестве краткосрочных аккумуляторов тепла в ПССО. Эти материалы позволяют повысить энергоэффективность, аккумулируя СЭ в течение дня и высвобождая её ночью;

- *оптимизация размеров и состава стеклопакетов*: рекомендуется дальнейшее исследование оптимальной толщины и состава стеклопакетов с учётом местных климатических условий. Например, увеличение толщины воздушных прослоек до 16 мм приводит к повышению теплового сопротивления, что особенно важно для холодных регионов.

В этом контексте необходимо отметить значимые результаты, полученные профессором К.А. Самиевым. В работах [36–38] им разработан и применён метод динамического моделирования для изучения тепловых характеристик трёх типов ПССО: «прямое облучение», «массивная стена» (стена Тромба) и «теплица» для климатических условий Республики Узбекистан. С помощью моделирования была оценена эффективность использования стены Тромба в четырёхкомнатном доме с ЭОБ. В результате исследования установлено, что внедрение стены Тромба позволило снизить потребление тепла на 36,5% (с 211,6 до 134,34 кВт·ч/м²·год). Также показано, что применение фазопереходного аккумулятора тепла в стене Тромба дополнительно сократило потребление тепла на 10%, снизив его до 119,4 кВт·ч/м²·год (суммарное снижение на 56,6% по сравнению с исходным значением). В исследовании К.А. Самиева также сопоставлены тепловые потери через различные ОК, предназначенные для ПССО, путём проведения теоретических и экспериментальных исследований (рис. 4).

Разработанная математическая модель позволяет определить суточные колебания температуры элементов ПССО с использованием стены Тромба, что даёт возможность оценить потенциал энергосбережения при её применении на территории страны.

Как отмечалось выше, стратегии проектирования пассивных зданий основываются на

климатических показателей местности, поскольку именно разница между фактическими климатическими условиями и комфортными условиями эксплуатации, а также причины этой разницы обуславливают необходимость принятия соответствующих мер при проектировании здания. Это также диктует необходимость подготовки наиболее точных исходных данных.

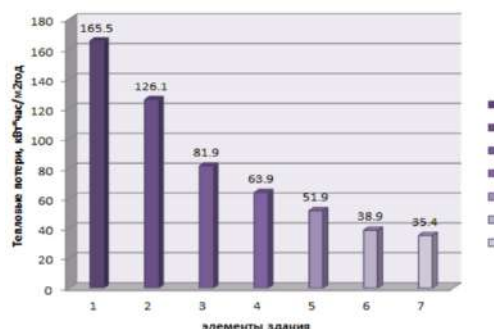


Рис.4. Тепловые потери через элементы здания:

1- окна ($R = 0.47 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$); 2- окна с изоляцией; 3- окна с водяными аккумуляторами теплоты; 4-окна с фазопереходными аккумуляторами теплоты; 5- стена с первым уровнем теплозащиты; 6- стена с вторым уровнем теплозащиты; 7- стена с третьим уровнем теплозащиты [38].

Для масштабного внедрения ПССО в республике и определения оптимальных режимов их применения проф. Н.Р. Авезовой и др. [39] рассчитаны фактические значения градусо-суток отопительного и охлаждающего периодов (HDD и CDD) для территории Узбекистана на основе методики ASHRAE с учётом выявленных значений минимальной, максимальной и средней суточной температуры наружного воздуха. В расчётах использованы последние архивы климатических данных за период 2005–2020 гг., полученные из 42 открытых источников метеостанций, пригодных для научных исследований. В ходе этих исследований выявлены различия в показателях HDD и CDD по сравнению с данными других авторов, например М. Кенисарина и др. [40], где для расчётов брались данные действующих нормативных документов [41]. Так, согласно расчётам Авезовой и соавторов, при комфортной температуре 18°C максимальное значение HDD составляет $3631^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$, тогда как в исследовании М. Кенисарина [40] этот показатель не превышал $3550^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$. Минимальное значение HDD в

расчётах Авезовой и др. составило $1517^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$, тогда как в [39] оно было выше – $1802^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$. В случае CDD также наблюдались различия: при базовой температуре 20°C расчётное значение CDD для северных регионов (Каракалпакстан) по данным Авезовой и др. составило $776^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$, что значительно выше данных [39] ($412^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$), а для более тёплых регионов (Сурхандарья) расчёт Авезовой и др. дал $1296^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$, тогда как в [39] это значение не превышало $947^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$. В данном исследовании авторами впервые выявлено влияние перепада высот на CDD и показаны различия в значениях CDD на более высоких точках страны над уровнем моря, таких как Чимган (1800 м), Пскем (1214 м) и Камчик (2145 м).

Далее исследователем Э. Рахимовым [42] применена новая методика моделирования, использующая методы цифровизации и картографирования показателей теплопотерь через 1 м^2 ЭОБ на основе средних максимальных и минимальных температур за 2000–2023 гг., представленных в виде цифровых карт.

На рис. 5 показаны результаты оценки теплопотерь и теплопоступлений через трёхслойное ЭОБ в различных климатических условиях Узбекистана за январь и июль (соответственно рис. 6а, 6б), полученные из среднечасовых данных базы ERA5-Land с разрешением $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ (данные обновляются ежемесячно с задержкой около трёх месяцев от текущей даты), а также из среднелетних максимальных и минимальных температур. Полученная карта даёт важные выводы для оценки эффективности ЭОБ в течение года. В ходе исследования получены важные данные о теплопотерях и теплопоступлениях через ЭОБ в климатических условиях Узбекистана [43].

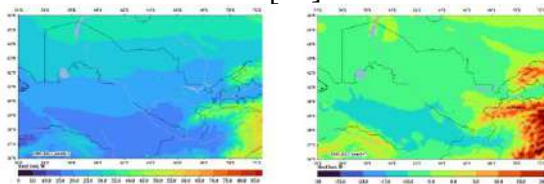


Рис.5. (а, б). Среднечасовые значения теплопотерь за январь (а) и теплопоступления за июль (б) на 1 м^2 окна в Узбекистане по данным среднечасовых значений температуры за 2000–2023 годы [42].

Например, отрицательные значения на тепловой карте (рис. 5б) показывают количество тепла, которое может поступить в помещение через окно при поддержании внутренней температуры на уровне 22°C, что демонстрирует эффективность оконных конструкций в условиях, когда наружная температура выше внутренней. Как видно из рис. 5, в январе средние часовые значения теплопотерь через 1 м² окна варьируются в пределах 20–30 Вт, что при расчёте на месяц (744 ч) составляет 14,88–22,32 кВт·ч. В июле анализ тепловых потоков через окна показал, что в зависимости от зоны теплопоступление составляет от –5 Вт до –15 Вт, что приводит к общему поступлению энергии в диапазоне 3,72–11,16 кВт·ч на 1 м² за месяц. Таким образом, проведённая оценка показывает, что ЭОБ эффективно снижают теплопоступление в летний период, уменьшая нагрузку на системы кондиционирования и снижая энергопотребление.

Продолжая исследования в рассматриваемой области и обобщая их результаты, исследователем М. Дехконовой разработаны методика и алгоритм расчёта, позволяющие вычислять тепловые потери и теплопоступления через трёхслойные ЭОБ при изменении их параметров [44]. Модель учитывает такие параметры, как толщина стеклопакета, ширина воздушной прослойки, степень чёрноты поверхности, а также внутреннюю и внешнюю температуру, что позволяет более точно рассчитать процессы теплообмена.



Рис. 7. Интерфейс ПО по определению значения тепловых потерь в трёхслойных ЭОБ для пассивных зданий [44].

В данной работе, изменяя исходные пара-

метры, можно адаптировать расчёты для различных климатических условий, что делает возможным детализированный анализ как теплопотерь, так и теплопоступлений в конкретном регионе. Предложенная математическая модель является важным **инструментом для оценки эффективности применения ЭОБ** в различных климатических зонах и для повышения энергосбережения в пассивных зданиях.

Далее, с учётом полученных результатов и обобщая практический опыт, Н.Р. Авезова и др. выполнили исследование [45], в котором на основе показателей сухого и влажного термометров, абсолютной влажности воздуха, энтальпии воздуха в помещении и др., а также климатических данных за 2005–2022 гг. (собранных установленными метеостанциями регионов республики с временным шагом 10 мин) предложен подход по **моделированию пассивных зданий с применением цифровой диаграммы Джованни**. Данный подход позволяет составить карту биоклиматических зон регионов республики и тем самым оптимизировать повышение ЭЗ при проектировании зданий с ПССО.

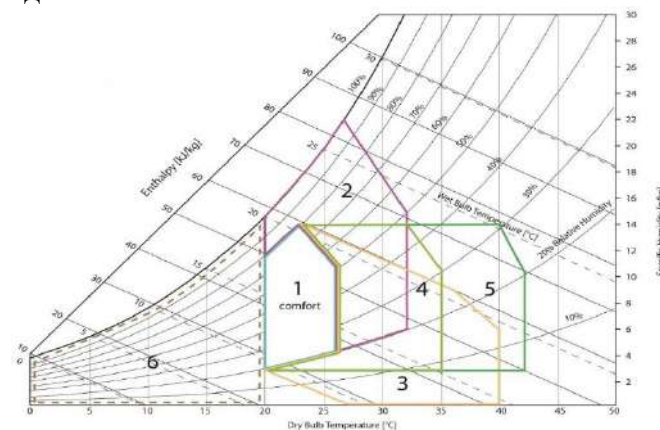


Рис. 8. Биоклиматические зоны по диаграмме Джованни [45].

1 – зона комфорта; 2 – зона естественной вентиляции; 3 – зона испарительного охлаждения; 4 – зона высокой тепловой массы; 5 – зона высокой тепловой массы и ночной вентиляции; 6 – зона пассивного отопления.

Как известно, биоклиматическая карта Джованни определяет способ охлаждения или обогрева в зависимости от климатических условий наружного воздуха. В сочетании с климатической базой данных эта диаграмма иллюстрирует значения температуры и влаж-

ности в графическом формате, предлагая оптимальные стратегии и демонстрируя улучшение комфортных условий в соответствии с каждой из них. На диаграмме Джованни выделены шесть зон для пассивных проектных стратегий (рис. 7). Климатические показатели, такие как температура окружающей среды и относительная влажность, могут быть нанесены на диаграмму, что позволяет определить, в какую из шести зон попадают указанные условия.

На рис. 9 представлена биоклиматическая карта г. Ташкента, полученная с использованием диаграммы Джованни [45].

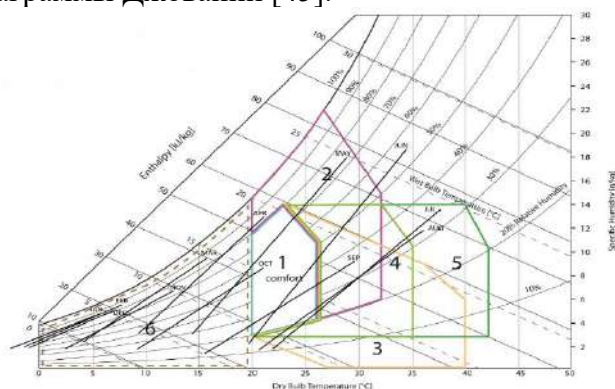


Рис.9. Биоклиматическая карта г. Ташкента [45].

Анализ карт биоклиматических зон для г. Ташкента показывает, что комфортная зона охватывает в основном половину мая и июня, а также сентябрь. В этой зоне температура и относительная влажность находятся в пределах комфортных условий (20–26°C и 20–80% относительной влажности). Для поддержания комфорта достаточно минимальных пассивных стратегий, таких как естественная вентиляция и минимизация теплопотерь. При приближении температуры к 26°C необходимо контролировать поступление СИ, чтобы оно не превышало 300 Вт/м², во избежание избыточного нагрева помещения. СИ может контролироваться с помощью затеняющих устройств, высокоэффективных окон и правильной ориентации здания.

- Естественная вентиляция в Ташкенте возможна с апреля по июнь, когда температура внутри здания превышает комфортные условия (>26 °C), и для обеспечения теплового комфорта

требуется интенсивная естественная вентиляция ~50% времени. При этом скорость воздушного потока должна быть в пределах 0,1–0,4 м/с, чтобы эффективно охлаждать внутренние помещения и предотвращать перегрев.

- В июле и августе для климатических условий Ташкента актуальна зона испарительного охлаждения, когда высокие значения температуры (30–40°C) и низкая относительная влажность (<50%) требуют применения испарительного охлаждения, что существенно снижает температуру воздуха, одновременно увеличивая относительную влажность. Необходима хорошая вентиляция для предотвращения накопления водяного пара; скорость воздушного потока должна составлять не менее 0,5 м/с. Испарительное охлаждение применяется 100% времени.

- В сентябре наблюдается зона высокой тепловой массы и ночной вентиляции (температура в пределах 25–35°C, относительная влажность 30–60%), когда требуются материалы с высокой теплоёмкостью (бетон, кирпич, камень) для сглаживания суточных колебаний температуры (на 5–10°C) внутри помещений. Ночная вентиляция необходима для охлаждения строительных материалов в течение ночи, когда температура наружного воздуха снижается, что помогает поддерживать комфортную температуру в течение дня. Тепловая масса и ночная вентиляция применяются ~60% времени.

- Зона охлаждения для Ташкента наблюдается с июня по август, когда температура значительно превышает комфортные условия (>26°C, относительная влажность 40–70%), и для обеспечения теплового комфорта требуется механическое охлаждение около 43% времени. Пассивные методы, такие как затенение и использование высокоэффективных окон, могут дополнять системы кондиционирования воздуха; СИ должно быть снижено до уровня менее 500 Вт/м².

- С декабря по февраль температуры ниже комфортных условий (<20°C, относительная влажность 60–80%), и для поддержания теплового комфорта требуется подключение пассивной системы отопления на 100% времени. Пассивные методы включают использование солнечного отопления, теплоизоляцию и сни-

жение теплопотерь через ограждающие конструкции. Оптимально использовать солнечные коллекторы и тепловые насосы для повышения энергоэффективности. Лишь в немногие дни этого периода требуется подключать активные системы отопления для поддержания комфортной температуры внутри здания.

Предложенная биоклиматическая карта Ташкента (с использованием диаграммы Джованни) позволила выделить оптимальные стратегии для различных сезонов года и оптимизировать конструктивные решения, направленные на снижение энергопотребления и повышение комфорта в жилых и общественных зданиях в системах отопления и охлаждения.

На основе анализа существующих исследований в области ПССО с ЭОБ, включающего критическую оценку признанных результатов зарубежных и отечественных учёных по моделированию теплового режима и опыта проектирования, авторами настоящей работы разработан СНиП «Пассивный хаус», то есть государственный нормативный документ – ШНК 2.08.08.22 «Пассивные здания: жилые», введённый в действие в Республике Узбекистан, в котором учтено применение ПССО и ЭОБ [46].

Таким образом, комплексное применение продуманных стратегий пассивного проектирования, использование корректных исходных данных, углублённое моделирование ПССО и внедрение инновационных элементов, таких как энергоактивные окна, позволяет максимально реализовать потенциал пассивного солнечного отопления. Рассмотренные научные результаты, обобщающие как мировой опыт, так и достижения школы Р. Р. Авезова, обладают высокой научной и практической значимостью. Они не только расширяют фундаментальные представления об энергосберегающих технологиях в архитектуре, но и служат надёжной основой для разработки нормативных требований и рекомендаций по созданию устойчивых энергоэффективных зданий в различных климатических условиях. Такое сочетание теории и практики наглядно демонстрирует ценность научного подхода к проектированию пассивных зданий и подтверждает ведущую роль отечественных исследований в данном направлении.

Выводы. В ходе исследования система-

тизированы подходы к моделированию ПССО и проанализированы достижения отечественных и зарубежных учёных как в научном, так и в практическом плане, выявлены следующие основные моменты:

- критический анализ результатов исследований в рассматриваемой области показывает, что подход моделирования ПССО с детализированными численными методами обеспечивает наиболее точное моделирование теплопередачи и воздушных потоков. Использование таких методов позволяет снизить погрешность расчётов на 10–15% по сравнению с традиционными подходами. Сочетание численных методов и экспериментальных данных с применением симуляционных инструментов (таких как EnergyPlus и DesignBuilder) обеспечивает оптимизацию конструктивных решений проектируемых зданий.

- для повышения энергоэффективности современных зданий с ПССО необходимо применение ЭОБ, так как они обеспечивают не только естественное освещение и теплоизоляцию, но и аккумулирование солнечной энергии для обогрева помещений. Показано, что нанесение низкоэмиссионных покрытий на окна снижает теплопередачу на 30–50% по сравнению с обычным остеклением; заполнение стеклопакетов инертными газами (аргон, криптон) уменьшает теплопотери на 20–30%; в условиях холодного климата трёхкамерные стеклопакеты с аргоном позволяют сохранить до 22 Вт/м² энергии на каждый квадратный метр остекления.

- стратегии проектирования пассивных зданий основываются на климатических показателях местности, что диктует необходимость подготовки максимально точных исходных данных. Результаты исследований отечественных учёных по моделированию ПССО с учётом климатических условий республики стали основой разработки биоклиматических карт для оценки энергоэффективности зданий в различных регионах страны. Показано, что в условиях Ташкента использование ПССО может снизить энергозатраты на отопление на 30–40%, а применение локальных климатических данных (например, градусо-суток отопительного и охлаждающего периодов) обеспечивает точную

адаптацию технологий ПССО к региональным условиям.

Таким образом, развитие подходов к разработке и моделированию ПССО с оптимальными параметрами и их адаптация к региональ-

ным условиям создают основу для внедрения энергоэффективных технологий, которые способствуют устойчивому развитию строительной отрасли и снижению углеродного следа в республике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. R.R. Avezov, N.R. Avezova, N.A. Matchanov, Sh.I. Suleimanov, R.D. Abdukadirova, History and State of Solar Engineering in Uzbekistan// Applied Solar Energy, 2012, Vol. 48, No. 1, pp. 14–19.
2. Аvezov P.P., Орлов A.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. Ташкент: Фан, 1988. 288 с.
3. Janssen, H., Blocken, B., & Carmeliet, J. Conservative modelling of the moisture and heat transfer in building components under atmospheric excitation. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2007.50, 1128-1140.<https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2006.06.048>.
4. Gerlich, V. Modelling of Heat Transfer in Buildings., 2011 244-248. <https://doi.org/10.7148/2011-0244-0248>. orientation. Applied Thermal Engineering, 2017. 112, 15-24. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.10.068>.
5. Basok, B.I.; Nakorchevskii, A.I.; Goncharuk, S.M.; Kuzhel, L.N. Experimental Investigations of Heat Transfer Through Multiple Glass Units with Account for the Action of Exterior Factors. J. Eng. Phys. Thermophys. 2017, 90, 88–94.
6. Брызгалин Владислав Викторович, Соловьев Алексей Кириллович Использование пассивных систем солнечного отопления как элемента пассивного дома // Вестник МГСУ. 2018. №4 (115). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-passivnyh-sistem-solnechnogo-otopleniya-kak-elementa-passivnogo-doma>.
7. Аvezov P.P., Бабакулов К.Б. Метод теплотехнического расчета пассивной системы солнечного обогрева (нестационарный режим). -Гелиотехника, 1982, № 5, с.11-18
8. Krivoshein, Y. O., Tolstykh, A. V., Tsvetkov, N. A., & Khutornoy, A. N. Mathematical model for calculating solar radiation on horizontal and inclined surfaces for the conditions of Yakutsk. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, 408, 012002. doi:10.1088/1755-1315/408/1/012002
9. Misiopceki, C., Bouquin, M., Gustavsen, A., & Jelle, B. P. Thermal modeling and investigation of the most energy-efficient window position. Energy and Buildings, 2018, 158, 1079–1086. doi: 10.1016/j.enbuild.2017.10
10. Pilipenko, A., & Petrov, S. Computer Simulation and Modelling System of Non-Stationary Heat Exchange Processes. MATEC Web of Conferences, 2018, 155, 01036. doi:10.1051/mateconf/2018155
11. Tian, Z.; Zhang, X.; Jin, X.; Zhou, X.; Shi, X. Towards adoption of building energy simulation and optimization for passive building design: A survey and a review. Energy Build. 2018, 158, 1306–1316.
12. Nguyen A, Reiter S, Rigo P.;1; A review on simulation-based optimization methods applied to building performance analysis. 2014:1043-58.
13. Crawley, Drury B., et al.;1; «EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program." Energy and buildings 33.4, 2001. 319-331.
14. Hirsch, James “eQUEST”. DOE2. com. <http://www.doe2.com/equest>, (Accessed 26.05.2016).
15. DesignBuilder. <https://www.designbuilder.co.uk/software/product-overview> (Accessed 26.05.2016).

16. Гражданкин А.А., Иванченко В.Т., Письменский А.В. Математическое моделирование теплопередачи через ограждающую конструкцию // Вестник БГТУ имени В. Г. 2020. №6
17. Зима А. Г. Характеристики окна, влияющие на повышение его теплоизоляционных свойств // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2020. №3 (33).
18. Cuce E. Riffat S.B. A state-of-the-art review on innovative glazing technologies. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2015, 41, 695–71
19. Подковырина К.А., Подковырин В.С. Светопрозрачные ограждающие конструкции (методы снижения тепловых потерь и мировой опыт применения) // Архитектура и дизайн. 2018. № 1. С. 46-51. doi: 10.7256/2585-7789.2018.1.27981
20. Н.Р. Аvezova, А.М. Мирзабаев, К.А. Самиев, Н.Н. Далмурадова, М.Х Дехконова. Краткий обзор инженерных подходов по разработке энергоактивных оконных блоков для пассивных зданий// «Проблемы информатики и энергетики» 2024/3 с-228-248
21. Павленко А.М., Садко К. Оценка численных методов прогнозирования энергоэффективности окон// Энергии. 2023; 16(3):1425. <https://doi.org/10.3390/en16031425>
22. Jean-Michel Dussault, Louis Gosselin, Tigran Galstian. Assessment of building energy efficiency with smart window glazing curtain walls//International Workshop smart materials, structures & NDT in aerospace Conference NDT in Canada 2011. 2 - 4
23. Земцов Виктор Андреевич, Гагарина Елена Владимировна Расчетно-экспериментальный метод определения общего коэффициента пропускания света оконными блоками // Academia. Архитектура и строительство. 2010. №3.
24. Nourozi B, Ploskić A, Chen Y, Ning-Wei Chiu J, Wang Q, Heat transfer model for energy-active windows – An evaluation of efficient reuse of waste heat in buildings, *Renewable Energy* 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.10.043>
25. Basok, B. I., Davydenko, B. V., Isaev, S. A., Goncharuk, S. M., & Kuzhel', L. N. Numerical Modeling of Heat Transfer Through a Triple-Pane Window. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*-2016, 89(5), 1277–1283. doi:10.1007/s10891-016-1492-7
26. Kamal A.R. Ismail, Taynara G.S. Lago, Fatima A.M. Lino, Mário Ventura Mondlane, Mavd P.R. Teles, Experimental investigation on ventilated window with reflective film and development of correlations// *Solar Energy*, Volume 230, Pages 421-434, 2021.
27. Avezov, R.R. Temperature field and heat transfer through partly ray-absorbing translucent enclosure of insolation passive systems for solar heating// *Geliotekhnika*, (3), pp. 54-57. 2003
28. R. R. Avezov, The influence of heat exchange conditions on the temperature regimes and heat transfer of a partially radiation-absorbing layer of complex transparent enclosures in passive solar heating systems// *Geliotekhnika*, no. 4, pp. 32-38, 2004.
29. R. R. Avezov and K. A. Samiev, Methodology for calculating the optical characteristics of double- and triple-layer transparent enclosures in passive solar heating// *Geliotekhnika*, no. 3, pp. 71-78, 2006.
30. Avezova, N.R., Avezov, R.R., Samiev, K.A. Modeling the stationary thermal conditions of a premises heated by a passive insolation system containing a three-layer translucent shield with a partially ray-absorbing film on its inner surface. *Applied Solar Energy* 2014 50 (1), pp. 30-34.
31. Avezova, N.R., Avezov, R.R., Rashidov, Y.K., Kasimov, F.S. The fuel-replacement factor of insolation passive solar-heating systems with a three-layer translucent shield with a partially ray absorbing transforming film on the inside *Applied Solar Energy* 2014, 50 (4), pp. 278-281
32. К. А. Самиев. “Повышение эффективности сложных светопрозрачных ограждений с частично лучепоглощающим слоем инсоляционных пассивных систем солнечного отопления” автореферат диссертационная работа. Ташкент – 2010. С-55.
33. Avezova, N.R., Avezov, R.R., Rashidov, Y.K., Samiev, K.A. Model-based analysis of nonstationary thermal mode in premises with an insolation passive heating system with a three-layer translucent shield *Applied Solar Energy* 2014. 50 (3), pp. 184-187.

34. Avezov, R.R., Samiev, K.A. Effect of the placement of a partially radiation-absorbing layer on the optical and thermotechnical characteristics of a three-layer translucent screen of passive insolation solar-heating systems// *Applied Solar Energy* 2006. 42 (4), pp. 11-14.
35. Самиев К.А. Математическое моделирование теплового режима инсоляционного пассивного система солнечного отопления с трехслойными вентилируемыми светопрозрачными ограждениями// *Гелиотехника*. – 2009 №4. С.121-126.
36. Avezov, R.R., Samiev, K.A. Technique for calculation of optical characteristics of two- And three-layer light transmissive screens in insolation passive solar heating systems *Applied Solar Energy* 2006, 42 (3), pp. 45-49.
37. Самиев К.А. Тепловая эффективность пассивных систем солнечного отопления// автореферат докторская диссертационная работа. Ташкент – 2023. с.56
38. N.R. Avezova, E.Yu Rakhimov, NN Dalmuradova, MB Shermatova. Adjustments to the indicators of the heating and cooling degree-days for regions of the Republic of Uzbekistan// 2-nd International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering (ICECAE 2021), PP. 278-288.
39. Murat Kenisarin, Kamola Kenisarina. Energy saving potential in the residential sector of Uzbekistan. // *Energy* 32 (2007) 1319–1325.
40. КМК 2.01.04-97. Пособие по проектированию новых энергосберегающих решений по строительной теплотехнике. Строительная теплотехника. 01.01.2012 г.
41. Н.Р. Авезова, Э.Ю. Рахимов, А.У. Вохидов, М.Х. Дехконова. Методика расчета тепловых потерь через трехслойные светопрозрачные ограждения зданий// международной научно-практической конференции “Подготовка кадров по солнечной энергетике: технологии, методы и инструменты” 20 сентября 2024 года, г. Фергана
42. ERA5-Land hourly data from 1950 to present. <https://cds-beta.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-land?tab=overview>
43. Дехконова М.Х.“Программа для определения значения тепловых потерь в трехслойных энергоактивных оконных блоков для пассивных зданий”// ДГУ № 40083.14.06.2024
44. Nilufar Avezova, Akrom Mirzabaev, Ergashali Rakhimov, Nargiza Dalmuradova, Makhliyo Dekhkonova. Passive project strategy: Givoni diagram//*Journal of Construction and Engineering Technology JCET*: volume 2, issue 2, 2024.
45. ШНК 2.08.08-22. Пассивные здания: жилые. https://mc.uz/uploads/mcuz_999401255275.pdf

ЕКОЛОГИЯ, МЕХНАТ МУХОFAZASI VA TEXNIKA XAVFSIZLIGI
ЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ECOLOGY, LABOR PROTECTION AND TECHNICAL SAFETY

UO'K: 004.056.55:004.942:519.876

 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.3

ИОТ ТРАФИК ФРАКТAL O'LCHOVINING STATISTIK XUSUSIYATLARI:
KITSUNE MA'LUMOTLAR TO'PLAMI MISOLIDA



Majidov Anvarxon Mahmudxon o'g'li

O'zbekiston Milliy Universiteti Axborot xavfsizligi magistranti, Toshkent, O'zbekiston

Email: anvarxonmajidov2000@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqola trafikning fraktal xususiyatlarini baholash usulini ko'rib chiqadi va IoT trafikining fraktal o'lchovining statistik parametrlarini baholaydi. Kitsune to'plamidan hujumlar bilan birga real trafik tahlili, shuningdek, normal holatda va SSDP Flood, Mirai, OS Scan kabi hujumlar ta'sirida trafikning fraktal xususiyatlari tahlil qilingan. Natijalar shuni ko'rsatdiki, hujum paytida trafikning fraktal o'lchovidagi keskin o'zgarishlar IoT tarmoqlaridagi kompyuter hujumlarini aniqlash algoritmlarini yaratish uchun ishlatilishi mumkin. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, tarmoq trafiklarini onlayn tahlil qilganda fraktal o'lcham (FR)ni baholashda sirpanuvchi tahlil oynasida Hurst ko'rsatkichini baholash uchun modifikatsiya qilingan algoritm afzalroqdir.

Kalit so'zlar: Hurst ko'rsatkichi, fraktal o'lchov, chegaralash, kompyuter hujumi, tarmoq trafiklari, narsalar interneti (IoT).

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФРАКТАЛЬНОЙ
РАЗМЕРНОСТИ ТРАФИКА ИОТ: ПРИМЕР НА ОСНОВЕ ДАТАСЕТА
KITSUNE

Маджидов Анвархон Махмудхон угли

Степень магистра по специальности «Информационная безопасность», Национальный университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан

Аннотация. В статье рассматривается метод оценки фрактальных характеристик сетевого трафика и анализируются статистические параметры фрактальной размерности IoT-трафика. Проведен анализ реального трафика вместе с атаками из набора данных Kitsune, а также изучены фрактальные свойства трафика в нормальных условиях и при атаках, таких как SSDP Flood, Mirai и OS Scan. Результаты показывают, что резкие изменения фрактальной размерности трафика во время атак могут быть использованы для создания алгоритмов обнаружения кибератак в IoT-сетях. Исследование демонстрирует, что модифицированный алгоритм оценки индекса Хёрста в скользящем окне анализа является предпочтительным для оценки фрактальной размерности при онлайн-анализе сетевого трафика.

Ключевые слова: показатель Херста, фрактальная размерность, пороговая обработка, кибератака, сетевой трафик, интернет вещей (IoT).

STATISTICAL CHARACTERISTICS OF IOT TRAFFIC FRACTAL DIMENSION: A CASE STUDY OF THE KITSUNE DATASET

Majidov Anvarkhan Makhmudkhan ugli

Master's degree in Information Security, National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. This article examines a method for evaluating the fractal characteristics of traffic and assesses the statistical parameters of the fractal dimension of IoT traffic. It analyzes real traffic alongside attacks from the Kitsune dataset, as well as the fractal properties of traffic under normal conditions and during attacks such as SSDP Flood, Mirai, and OS Scan. The results indicate that abrupt changes in the fractal dimension of traffic during attacks can be utilized to develop algorithms for detecting cyberattacks in IoT networks. The research demonstrates that a modified algorithm for estimating the Hurst index within a sliding analysis window is preferable for evaluating the fractal dimension during online analysis of network traffic.

Keywords: Hurst exponent, fractal dimension, thresholding, cyberattack, network traffic, Internet of Things (IoT).

Kirish. Narsalar interneti (IoT, inglizcha “Internet of Things”) texnologiyalari nisbatan yangi paydo boʻlgan va oxirgi oʻn yil ichida keng tarqalgan. IoT — bu bir-biri bilan bogʻlangan kompyuter tarmoqlari va koʻplab oʻrnatilgan sensorlar bilan jihozlangan fizik obyektlar sistemasini ifodalaydi. Bu sensorlar atrof-muhit haqidagi maʼlumotlarni yigʻish uchun ishlatiladi. Maʼlumotlarni qayta ishlash va datchiklardan keladigan maʼlumotlarni keyingi tahlil, masofaviy monitoring va IoT obyektlarini foydalanuvchi ishtirokisiz boshqarish uchun maxsus dasturiy taʼminotdan foydalaniladi. Bundan tashqari, dasturiy taʼminot maʼlumotlarni saqlash va ularga kirish imkonini taʼminlaydi [1, 2]. Odatda IoT doirasida har biriga alohida vazifalar uchun moʻljallangan alohida tarmoqlar mavjud.

IoT sohasidagi mutaxassislarining bashoratlari koʻra, 2020-yildan 2025-yilgacha “aqlli” qurilmalar soni har yili 20% ga ortib boradi [3]. Qurilmalar sonining tez oʻsishi va texnologiya rivojlanishi bilan axborot xavfsizligini taʼminlashga oid risklar ham ortmoqda. IoT qurilmalari (internetga ulangan “aqlli” uy jihozlari) internetga ulangan holda bir-biri bilan bogʻliq boʻlib, koʻpincha zararli foydalanuvchilar tomonidan ushbu qurilmalarning resurslariga kirish uchun hujumning maqsadiga aylanadi.

IoT qurilmalari cheklangan xotira hajmi va past hisoblash quvvatiga ega boʻlgani sababli, ularda tarmoq xavfsizligini taʼminlovchi vositalar odatda oʻrnatilmaydi. Bunday zaifliklardan foydalanib, zararli dasturlar yordamida botnetlar IoT qurilmalarini nazorat ostiga olish va boshqarish imkoniyatiga ega boʻladi. Eng mashhur zararli dasturlardan biri Miraidir. Masalan, Mirai botnetining bir versiyasi dunyoning 164 mamlakatida joylashgan 5 milliondan ortiq qurilmaga, shu jumladan IoT qurilmalariga kirish huquqini olishga muvaffaq boʻlgan. Bu oiladagi zararli dasturlar barcha hujumlarining 39% ini tashkil etadi. IoT tarmoqlaridagi eng keng tarqalgan boshqa hujumlar SSDP Flood va OS Scan turidagi hujumlar hisoblanadi. SSDP Flood – bu tarmoqdagi UPnP xizmatidan foydalanib amalga oshiriladigan DDoS hujumi. OS Scan – bu operatsion tizimni aniqlash va zaifliklarni topish uchun ishlatiladigan tahlil usuli.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya. Tarmoq trafikining xavfsizlikni taʼminlash vositalarini yaratish asosi sifatida ishlatilishi mumkin boʻlgan muhim parametrlaridan biri uning fraktal xususiyatlaridir. Maʼlumki, tarmoq trafiki oʻz-oʻziga oʻxshashlik yoki fraktal xususiyatlarga ega [6, 7]. Fraktal xususiyatlarni miqdoriy baholash uchun asosan Hurst koʻrsatkichi H ishlatiladi, bu koʻrsatkich fraktal oʻlchov (FR) D bilan quyidagi

munosabat orqali bog'langan: $D = 2 - H$ [8–10] ishlarida ko'rsatilganidek, Hurst ko'rsatkichiga asoslanib, quyidagi statistik xarakteristikalariga ega bo'lgan tarmoq trafikining normal faoliyatini aniqlash mumkin:

1) Tanlangan o'rtacha qiymat;

$$M_{H,i} = \frac{1}{n} \sum_{j=i}^{i+n} S_j; \quad (1)$$

2) Tanlab olingan dispersiya. Tanlab olingan dispersiya quyidagicha hisoblanadi:

$$D_{H,i} = \frac{1}{n-1} \sum_{j=i}^{i+n} (S_j - M_{H,i})^2; \quad (2)$$

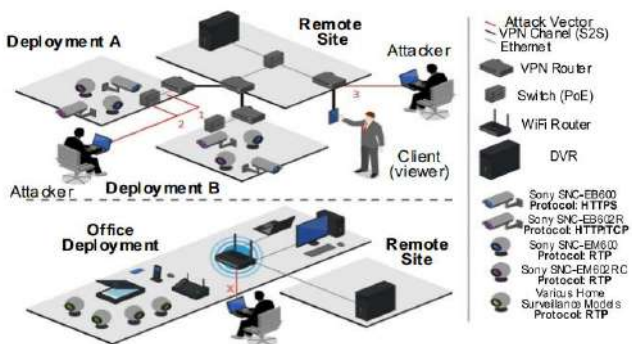
3) Assimetriya koeffitsienti. Hurst ko'rsatkichining ehtimollik zichlik taqsimotining markaziy og'irlik o'qiga nisbatan assimmetrikligini aniqlovchi quyidagi formulaga asoslanadi:

$$\gamma_{H1,i} = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{j=i}^{i+n} (S_j - M_{H,i})^3}{D_{H,i}}; \quad (3)$$

4) Ekstess koeffitsienti. Hurst ko'rsatkichining ehtimollik taqsimotining qattiq uchini normal taqsimot bilan solishtirib, quyidagi formulaga asoslanadi:

$$\gamma_{H2,i} = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{j=i}^{i+n} (S_j - M_{H,i})^4}{D_{H,i}^2} - 3. \quad (4)$$

Ushbu parametrlar tarmoq himoyasini samarali tizimini qurishda, ma'lumotlarni intellektual tahlil qilish [11, 12] va fraktal tahlil usullariga asoslanib ishlatilishi mumkin. Ishning maqsadi – IoT tarmog'idagi eng keng tarqalgan hujumlarning fraktal o'lchov statistik xususiyatlarini o'rganish, va Kitsune ma'lumotlar bazasi asosida tahlil qilish.



1-rasm. Tarmoq topologiyasi.

IoT trafikining fraktal o'lchov statistik parametrlarini baholashni Kitsune ma'lumotlar bazasi [13–15] asosida amalga oshiramiz. Kitsune – bu sun'iy neyron tarmog'iga (ANN), asoslangan tarmoqdagi kirishlarni aniqlash tizimi (NIDS), avtomatik tarzda onlayn ishlaydigan tizimdir. 1-rasmda taqdim etilgan tarmoq topologiyasi asosida

tarmoq trafikini 1, 2, 3 va X nuqtalaridagi routerlar orqali ushlab olish amalga oshirilgan. Har bir ma'lumotlar to'plami uchun avval bir million paketli sof trafik ushlanib, keyin hujum amalga oshirilgan. Illyustratsiyada hujum vektorlar ham ko'rsatilgan.

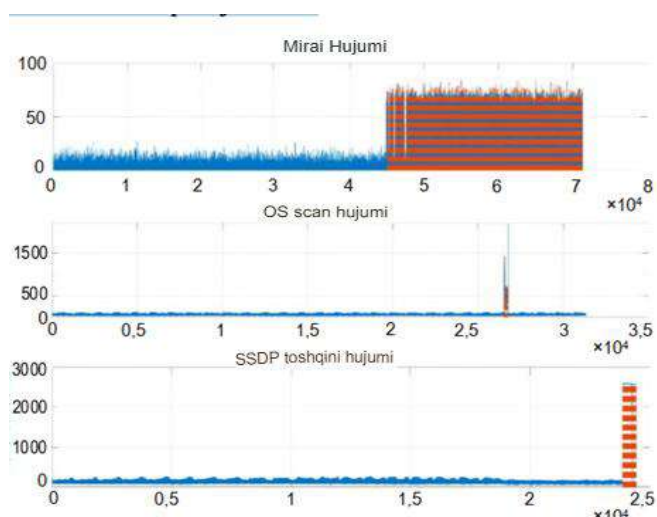
Obyektlarni chiqarish strukturasi AfterImage deb atashadi, bu har bir tarmoq kanalining shablonlarini samarali kuzatib boradi, kamayib boruvchi statistik ma'lumotlar yordamida va har bir paket uchun xususiyatlar vektorini chiqarib oladi. Ushbu vektor kanal va paket yuboruvchisi vaqt kontekstini qayd etadi. Kuzatilgan obyektlar ko'rinadigan neyronlar githubdagi Kitsune guruhiga joylashtiriladi.

Kitsune ma'lumotlar bazasi 2019 yilda ochiq bo'lib, eng yirik haqiqiy va model asosidagi mashina o'rganish vazifalari saqlanadigan UCI Machine Learning Repository protokoli repozitoriyasiga kiritildi. U to'rt xil hujum turini o'z ichiga oladi: razvedka (Recon), odam o'rtada (MitM), xizmat ko'rsatishni rad etish (DoS) va botnet zararli dasturlari (Botnet Malware), masalan, Mirai – bu IoT qurilmalarini, ayniqsa ARC protsessorlarida ishlaydiganlarini, zararli dastur bilan yuqtirib, ulardan masofadan boshqariladigan botlar tarmog'ini yaratadi. Ushbu botnet ko'pincha DDoS-hujumlarini amalga oshirish uchun ishlatiladi.

Hujumlar haqidagi ma'lumotlar tijorat IP-nazorat tizimi va IoT qurilmalarini o'z ichiga olgan tarmoqdan olingan. Har bir ma'lumotlar to'plami millionlab tarmoq paketlari va turli xil kiberhujumlarni o'z ichiga oladi. Har bir hujum turi uchun quyidagi ma'lumotlar to'plami mavjud:

- oldindan ishlov berilgan ma'lumotlar to'plami, bu mashina o'rganish algoritmlarini qo'llash uchun tayyor, .csv formatida;
- belgilash fayli (.csv formatida);
- asl tarmoq tarmog'ini ushlab olinayotgan fayl .pcap formatida.

1-jadvalda Kitsune ma'lumotlar bazasida mavjud bo'lgan tarmoq hujumlarining turlari ko'rsatilgan. Tadqiqotda IoT trafikining fraktal xususiyatlari tahlil qilingan va hujumlar bo'yicha tahlil qilingan: SSDP Flood (54 soniya davomida), Mirai (44 daqiqa davomida), OS Scan (29 soniya davomida), 2-rasmda ko'rsatilgan.



2-rasm. IoT trafik, Normal trafik (ko'k), Hujum trafik (qizil).

Fraktal xususiyatlarni baholash uchun 100 ms interval bilan harakatlanuvchi oynada ushlangan paketlar tarmog'ining tahlili amalga oshirilgan. 2-jadvalda oldindan ishlov berilgan ma'lumotlar to'plami va asl tarmoq tarmog'ini ushlab faylini (pcap formatida) ko'rsatuvchi tegishli belgilash vektori keltirilgan.

Har bir .csv-fayl satri ushlangan va ishlov berilgan paketni ifodalaydi va uning vaqt statistikasi haqida ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Bu ma'lumotlar paketning uzatilish kontekstini tasvirlab beradi, shu jumladan, uzatilishda ishtirok etgan hostlar va protokollar haqida ma'lumotlarni. Ushbu ma'lumotlar 115 xil turdagi statistik ma'lumotni (atribut) o'z ichiga oladi va ular paket yuboruvchisi va qabul qiluvchisi orasidagi tarmoqni tavsiflaydi. Statistika yig'ish barcha trafik uchun amalga oshirilgan bo'lib, manba sifatida paketning MAC-va IP- manzillari (SrcMAC-IP) ishlatilgan. Tahlil qilish uchun qo'shimcha ma'lumot sifatida paketning manba IP-manzili (SrcIP) ham ishlatilgan. Agar paketning uzatish kanali tahlil qilinayotgan bo'lsa, u holda kanal nomi bilan belgilangan paketning manba va maqsad IP-manzillari o'rtasidagi bog'lanishni o'rganish mumkin. Tarmoq aloqalari (Socket)ni o'rganish uchun esa TCP/UDP protokollarining soket ma'lumotlari ishlatilgan. Bir vaqt o'ynasidan chiqariladigan umumiy atributlar soni 23 ni tashkil qiladi. Atributlarni chiqarish uchun turli uzunlikdagi beshta tahlil oynasi ishlatiladi: 100 ms, 500 ms, 1,5 soniya, 10 soniya va 1 daqiqa. Bular birgalikda 115 atributni hosil qiladi. Agar TCP/UDP

protokolida ma'lumotlar mavjud bo'lmasa, mos funksiyalar nolga tenglashtiriladi.

1-jadval

Hujum haqida ma'lumotlar

Hujum turi	Hujum nomi	Tavsif	Hujum vektori	Paket soni	Davomiy- ligi, minut
Recon	OS Scan	Hujumchi tarmoqdagi hostlarni va ularning operatsion tizimlarini skanerlaydi, potentsial zaifliklarni aniqlashga urinadi.	1	1 697 851	52,2
	Fuzzing	Hujumchi veb-serverlardagi kameralarning zaifliklarini tasodifiy buyruqlar yuborib skanerlaydi.	3	2 244 139	85,5
Man in the Middle	Video Injection	Zararli shaxs yozilgan videoni umumiy video oqimiga kiritadi.	1	2 472 401	33,4
	ARP MitM	Zararli shaxs ARP-hujumi orqali barcha LAN-trafikni uzatib oladi.	1	2 504 267	28,2
	Active Wiretap	Zararli shaxs ochiq sim orqali o'rnatilgan faol tinglash (tarmoq ko'prigi) orqali barcha tarmoq trafiklarini uzatib oladi.	2	4 554 925	95,6
Denial of Service	SSDP Flood	Zararli shaxs videoregistratorni reklama e'lonlari serveriga spam tarqatish uchun kameralarni majburlaydi	1	4 077 266	40,8
	SYN DoS	Zararli shaxs uning veb-serverini yuklab tashlab, kameraning video oqimini o'chiradi.	1	2 771 276	52,8
	SSL Renegotiation	Zararli shaxs kameralarga ko'plab SSL-qayta kelishuv paketlarini yuborib, uning video oqimini o'chiradi.	1	6 084 492	65,6
Botnet Malware	Mirai	Zararli shaxs IoT qurilmalarini standart kirish ma'lumotlaridan foydalanib Mirai zararli dasturi bilan zararlaydi va keyin yangi zaif tarmoqni skanerlaydi.	X	764 137	118,9

2-jadval

Kitsune ma'lumotlar to'plamining xarakteristikasi

Hujum turi	Hujum nomi	Paket soni
Botnetlar uchun zararli dasturiy ta'minot	Mirai	764 136
Xizmat ko'rsatishni rad etish	SSL Renegotiation	2 207 570
	SSDP Flood	4 077 265
	SYN DoS	2 771 275
O'rta qismda odam	ARP MitM	2 504 266
	Video iny'eksiya	2 472 400
	Faol tinglash	2 278 688
Razvedka	Operatsion tizimlarni skanerlash	1 697 850
	Fuzzing	2 244 138

Natijalar. Fraktal o'lchamni tavsiflovchi Hurst ko'rsatkichini baholash uchun eng ko'p qo'llaniladigan usullarga normallashtirilgan tahlili (R/S-usuli), dispersiya o'zgarishining grafigi va vveivlet-tahlil kiradi [6, 7].

R/S-usulidan foydalanilganda, berilgan kuzatuvlar to'plami X uchun o'rta qiymat quyidagicha aniqlanadi:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_j, \quad (5)$$

bu yerda n - kuzatuvlar soni, shu bilan birga, yoyilma tushunchasi kiritiladi, bu esa maksimal va minimal og'ishlar orasidagi farqdir:

$$R(n) = \max \Delta_j - \min \Delta_j, \quad (6)$$

bu yerda $1 \leq j \leq n$; $\Delta_k = \sum_{i=1}^k (X_i - k\bar{X})$; $\forall k = \overline{1, n}$,

$$S(n) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^2. \quad (7)$$

Ko'plab tabiiy hodisalar uchun normal-lashtirilgan yoyilmaning matematik kutilishi taxminan quyidagiga teng bo'ladi: Cn^H $n \rightarrow \infty$, bu yerda C ga bog'liq bo'lmagan musbat konstanta. Natijada, Hurst ko'rsatkichi H qiymatini baholash uchun quyidagi logarifmik bog'liqlik grafigi quriladi:

$$\log(M \frac{R(n)}{S(n)}) \text{ dan } \log(n), \quad (8)$$

Grafikda olingan nuqtalar asosida eng kichik kvadratlar usuli orqali to'g'ri chiziq yasaladi, uning burchak koeffitsienti H ni ifodalaydi [6, 7].

Hurst ko'rsatkichining miqdoriy qiymatini aniqlash uchun quyidagi munosabatdan foydalaniladi:

$$H = \frac{\ln(R/S)}{\ln(n/2)}. \quad (9)$$

Haqiqiy vaqtda FR baholash uchun o'lchov oynasi uzunligi L bo'lgan Hurst ko'rsatkichining baholash usuli qo'llaniladi. Keskin o'zgarishlarni neytrallash va buzilish dispersiyasini kamaytirish uchun [9] ishida thresholding (chegaraviy qiymatlash) jarayonidan foydalanish taklif etilgan.

Thresholding – bu shovqinlardan signallarni tozalashga qaratilgan, vveivlet almashtirishiga asoslangan usuldir. Thresholdingdan foydalanish natijasida Hurst ko'rsatkichining joriy bahosi uchun formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ldi [9, 10]:

$$H(t_m) = \sum_{l=1}^{L_0} a_l^{(H)} \varphi_l^{(H)}(t_m) + \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^{L_j} T(d_{j,l}^{(H)}) \Psi_{j,l}^{(H)}(t_m), \quad (10)$$

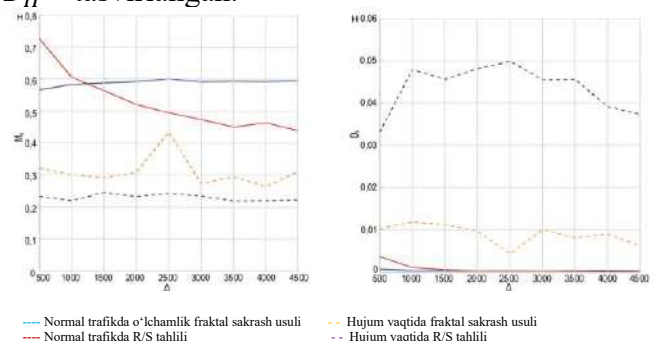
$\varphi_l^{(H)}(t_m)$ va $\Psi_{j,l}^{(H)}(t_m)$ – bazisli masshtablash va vveivlet-funksiyalar; $a_{j_0,l}^{(H)}$ va $d_{j,l}^{(H)}$ – Hurst ko'rsatkichining approksimatsiya va detalizatsiya koeffitsientlari, m-oynaning filtratsiya holatida hisoblanadi; $T(d_{j,l}^{(H)})$ – thresholding (chegaraviy qiymatlash) yordamida filtrlangan detalizatsiya vveivlet-koeffitsientlari; $L_0 = 2Jmax$, ($L_0 \leq L$); $Jmax = \log_2 L$ – parchalanishning maksimal masshtablar soni; $[\log_2 L]$ – sonning butun qismi; masshtab approksimatsiya koeffitsienti $a_{j_0,l}^{(H)}$; Hurst ko'rsatkichining bahosi $\hat{H}(t_m)$ va eng katta masshtabdagi $\varphi_l^{(H)}$ masshtab funksiyasining skalyar ko'paytmasiga teng bo'lib, u 1 masshtab birligiga o'ngga siljigan holda quyidagicha aniqlanadi:

$$a_{j_0,l}^{(H)} = \langle \hat{H}(t_m), \varphi_l^{(H)} \rangle; \quad (11)$$

Detalizatsiya vveivlet-koeffitsienti $d_{j,l}(H)$, Hurst ko'rsatkichining bahosi $\hat{H}(t_m)$ va j masshtabli $\psi_j(H, l)$ vveivletining skalyar ko'paytmasiga teng bo'lib, u 1 masshtab birligiga o'ngga siljigan holda quyidagicha aniqlanadi:

$$d_{j,l}^{(H)} = \langle \hat{H}(t_m), \Psi_{j,l}^{(H)} \rangle, \quad (12)$$

(11) va (12) formulalaridan foydalanib IoT trafikining eksperimental ma'lumotlarini qayta ishlash natijasida Hurst ko'rsatkichining statistik xarakteristikalarini olingan. 3-rasmda normal trafik va Mirai hujumi ostidagi trafik uchun hisoblangan fraktal o'lchamning statistik parametrlari – M_H va D_H – tasvirlangan.

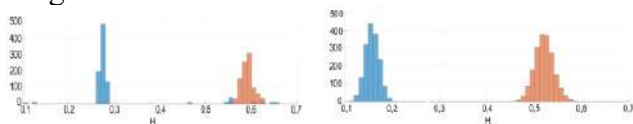


3-rasm. Indikator H ning statistik parametrlari va ularning normal IoT trafik oynasi (dump) hamda Mirai hujumi ostidagi analiz oynasi o'lchamiga bog'liqligi:

a) M_H – chapda; b) D_H – o'ngda.

Taqqoslash tahlili ko'rsatilgan bog'lanishlarning natijalarini taqdim etadi va R/S metodini hamda wavelet-analizini qo'llash orqali olinadigan statistik xususiyatlarni baholashda olingan natijalar asosan bir xil ekanligini ko'rsatadi. M_H uchun tarqalish taxminan 0.1 ga teng, D_H esa 0.03 dan oshmaydi. Baholashdagi farqlar wavelet-analizida harakatchan baholash usuliga bog'liq. 4-rasmdagi Hurst ko'rsatkichining taqsimlanishi gistogrammasini sharhlash uchun, olingan natijalarni sifatli tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, Mirai hujumi ta'sirida IoT trafiki Hurst ko'rsatkichi $0 < H < 0.5$ oraliqda bo'ladi. Bu esa tahlil qilinayotgan tasodifiy jarayonning o'zini-o'zi o'xshatish (self-similarity) xususiyatiga ega emasligini bildiradi.

Boshqa tomondan, 3- va 4-rasmlardan ko'rinib turibdiki, hujumlar bo'lmagan holatda trafik fraktal xususiyatlarga ega bo'lib, bu xususiyatlar tarmoqlardagi hujumlarni aniqlash algoritmlari asosiga qo'yilishi mumkin. 5-rasmda esa Hurst ko'rsatkichining slayd oynasida hisoblangan bahosi ko'rsatilgan bo'lib, yuqorida ko'rilgan ikkita baholash algoritmi yordamida aniqlangan. Mirai hujumi, Hurst ko'rsatkichining joriy bahosi belgilangan H_{pop} qiymatidan oshganida aniqlanishi mumkin (5a va 5b rasmlarni qarang). 5c-5d- rasmlarda esa OS Scan hujumi uchun ikkita baholash algoritmi yordamida Hurst ko'rsatkichining joriy bahosi ko'rsatilgan.



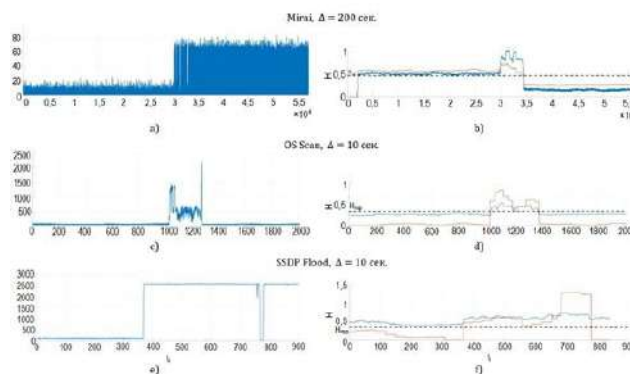
4-rasm. Normal IoT trafik oynasi (dump) va Mirai hujumi uchun $\Delta = 200$ sekund dagi Hurst koeffitsientining taqsimoti quyidagi algoritm yordamida hisoblangan:

a) Fraktal o'lchovning oshib borishini aniqlash usuli chegaralash bilan; b) R/S tahlili.

5c va 5d rasmlarda ko'rsatilgan Hurst ko'rsatkichining sonli qiymatlarini tahlil qilish IoT trafikining hujumlar yo'qligida fraktal xususiyatlarga ega emasligini, ammo OS Scan hujumi paydo bo'lganda bu xususiyatlarning kuzatilishini ko'rsatadi, bu esa aniqlash algoritmi yaratish asosi bo'lishi mumkin.

Bu hodisani IoT qurilmalarining trafik xususiyatlari bilan tushuntirish mumkin. Mirai hujumi kabi, OS Scan hujumi Hurst ko'rsatkichining joriy

bahosi H chegaraviy darajasidan oshganda ishonchli ravishda aniqlanishi mumkin (5d-rasmga qarang). SSDP Flood hujumi uchun ham o'xshash natijalar kuzatiladi. Hurst ko'rsatkichining sonli qiymatlari (11) va (12) algoritmlaridan foydalanilganda 5e va 5f rasmlarda keltirilgan.



5-rasm. IoT trafikni (1) va (2) algoritmlari yordamida H baholash:

a), c), e) hujum bilan trafik fragmenti; b), d), f) – sirpanuvchi oyna ichida Hurst koeffitsientining baholashi.

5-rasmda keltirilgan bog'liqliklarni taqqoslash tahlili shuni ko'rsatadiki, hujumlar FR baholash uchun eng yaxshi natijalarni (12) algoritmi ko'rsatadi, bu algoritm thresholding (chegaraviy qiymatlash) shaklida qo'shimcha filtrlash bilan amalga oshirilgan wavelet-tahlilga asoslangan joriy FR baholash usulini amalga oshiradi.

Xulosa. Tadqiqot natijasida IoT tarmog'ining tasvirlangan topologiyasidagi turli nuqtalarda va har xil turdagi hujumlar uchun normal trafikning fraktal o'lchamligi statistik parametrlari aniqlandi. IoT trafikining o'z-o'ziga o'xshashlik xususiyatlariga ega bo'lishi mumkinligi haqida xulosa qilish mumkin, agar tarmoqqa kiruvchi qurilmalar oddiy tarmoqlar uchun odatiy bo'lgan stasionar kompyuterlar va mobil qurilmalar kabi qurilmalardan iborat bo'lsa. Biroq, agar kompyuter tarmog'i faqat past to'plash qobiliyatiga ega IoT qurilmalaridan iborat bo'lsa, trafikning fraktal xususiyatlari yo'qoladi. Shu bilan birga, OS Scan va SSDP Flood turidagi hujumlarga duch kelganda, tahlil qilingan trafikda fraktal xususiyatlar kuzatiladi, bu esa IoT tarmoqlaridagi kompyuter hujumlarini aniqlash algoritmlarini yaratishda foydalanish mumkin bo'lgan faktor hisoblanadi. Onlayn tarzda tarmoq trafikini tahlil qilishda esa FR baholash uchun modifikatsiya qilingan Hurst ko'rsatkichini baholash algoritmi, ya'ni analiz oynasida sirpanib

yuruvchi (12) usuli va chegaraviy qiymatlashdan
foydalanish afzalroqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Minerva R., Biru A., Rotondi D. Towards a definition of the Internet of Things (IoT). Telecom Italia S.p.A.; 2015. p.10–21.
2. Dorsemayne B., Gaulier J.-P., Wary J.-P., Kheir N., Urien P. Internet of Things: A Definition & Taxonomy. Proceedings of the 9th International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies (NGMAST, Cambridge, UK, 09–11 September 2015). IEEE; 2015. DOI:10.1109/NGMAST.2015.71
3. Statista. Internet of Things (IoT) connected devices installed base worldwide from 2015 to 2025. URL: <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide> [Accessed 12.02.2023].
4. Securelist. Demeter D., Preuss M., Shmelev Y. IoT: a malware story. 2019. URL: <https://securelist.com/iot-a-malwarestory/94451> [Accessed 11.02.2023].
5. Shevtsov V.Y., Kasimovsky N.P Threat and vulnerability analysis of IoT and IIoT concepts. NBI technologies. 2020;14(3): 28–35. DOI:10.15688/NBIT.jvolsu.2020.3.5
6. Sheluhin O. I. Network Anomalies. Detection, Localization, Forecasting. Moscow: Goryachaya liniya – Telekom Publ.; 2019. 448 p.
7. Sheluhin O.I., Osin A.V., Smolsky S.M. Self-Similarity and Fractals. Telecommunication. Moscow: Fizmatlit Publ.; 2008. 368 p.
8. Sheluhin O.I., Lukin I.Yu. Network traffic anomalies detection using fixing method of jumps of multifractal dimension in the real-time mode. Automatic Control and Computer Sciences. 2018;52(5):421–430. DOI:10.3103/S0146411618050115.
9. Sheluhin O., Rybakov S., Vanyushina A. Modified Algorithm for Detecting Network Attacks Using the Fractal Dimension Jump Estimation Method in Online Mode. Proceedings of Telecom. Univ. 2022;8(3):117–126. DOI:10.31854/1813-324X-2022-8-3-117-126.
10. Sheluhin O.I., Rybakov S.Y., Vanyushina A.V. Detection of Network Anomalies with the Method of Fixing Jumps of the Fractal Dimension in the Online Mode. Proceedings of the Conference on Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems. WECONF, 30 May – 03 June 2022, St. Petersburg, Russia. IEEE; 2022. DOI:10.1109/WECONF55058.2022.9803635.
11. Sheluhin O.I., Rakovskiy D.I. Multi-Label Learning in Computer Networks. Proceedings of the Conference on Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, 14–16 March 2023, Moscow, Russia. IEEE; 2023. DOI:10.1109/IEEECONF56737.2023.10092157.
12. Bolshakov A.S., Gubankova E.V. Anomaly detection in computer networks using machine learning methods. REDS: Telecommunication Devices and Systems. 2020;10(1):37–42.
13. Mirsky Y., Doitshman T., Elovici Y., Shabtai A. Kitsune: An Ensemble of Autoencoders for Online Network Intrusion Detection. arXiv:1802.09089. 2018. DOI:10.48550/arXiv.1802.09089.
14. Miyamoto K., Goto H., Ishibashi R., Han C., Ban T., Takahashi, et al. Malicious Packet Classification Based on Neural Network Using Kitsune Features. Proceedings of the Second International Conference on Intelligent Systems and Pattern Recognition, ISPR 2022, 24–26 March 2022, Hammamet, Tunisia. Communications in Computer and Information Science, vol.1589. Cham: Springer; 2022. p.306–314. DOI:10.1007/978-3-031-08277-1_25.
15. Alabdulatif A., Rizvi S.S.H. Machine Learning Approach for Improvement in Kitsune NID. Intelligent Automation & Soft Computing. 2022;32(2):827–840. DOI:10.32604/iasc.2022.021879.

UO‘K: 622.8:331.45

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.36

YER OSTI KON ISHLARIDA MEHNAT SHAROITLARI XAVFSIZLIGINI TA’MINLASH USULLARI TAHLILI



Xojiev Alisher Mirzoyevich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti “Hayot faoliyati xavfsizligi” kafedrası mustaqil tadqiqodchisi, Navoiy, O‘zbekiston

Annotatsiya. Dunyo konchilik sanoatida olib borilgan ilg‘or tadqiqotlar tahlillariga ko‘ra, yer osti kon ishlarida mehnat sharoitlari xavfsizligini ta‘minlashda bir qancha muammolar mavjud. Ushbu maqolada mehnat xavfsizligi standartlariga rioya qilmaslik, kadrlar tayyorlash va o‘qitish tizimining yetarlicha tashkil etilmaganligi, texnika va qurilmalar texnik holatining ma‘nan eskirganligi, tezkor va samarali monitoringni mavjud emasligi, konlardagi geologik va texnik holatlarning ayrim jihatlariga to‘xtalib o‘tilgan. Zamonaviy mehnat sharoitlarida kon sanoati xavfsizligi ahvolini ob‘ektiv baholash ishlab chiqarishning asosiy jihatlaridan biridir. Binobarin, yer osti kon shaxtalarini loyihalash oldidan sanoat xavfsizligiga alohida e‘tibor qaratiladi. So‘nggi yillarda yer osti kon sanoati xavfsizligini takomillashtirishga ko‘proq e‘tibor qaratilmoqda, ammo shunga qaramay, ochiq manbalarga ko‘ra, shaxtalardagi baxtsiz hodisalar har yili sodir bo‘lmoqda.

Kalit so‘zlar: konchilik, mehnatni muhofaza qilish, sanoat xavfsizligi, xavf-xatarlar, avariya, baxtsiz hodisa, o‘lim holatlari.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Ходжиев Алишер Мирзоевич

Независимый научный сотрудник кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Навоийского государственного горно-технологического университета, Навои, Узбекистан

Аннотация. Согласно анализу передовых исследований, проведенных в мировой горнодобывающей отрасли, существует ряд проблем в обеспечении безопасных условий труда при проведении подземных горных работ. В данной статье основное внимание уделяется несоблюдению норм охраны труда, недостаточной организации системы подготовки и переподготовки персонала, значительному устареванию технического состояния оборудования и приборов, отсутствию оперативного и эффективного мониторинга, отдельным аспектам геолого-технических условий на шахтах. Объективная оценка состояния безопасности горнодобывающей промышленности в современных условиях труда является одним из основных аспектов производства. Поэтому при проектировании подземных горных выработок особое внимание уделяется промышленной безопасности. В последние годы повышению безопасности подземной добычи полезных ископаемых уделяется все больше внимания, но, тем не менее, согласно открытым источникам, аварии на шахтах происходят ежегодно.

Ключевые слова: горное дело, охрана труда, промышленная безопасность, риски, несчастный случай, авария на производстве, случаи со смертельным исходом.

ANALYSIS OF METHODS FOR ENSURING THE SAFETY OF WORKING CONDITIONS IN UNDERGROUND MINING WORK

Khojiev Alisher Mirzoevich

Independent researcher, Department of "Life Safety", Navoi State University of Mining and Technology, Navoi, Uzbekistan

Abstract. According to the analysis of advanced research conducted in the world mining industry, there are several problems in ensuring the safety of working conditions in underground mining operations. This article focuses on non-compliance with labor safety standards, insufficient organization of the personnel training and Training System, significant obsolescence of the technical condition of equipment and devices, the absence of rapid and effective monitoring, certain aspects of geological and technical conditions in the mines. An objective assessment of the state of safety of the mining industry in modern working conditions is one of the main aspects of production. Consequently, special attention is paid to industrial safety before the design of underground mining shafts. In recent years, more attention has been paid to improving the safety of the underground mining industry, but nevertheless, according to open sources, mine accidents occur every year.

Keywords: mining, labor protection, industrial safety, risks, accident, death situations.

Kirish. Har bir inson ish joyidagi o'z xavfsizligiga ongli munosabatidan boshlab, ishchilarning sog'lig'i va hayotini himoya qilishning asosiy tamoyillari, maqsad va vazifalari umumiy va mintaqaviy darajadagi xalqaro hujjatlarda mustahkamlandi, bu davlatlar va xalqaro tashkilotlarning mehnatni muhofaza qilish sohasidagi puxta ishlab chiqilgan va izchil siyosatidan dalolat beradi. Birlashgan Millatlar tashkiloti mehnat xavfsizligi to'g'risidagi qoidalarni o'z ichiga olgan xalqaro huquqiy hujjatlarni ishlab chiqishga katta hissa qo'shdi va 1948 yil BMT Bosh Assambleyasi inson huquqlari Umumjahon deklaratsiyasini qabul qildi, uning 1-moddasi 23-qismida "har kim mehnat qilish, erkin ish tanlash, adolatli va qulay mehnat sharoitlari va ishsizlikdan himoya huquqiga ega" deb e'lon qilindi [1].

Mehnat xavfsizligi va sog'lig'ini tartibga soluvchi maxsus xalqaro standartlar ishlab chiqilgan asosiy qoidalar xalqaro mehnat tashkiloti (XMT) konvensiyalari va tavsiyalarida ham mavjud [2].

XMT tomonidan taqdim etilgan so'nggi ma'lumotlarga ko'ra, har yili 2,78 mln. ishchi ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalar va mehnat jarayoni bilan bog'liq kasalliklar tufayli vafot etadi (*shundan, 2.4 mln. nafari kasalliklar tufayli*) va 374 mln. nafari esa o'lim bilan bog'liq bo'lmagan, ish joyida olingan jarohatlardan iztirob chekishadi [3].

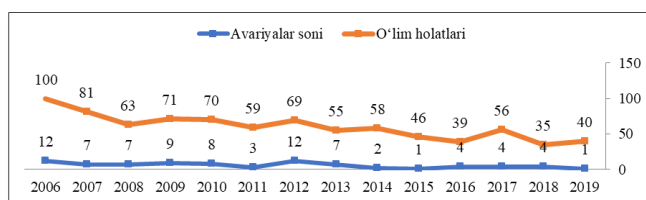
Tahlillarga ko'ra, baxtsiz hodisalar sodir etilishi bilan bog'liq ish vaqtining yo'qotilishi tufayli dunyoda deyarli yalpi ichki mahsulotning

(YaIM) 4 foizi yo'qotilmoqda, ayrim mamlakatlarda esa ushbu ko'rsatkich 6 foiz yoki undan ham oshishini ko'rsatmoqda [3].

Shu bilan birga, XMT tavsiyalari mehnat xavfsizligi va salomatligi bo'yicha xalqaro standartlarni yanada rivojlantirishda hal qiluvchi rol o'ynashini ta'kidlash lozim. XMT tavsiyalarida mavjud bo'lgan normalar xalqaro "yumshoq huquq" deb ataladigan normalarga tegishli. Bunday normalarning ahamiyati haqida gapirganda va ular xalqaro tartibga solish tizimining yeng muhim va jadal rivojlanayotgan elementlaridan biri ekanligini ta'kidlab, maslahat xarakteriga ega bo'lgan davlatlararo tashkilotlarning hujjatlari normalari xalqaro munosabatlarni bevosita tartibga soladi, xalqaro huquqning shartnomaviy va odatiy normalarini yaratish jarayoniga hissa qo'shadi, shuningdek, ulardagi qoidalarni ichki qonunchilikda aks ettirish orqali milliy huquqiy tizimlarni takomillashtirishga ta'sir qiladi [4].

Adabiyotlar tahlili va metodologiya.

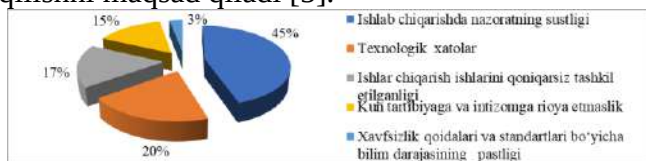
Rossiya Federatsiyasi Tyumen industriya universiteti olimlari K.Drobinin va N.Aleevlar olib borgan tadqiqotlaridagi Rostexnadzor statistikasiga ko'ra, shaxtalarda 2006 yildan 2019 yilgacha bo'lgan davr mobaynida o'lim va baxtiz hodisalar va o'lim darajasi 2006 yilda eng cho'qqida bo'lgan bo'lsa, 2019 yilda minimal darajaga kamaygan. 1-rasmda baxtsiz hodisalar va o'lim holatlari 2006-2019 yillarda o'lim dinamikasi ko'rsatib o'tilgan [5].



1-rasm. Baxtsiz hodisalar va o'lim holatlari dinamikasi.

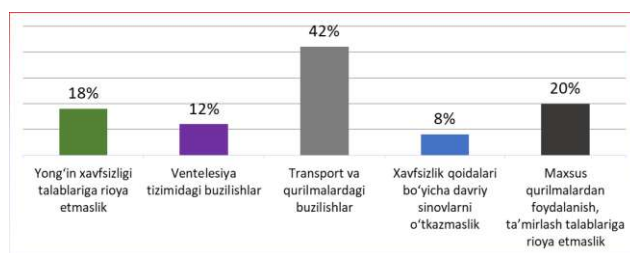
Baxtsiz hodisalarning kelib chiqishi ko'pincha ishlab chiqarishni nazorat qilishning past darajasi va sanoat xavfsizligi talablariga rioya qilinmasligi bilan bog'liq. Bunday holatlarda xavfli sharoitlarni to'g'ri baholash va profilaktika choralarini samarali amalga oshirish asosiy jihatlardan biridir. Shu nuqtai nazardan, shaxtalarda xavfsizlikni ta'minlash uchun zamonaviy texnologiyalarni joriy etish, mutaxassislarning treninglarini tashkil qilish va ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish muhim ahamiyatga ega. Bunda, har bir xodimning xavfsizlik bo'yicha bilimlarini oshirish va ularni faol faoliyatga jalb qilish kerak.

Ishlab chiqarishni nazorat qilish tizimi, xavfli ishlab chiqarish ob'ektlarining xavfsiz va samarali faoliyat yuritishini ta'minlashga, shu bilan birga avariya va boshqa noxush hodisalarning oldini olish, ularni lokalizatsiya qilish va oqibatlarni bartaraf etish bo'yicha zarur chora-tadbirlarni amalga oshirishga qaratilgan. Bunday tizim inson omilini hisobga olib, ishchilarning xavfsizlikka oid bilimlari, malakalari va xulq-atvorini shakllantirish orqali ishlab chiqarish jarayonlarini yanada xavfsiz qilishni maqsad qiladi [5].



2-rasm. Shaxtalardagi avariya va baxtsiz hodisalarning sabablari.

Tadqiqot ma'lumotlariga asoslanib, sanoat xavfsizligining asosiy buzilishlaridan biri kon sanoati maxsus transport vositalari va qurilmalaridan foydalanish tartibini buzish, jumladan muddati o'tgan asbob-uskunalaridan foydalanish, texnik qurilmalarning belgilangan muddatlardagi ekspertizalariga rioya etmaslik va boshqa jihatlar ta'sir ko'rsatishi aniqlangan.



3-rasm. Shaxtalarda sanoat xavfsizligi talablarining buzilish holatlari.

Usullar. Konchilik sanoatida mehnat xavfsizligi standartlariga rioya qilmaslik va kadrlar tayyorlash hamda o'qitish tizimining yetarlicha tashkil etilmaganligi, ish joyida xavfsizlik va samaradorlikka salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bunda, avvalo, ishchilarning hayoti va sog'lig'iga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir qilish ehtimoli yuzaga keladi. Mehnat xavfsizligi talablariga rioya qilmaslik ishchilarning jarohatlar bilan bog'liq holatlar duch kelishiga hamda ish joyida avariya va fojialarga olib kelishi mumkin.

Shuningdek, kadrlar tayyorlash va o'qitishning yetarlicha tashkil etilmaganligi ham katta muammoga aylanishi mumkin. Agar ishchilar uchun xavfsizlik va ish faoliyati bo'yicha zaruriy bilimlar, ko'nikmalar va malaka oshirish dasturlari mavjud bo'lmasa, ular xavfli vaziyatlarga duch kelishlari va ehtiyotsizlikka yo'l qo'yishlari mumkin. Mazkur muammolarni hal qilish uchun ish joyidagi xavfsizlikni ta'minlash, samarali o'qitish dasturlarini amalga oshirish va ishchilarning xavfsizlikka bo'lgan mas'uliyatini oshirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Ish joylarida mehnat xavfsizligi standartlariga rioya qilmaslik juda jiddiy muammo hisoblanadi va bu ishchilarning salomatligi va hayotiga xavf tug'dirishi mumkin. Bunday vaziyatda ishchi harakatlari, muhit yoki ularning ishlash sharoitlari xatarli bo'lishi mumkin. Buning natijasida ish joylarida travmalar, kasalliklar yoki hatto halokatlar sodir bo'lishi mumkin.

Shu o'rinda, mehnat xavfsizligiga rioya qilinmasligiga olib keluvchi omillarga ko'plab misollar keltirish mumkin. Jumladan, huquqiy me'yorlarga amal qilinmasligi; davlatning mehnat xavfsizligiga oid qonun va talablariga rioya qilinmasligi; texnikkaviy talablar jihatidagi kamchiliklar; ish joylarida mexanizmlar va asbob-uskunalarining ishlashini ta'minlash uchun kerakli

holatda bo'lmisligi; amaliy bilimning va ta'limning yetishmasligi; ishchilarning xavfsizlik choralari bo'yicha aniq bilimlar va ko'nikmalarga ega bo'lmisligi; nizomlarga ko'ra ishlashning yetishmasligi; ishchilarning xavfsizlik choralari o'ld qoidalarga amal qilmasligi.

Shu o'rinda mehnat xavfsizligi standartlariga rioya etmaslik ish beruvchilar uchun ham javobgarlikka sabab bo'lishini eslatib o'tish joiz, vaholanki me'yoriy qonun hujjatlarida ishchilarning xavfsizligini ta'minlashga va qulay mehnat sharoitlarini yaratib berishga majburlirlar.

Yer osti konlarida mehnat xavfsizligi standartlariga rioya qilmaslik ishchilarning hayotiga va salomatligiga juda katta xavf tug'dirishi mumkin. Konlardagi ish sharoiti o'zining xatarliligi bilan ayni paytda yuqori darajada xavfli. Yer osti kon ishlarida, ishlab chiqarish jarayonidagi xavflar, asosan, konning geologiyasi, havo sharoitlari, kon-texnik jihatlari va ishchilarning bilim ko'nikmalari hamda harakatlariga bog'liq.

Natijalar. Tadqiqotlar davomida yer osti konlarida xavfsizlik standartlariga rioya qilinmasligining asosiy sabablari quyidagilardan iborat ekanligini qo'rishimiz mumkin:

- konning holati va barqarorligiga ishonchsizlik – yer osti konlari doimiy yoki uzoq vaqt davomida ko'zdan kechirilmagan hollarda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan holatlar, bu konning barqarorligining buzilishi yoki konning tektonik, geologik va kon-texnik buzilish holatlarining yuzaga kelishi hisoblanadi;

- yer osti havosi va shamollatish tizimiga e'tiborsizlik – yer osti konlarida havo yoki gazlar yig'ilishi, kislorodning yetishmasligi, metan yoki uglerod oksidi yig'ilishi, kondagi zararli gazlar to'planishi oqibatida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xavfning kelib chiqishi. Shamollatish tizimining nomutanosib bo'lishi yoki to'g'ri tashkil etilmaganligi ishchilar uchun halokatli holatlarni yuzaga keltirishi mumkin;

- uskunalar va qurilmalarning yetishmasligi – konlardagi kon uskunolari va qurilmalarining joriy holati yoki ishlatish talablariga rioya qilinmagan hollarda xavf tug'dirishi mumkin. Kondagi qo'llaniladigan uskunalar va kon texnikalarining talab darajasida qo'llanilmasligi, o'z vaqtida ta'mirlash ishlarining olib borilmasligi, ishchi kuchi va ish hajmidan kelib chiqqan holatda tanlanmasligi va

to'g'ri ekspluatatsiya qilinmasligi kabi bir qator omillar ishchilarning ish vaqtida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan turi avariya holatlariga tushib qolish sabablarini keltirib chiqarishi mumkin.

- mexanizmlar va qurilmalar bilan ishlash uchun amaliy ko'nikmalarning yetishmasligi – yer osti konlarida ishlaydigan xodimlar xavfsizlik texnikasi va huquqiy normalar bo'yicha o'zlarining bilimlari va ko'nikmalarini yetarlicha olishlari kerak. Bu esa kon ishlari jarayonlarida inson omili natijasida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xavfli omillarning kelib chiqishini nisbatini kamaytiradi.

- kon va shaxta hududidagi ish shartlariga e'tiborsizlik – yer osti konlaridagi xatarli holatlar, masalan, yetarlicha yoritish tizimining yo'lga qo'yilmaganligi, avariya holatlari yuzaga kelgan hollarda falokat chiqish joylarining to'g'ri tashkil etilmaganligi va to'liq jihozlanmaganligi yoki havo tarkibidagi zararli gazlar (yer osti texnikalaridan chiqayotgan iz gazlari, portlatish ishlaridan keyin hosil bo'ladigan portlovchi moddalar gazlari va kislorod miqdorining kamayib ketishi) ishchilar hayotiga katta xavf tug'diradi [6].

Muhokamalar. Yer osti konlaridagi xavfsizlikka rioya qilish uchun ish beruvchi, o'zaro muvofiqlashtirilgan chora-tadbirlar ishlab chiqishi va ishchi kuchlarining xavfsizligiga mas'ul bo'lgan hodimlar, alohida diqqat bilan yondoshishlari zarur. Har qanday jismoniy va texnik xavflarga qarshi choralar ko'rilmagan bo'lsa, bu ishchi-xodimlarning halokatli holatlariga olib kelishi mumkin.

Yer osti konlaridagi qurilmalarning texnik holatining ma'nan eskirganligi ish joyida xavfsizlikka jiddiy tahdid solishi mumkin. Bunday holatda, qurilmalarning samaradorligi pasayadi, ularning ishlash imkoniyatlari cheklanadi va avariya ehtimoli oshadi. Ma'nan eskirgan qurilmalar ishning to'g'ri va samarali amalga oshirishini ta'minlashda muammolar keltirib chiqaradi. Bu, o'z navbatida, ishchilarning hayoti va sog'lig'i uchun xavf tug'dirishi mumkin.

Texnik holatning ma'nan eskirishini aniqlash va unga barham berish uchun konlarda qo'llaniladigan texnikalarda doimiy tekshiruvlar va ta'mirlash ishlari talab qilinadi. Konlarning faoliyatini yangilash va zamonaviy standartlarga muvofiqlashtirish, ishchilarni xavfsiz ishlash shartlarini ta'minlashga yordam beradi. Bu, shuningdek, ish jarayonlarining samaradorligini oshirish va

kondagi ish faoliyatining barqarorligini ta'minlash uchun muhimdir.

Qurilmalar haqiqatdan ham ma'nan eskirgan bo'lsa, ularni zamonaviy, xavfsiz va ishonchli qurilmalarga almashtirish yoki zamonaviy ta'mirlash ishlarini amalga oshirish zarur. Kon texnikalarining ma'nan eskirganligi-har bir konda ish boshlashdan oldin loyihalash institutlari tomonidan ishlab chiqilgan loyihalar asosida kon ish hajmiga nisbatan tanlab olingan kon texnikalari va uskunalari hajmi belgilanadi, loyihada ko'rsatilgan texnikalarni tanlash asosida ishlab chiqaruvchi zavodlar tomonidan xizmat ko'rsatish muddati ko'rsatiladi va foydalanaytgan korxona tomonidan amortizatsiya harajatlari belgilanib, nol qiymatgacha baholanib yaroqsizlik muddati qatiyyan belgilab qo'yiladi.

Tezkor va samarali monitoringning mavjud emasligi ish joyidagi xavfsizlik, samaradorlik va ish jarayonlarining boshqarilishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Yer osti konlaridagi muhit yoki qurilmalarning texnik holatini, ish jarayonlarini va xavfsizlik talablarini muntazam tekshirib borish juda muhim. Agar monitoring tizimi samarasiz bo'lsa, xavfli holatlar yoki avariya vaqtida ma'lumot olish qiyinlashadi, bu esa ularni oldini olish yoki tezkor choralar ko'rishni murakkablashtiradi.

Samarali monitoringning yo'qligi ish joyidagi muammolarni tez aniqlash va ularga mos choralar ko'rish imkonini kamaytiradi. Masalan, texnik anomaliyalar, xavfli vaziyatlar yoki ishchilarning sog'lig'iga tahdid soladigan holatlar o'z vaqtida aniqlanmasa, bu avariya vaqtida katta fojialarga olib kelishi mumkin. Monitoring tizimini takomillashtirish uchun, avtomatlashtirish-zamonaviy monitoring tizimlarini joriy qilish, sezgir datchiklar yoki kameralar orqali havo, kon iqlimi va boshqa parametrlarni to'g'ridan-to'g'ri kuzatish mumkin bo'ladi [8].

Bundan tashqari muntazam tekshiruvlar, ma'lumotlarni to'plash va tahlil qilish va ishchilarni

o'qitish kabi yangicha moslashish monitoring, tizimni yaxshilash, ish joyida xavfsizlikni va ish jarayonlarini yanada mukammallashtirishga yordam beradi.

Konlardagi geologik va kon-texnik holatlar ish joyidagi xavfsizlikka, ish samaradorligiga va ishchilarning hayotiga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir ko'rsatadi. Bu holatlarning ayrim jihatlarini o'rganish, konlarning ishlashini optimallashtirish va xavflarni kamaytirish uchun muhim. Geologik va kon-texnik holatlarning ayrim asosiy jihatlariga e'tibor qaratish kerak [7]. Geologik va kon-texnik holatlarning to'g'ri tahlili va ularga zarur choralar ko'rish (masalan, muhitni tekshirish, konstruktiv izlanishlar, havo almashinuvi va gidrogeologik monitoring) konning xavfsiz va samarali faoliyat ko'rsatishini ta'minlaydi.

Xulosa. Tog'-kon ob'ektlarida sanoat xavfsizligi talablarini oshirgan holda nazorat mexanizmlari va chora-tadbirlarni mustahkamlash, sohadagi mavjud muammolarni hal qilishga va ishchilarning xavfsizligini ta'minlashga katta hissa qo'shadi. Bunday tadbirlarning joriy etilishi, baxtsiz hodisalar va o'lim holatlarining kamayishiga ijobiy ta'sir ko'rsatish bilan birgalikda, xom ashyo ishlab chiqarish jarayonini samarali boshqarish imkonini ham berishi mumkin. Shuningdek, sanoat xavfsizligini ta'minlashda zamonaviy texnologiyalarning kiritilishi, malakali kadrlarni tayyorlash va ularning doimiy ravishda ta'lim olishini tashkil etish muhim ahamiyat kasb etadi. Ishlab chiqarish jarayonida xavf-xatarlar tahlil qilinib, ularni minimallashtirish bo'yicha aniq strategiyalarni ishlab chiqish zarur. Bulardan tashqari, korxona rahbariyati va davlat nazorat organlari o'rtasida samarali hamkorlikni yo'lga qo'yish, xavfsizlik talablarini to'g'ri va o'z vaqtida bajarilishini ta'minlash uchun zarur shart-sharoitlarni yaratish kerak. Natijada, bunday kompleks yondashuv nafaqat ishchilarning hayotini saqlab qoladi, balki soha rivojlanishiga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Организация Объединенных Наций. (1948). Всеобщая декларация прав человека. <https://www.un.org/ru/universal-declaration-human-rights/>
2. Устав Международной организации труда и Регламент Международной конференции труда. Международное бюро труда. – Женева, 1996. <https://alswu.ru/areas-of-work/international-work?task=getfile&fileid=69>

3. Adam-Poupart, A.; Labrèche, F.; Smargiassi, A., Duguay, P.; Busque, M-A.; Gagné, C.; Rintamäki, H.; Kjellstrom, T.; Zayed, J. 2013 Climate Change And Occupational Health And Safety In A Temperate Climate: Potential Impacts And Research Priorities In Quebec (Canada. Industrial Health 2013, 51), pp. 68–78.
4. Maxamatov M.M. Xalqaro mehnat tashkiloti va O‘zbekiston respublikasi / Risola. – Toshkent: Inson huquqlari bo‘yicha O‘zbekiston respublikasi Milliy markazi, 2011. 5.8 b.t., 94 b.
5. Дробинин К.И., Алеев Н.Ш. Обеспечение промышленной безопасности на объектах горнодобывающей промышленности // ISSN 2223-4047, Вестник магистратуры. 2021. № 6-2 (117).
6. Чемезов Е.Н. Безопасность подземных горных работ: учебное пособие Издательско-полиграфический комплекс СВФУ, 2010. – 359 с. // ISBN 978-5-7513-1308-1.
7. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2020-yil 19-maydagi “Xavfli ishlab chiqarish obyektlarining sanoat xavfsizligi to‘g‘risida”gi O‘zbekiston Respublikasi Qonunini amalga oshirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Qarori.
8. Yo‘ldoshev O‘.R., Rahimov O.D., Xo‘jaqulov R.T., Hasanova O.T. Mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligi / T.: «Davr nashriyoti» MChJ, 2013, 200 bet. ISBN 978–9943-4226–8–1.

SANOATDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR,
ILMIY-TEXNIK (ELEKTRON) JURNALI E-ISSN: 3030-3214
AXBOROT XATI

“Sanoatda raqamli texnologiyalar” (e-ISSN: 3030-3214)

(<https://portal.issn.org/resource/ISSN/3030-3214>) **ilmiy-texnik jurnali** ochiq jurnal hisoblanib, mazkur jurnalning vazifasi ilm-fan taraqqiyotining modellashuvi, ta’limning yutuqlari va istiqbollarini, dolzarb muammolari va ularning yechimlarini, shuningdek, ishlab-chiqarish va ta’limning modernizatsiyalashuvi bosqichini yoritib borishdir. “Sanoatda raqamli texnologiyalar” ilmiy-texnik jurnalining maqsadi belgilangan soha mutaxassislar va olimlarning tadqiqotlari va innovatsiyalari to’g’risidagi nashrlarini jamoatchilikka xabardor qilish, yosh avlodning fan va ta’lim sohasidagi qiziqishlarini oshirish va ilmiy konsepsiyalarini bayon etishdir.

Jurnalga: **05.00.00-TEXNIKA FANLARI, 04.00.00-GEOLOGIYA-MINERALOGIYA FANLARI, 02.00.00-KIMYO FANLARI** ixtisosliklari bo’yicha ilmiy maqolalar qabul qilinadi.

Jurnalga maqolalar: **o‘zbek, rus va ingliz** tillarida qabul qilinadi.

“Sanoatda raqamli texnologiyalar” ilmiy-texnik jurnali quyidagi yo‘nalishlar bo’yicha maqolalar qabul qilinadi:

- Kon-metallurgiya va ishlab chiqarish sanoati;
- Geologiya va neft-gaz sanoati;
- Kimyoviy texnologiya va qurilish;
- Yengil sanoat tarmoqlari;
- Ekologiya, mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligi.

“Sanoatda raqamli texnologiyalar” ilmiy-texnik jurnaliga chop qilingan har bir maqolaga raqamli identifikator (Digital Object Identifier <https://www.doi.org>) beriladi.

Jurnal quyidagi bazalarga indeksatsiya qilingan:

1. CYBERLENINKA — ilmiy elektron kutubxonasiga (<https://cyberleninka.ru/journal/n/sanoatda-raqamli-texnologiyalar?i=1131974>)
2. eLIBRARY.RU – Ilmiy elektron kutubxonasiga (https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?langid=1&id=81309)
3. ResearchBib – ilmiy elektron kutubxonasiga (<https://journalseeker.researchbib.com/view/issn/3030-3214>)
4. SLIB.UZ – Ilmiy elektron kutubxonasiga (<https://slib.uz/uz/journal/view?id=285>)
5. Har bir maqola Google akademiyasiga indeksatsiya qilinadi (<https://scholar.google.com/citations?user=mzU3-6QAAAAJ&hl=en&authuser=3>)
6. Index Copernicus – ilmiy jurnallar bazasi (<https://journals.indexcopernicus.com/search/details?id=129473>)

Jurnal ta’sischi:

1. **Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti;**
2. **“Olmaliq kon metallurgiya kombinati” AJ;**

“Sanoatda raqamli texnologiyalar” ilmiy-texnik jurnali O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan ro‘yxatga olingan 26.07.2023 yildagi №106679-sonli guvohnoma. Turkum nashrlarning chiqish ma’lumotlarini GOST 7.4-95 “Nashrlar. Chiqish ma’lumotlari” hamda GOST 7.56-2002 «Xalqaro standart turkum raqami» davlatlararo standartlar talablari asosida bo‘lishini to‘liq ta’minlash maqsadida, Alisher Navoiy nomidagi O‘zbekiston Milliy kutubxonasi bilan 2023 yil 12-dekabrda Davriy nashrlarga ISSN xalqaro standart raqami ISSN: 3030-3214 raqam berilgan.

MAQOLALARGA QO'YILGAN TALABLAR

Maqolaning standart hajmi: 4-15 betli matn Word matn muharririda, o'zbek, rus yoki ingliz tilida.

Maqola mualliflari 4 nafardan ko'p bo'lmashligi kerak. Mualliflarning har biri uchun to'liq ma'lumotlar ko'rsatilishi lozim (ish joyi, lavozimi, ilmiy darajasi, ilmiy unvoni, shahar va davlati)

Maqolada shartli ravishda **kirish, Adabiyot tahlili va metodi, tadqiqot natijalari va muhokama, xulosa va takliflar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatidan** iborat bo'lishi lozim.

Aannotatsiya, kalit so'zlar Annotatsiya berilgan shakl va ko'rinishda bo'lishi lozim. Iltimos, bu shaklni o'zgartirmang. Annotatsiya 100-250 so'zdan hamda 4-20 kalit so'zlardan iborat bo'lishi lozim. Annotatsiya (ingliz tilida ABSTRACT) va kalit so'zlar (keywords) xalqaro tizimlarda indekslanishi uchun (3 ta tilda) o'zbek, rus va ingliz tilida ham berilishi zarur. Kalit so'zlar 4-20 so'zdan iborat maqoladagi asosiy urg'u olgan atamalarni yozish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatidagi adabiyotlar oxirgi 10 yil ichidagi adabiyotlar ko'rsatilishi tavsiya etiladi.

O'lchov birliklari va belgilar SI xalqaro birliklar tizimida ko'rsatilishi kerak.

Maqola materiallarining yuqoridagi talablarga mos kelmasligi nashrni rad etish uchun sabab bo'lishi mumkin.

Maqola matniga qo'yilgan talablar:

Sarlavha ko'rinishi: Shrift "Times New Roman", o'lchami 14 pt, bosh harfdan, markazdan, chiziqcha yo'q, qalin. Maqola sarlavhasi tepasida (1.5 intervaldan keyin), o'ng burchakda - mualliflarning ismi va shariflari, odatiy shrift, o'lchami 14 pt; chap burchakda - UO'K indeksi;

Maqola sarlavhasi ostida - mualliflarning ismi va sharifi - qalin shriftda; ish joyi, lavozimi ilmiy unvoni, tashkilot nomi - 10 pt. o'lchamdagi odatiy shriftda va 3x4 rasmi ko'rsatilishi lozim.

Annotatsiya ko'rinishi: "Times New Roman" shriftlar to'plami, 14 pt. o'lchamida, (1 intervaldan).

Kalit so'zlar ko'rinishi: "Times New Roman" shriftlar to'plami, 14 pt. o'lchamda.

Asosiy matnga talablar: Shrift "Times New Roman", 14 pt., qator oralig'i 1, xat boshi - 1 sm, sahifa chekkalari - chap va o'ng - 1.5 sm; yuqori va pastki - 1.5 sm.

Jadval ko'rinishi: Jadval nomi - "Times New Roman", 14 pt oralig'ida, qalin, markazda, jadvaldagi matn - "Times New Roman", 10-14 pt., odatiy.

Formula kiritish talablar: Formulalar va maxsus belgilar faqat «Microsoft Equation-3» muharririda yoziladi. Formulalar chap tomonda joylashtiriladi.

Rasmlarga talablar: Rasmlar aniq ko'ringan bo'lishi kerak, chop etishga tayyor, matnga qo'shilishi va GIF, BMP, JPEG formatida.

Adabiyotlar ro'yxatiga talablar: "Times New Roman", 14 pt o'lchamda, kursiv, 4-30 ta (25% o'z ishlariga havola), oxirgi 10 yilda nashr etilgan adabiyotlar bo'lishi maqsadga muvofiq.

Adabiyotga havola keltirish raqami kvadrat qavs ichida, matnning tegishli joyida beriladi. Adabiyotlarga to'g'ri havola keltirish uchun www.snoska.info saytidan yoki <https://kursach37.com/oformlenie-spiska-literatury-po-gost/> veb resurlaridan foydalanish tavsiya etiladi.

Rasmlar JPEG, TIF, EPS yoki PSD formatlarida yetarlicha kengayishda (tiniqligi) (1:1 masshtabda kamida 300 dpi) alohida grafik fayllar sifatida yozib olinishi lozim.

Bog'lanish uchun ma'lumotlar, Har bir muallifning 3x4 rasmi, mualliflar ismi shariflari (to'liq), ish joyi va lavozimi va elektron pochta manzili, ORCID (orcid.org tomonida ro'yxatdan o'tgan ID raqam ko'rsatish tavsiya etiladi) va SPIN (elibrary.ru tomonida ro'yxatdan o'tgan ID raqam ko'rsatish tavsiya etiladi) raqamlar va bog'lanish uchun telefon raqamlari kiritilishi shart. **(Maqolaga materialni ochiq matbuotda nashr etilish imkoniyati to'g'risida ekspert xulosasi ilova qilinishi mumkin).**

Izoh: Maqolaning orginalligini aniqlangan (antiplagiat) hisoboti taqdim etish shart (originallik darajasi 65 foiz va undan yuqori bo'lganda va yuqoridagi talablarga javob berganda, gramatik xatolar bo'lmaganda maqola qabul qilinadi). Antiplagiatdan o'tkazish manzili: <https://antiplag.uz/>

**ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ,
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ (ЭЛЕКТРОННЫЙ) ЖУРНАЛ E-ISSN: 3030-3214
ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО**

Научно-технический журнал «Цифровые технологии в промышленности» (e-ISSN: 3030-3214 (<https://portal.issn.org/resource/ISSN/3030-3214>)) является открытым журналом, задачей которого является освещение моделирования прогресса науки, достижений и перспектив образования, актуальных проблем и их решений, а также этапов модернизации производства и образования. Цель научно-технического журнала «Цифровые технологии в промышленности» заключается в информировании специалистов в данной области, публикации исследований и инноваций ученых для общественности, повышении интереса молодого поколения к науке и образованию и изложению научных концепций.

В журнал принимаются научные статьи: **05.00.00-ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ, 04.00.00-ГЕОЛОГИЯ-МИНЕРАЛОГИЯ, 02.00.00-ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ.**

Статьи в журнал принимаются: **узбекском, русском и английском языках.**

Научно-технический журнал «Цифровые технологии в промышленности» принимает статьи по следующим направлениям:

- Горно-металлургическая и обрабатывающая промышленность;
- Геология и нефтегазовая промышленность;
- Химическая технология и строительство;
- Легкая промышленность;
- Экология, охрана труда и техническая безопасность.

Цифровой идентификатор объекта (Digital Object Identifier <https://www.doi.org>) присваивается каждой статье, опубликованной в научно-техническом журнале «Цифровые технологии в промышленности».

Журнал индексируется в следующих базах данных:

1. КИБЕРЛЕНИНКА – научная электронная библиотека
(<https://cyberleninka.ru/journal/n/sanoatda-raqamli-texnologiyalar?i=1131974>)
2. eLIBRARY.RU – научная электронная библиотека
(https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?langid=1&id=81309)
3. ResearchBib – научная электронная библиотека
(<https://journalseeker.researchbib.com/view/issn/3030-3214>)
4. SLIB.UZ – научная электронная библиотека
(<https://slib.uz/uz/journal/view?id=285>)
5. Каждая статья индексируется в Google Academics.
(<https://scholar.google.com/citations?user=mzU3-6QAAAAJ&hl=en&authuser=3>)
6. Index Copernicus – база данных научных журналов
(<https://journals.indexcopernicus.com/search/details?id=129473>)

Учредители журнала:

1. Каршинский инженерно-экономический институт;
2. АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»;

Научно-технический журнал «Цифровые технологии в промышленности» зарегистрирован Агентством информации и массовых коммуникаций при Администрации Президента Республики Узбекистан, свидетельство №106679 от 26.07.2023. Выходные данные серии публикаций предусмотрены ГОСТ 7.4-95 «Издания. В целях полного обеспечения соответствия «Выходной информации» и ГОСТ 7.56-2002 «Международный стандартный серийный номер» требованиям международных стандартов, 12 декабря 2023 года в Национальной библиотеке Узбекистана имени Алишера Навои был объявлен международный ISSN. Периодическим изданиям присвоен стандартный номер ISSN: 3030-3214.

ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ

Стандартный размер статьи: Текст объемом 4-15 страниц в текстовом редакторе Word на узбекском, русском или английском языках.

Авторов статьи должно быть не более 4. Необходимо предоставить полную информацию по каждому из авторов (место работы, должность, ученая степень, ученое звание, город и страна).

Статья должна содержать условное **введение, анализ и метод литературы, результаты исследования и их обсуждение, выводы и предложения, а также список использованной литературы.**

Аннотация, ключевые слова Аннотация должна быть в заданной форме и формате. Пожалуйста, не изменяйте эту форму. Аннотация должна состоять из 100-250 слов и 4-20 ключевых слов. Аннотация (ABSTRACT на английском языке) и ключевые слова (keywords) должны быть предоставлены на узбекском, русском и английском языках (на 3-х языках) для индексации в международных системах. Ключевые слова. Термины, получившие основной акцент в статье, желательно писать в объеме 4-20 слов.

Единицы измерения и символы должны быть отображены в Международной системе единиц SI.

Несоответствие материалов статьи указанным требованиям может стать основанием для отказа в публикации.

Требования к тексту статьи:

Просмотр названия: Шрифт — Times New Roman, размер 14 пт, прописной, центрированный, без подчеркивания, жирный. Над названием статьи (через 1,5 интервала) в правом углу — фамилия и инициалы авторов, шрифт стандартный, размер 14 пт; в левом углу — индекс УДК;

Под названием статьи - имя и фамилия авторов – жирным шрифтом; место работы, ученое звание, название организации – 10 пт. должно отображаться шрифтом стандартного размера и изображением 3x4.

Абстрактный вид: Набор шрифтов Times New Roman, 14 пт. в размере, (от 1 интервала).

Просмотр ключевых слов: Набор шрифтов Times New Roman, 14 пт. по размеру.

Требования к основному тексту: Шрифт «Times New Roman», 14 пт., межстрочный интервал 1, шапка – 1 см, поля страницы – левое и правое – 1,5 см; верх и низ – 1,5 см.

Вид таблицы: Название таблицы – «Times New Roman», интервал 14 пт, жирный, по центру, текст таблицы – «Times New Roman», 10–14 пт, обычный.

Требования к вводу формулы: Формулы и специальные символы пишутся только в редакторе «Microsoft Equation-3». Формулы располагаются слева.

Требования к фотографиям: Изображения должны быть четко видны, готовы к печати, содержать текст и иметь формат GIF, BMP, JPEG.

Требования к списку литературы: Times New Roman, 14 пт, курсив, 4-30 (25% ссылки на собственные работы), желательны публикации за последние 10 лет.

Номера ссылок даются в квадратных скобках в соответствующем месте текста. Для корректной ссылки на литературу рекомендуется использовать сайт www.snoska.info или <https://kursach37.com/oformlenie-spiska-literatury-po-gost/>.

Контактная информация: Фотография 3x4 каждого автора, ФИО автора (полностью), место работы и должность, адрес электронной почты, ORCID (рекомендуется указывать идентификационный номер, зарегистрированный на orcid.org) и SPIN (elibrary.ru рекомендуется указывать идентификационный номер). зарегистрированы на стороне) необходимо вводить номера и контактные телефоны. *(К статье может быть приложено экспертное заключение о возможности публикации материала в открытой печати).*

Примечание: Необходимо предоставить отчет, подтверждающий оригинальность статьи (антиплагиат) (статья принимается при уровне оригинальности 65% и выше и соответствии вышеуказанным требованиям, а также отсутствии грамматических ошибок). Адрес антиплагиата: <https://antiplag.uz/>

DIGITAL TECHNOLOGIES IN INDUSTRY, SCIENTIFIC-TECHNICAL (ELECTRONIC)
JOURNAL E-ISSN: 3030-3214 INFORMATION LETTER

The scientific and technical journal “Digital Technologies in Industry” (e-ISSN: 3030-3214 (<https://portal.issn.org/resource/ISSN/3030-3214>)) is an open journal whose task is to cover the modeling of scientific progress, achievements and prospects of education, current problems and their solutions, as well as stages of modernization of production and education. The purpose of the scientific and technical journal “Digital Technologies in Industry” is to inform specialists in the field, publish research and innovations of scientists for the public, increase the interest of the younger generation in science and education and present scientific concepts.

The journal accepts scientific articles: **05.00.00-TECHNICAL SCIENCES, 04.00.00-GEOLOGY-MINERALOGY, 02.00.00-CHEMICAL SCIENCES.**

Articles for the journal are accepted: **Uzbek, Russian and English** languages.

The scientific and technical journal “Digital Technologies in Industry” accepts articles in the following areas:

- Mining, metallurgical and manufacturing industries;
- Geology and oil and gas industry;
- Chemical technology and construction;
- Light industry;
- Ecology, labor protection and technical safety.

A Digital Object Identifier (<https://www.doi.org>) is assigned to each article published in the scientific and technical journal “Digital Technologies in Industry”.

The journal is indexed in the following databases:

1. CYBERLENINKA – scientific electronic library
(<https://cyberleninka.ru/journal/n/sanoatda-raqamli-texnologiyalar?i=1131974>)
2. eLIBRARY.RU – scientific electronic library
(https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?langid=1&id=81309)
3. ResearchBib – scientific electronic library
(<https://journalseeker.researchbib.com/view/issn/3030-3214>)
4. SLIB.UZ – scientific electronic library
(<https://slib.uz/uz/journal/view?id=285>)
5. Each article is indexed in Google Academics.
(<https://scholar.google.com/citations?user=mzU3-6QAAAAJ&hl=en&authuser=3>)
6. Index Copernicus – scientific journal database
(<https://journals.indexcopernicus.com/search/details?id=129473>)

The founders of the journal:

- 1. Karshi Engineering-Economics Institute;**
- 2. JSC Almalyk Mining and Metallurgical Combine;**

The scientific and technical journal “Digital Technologies in Industry” is registered by the Agency of Information and Mass Communications under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan, certificate No. 106679 dated July 26, 2023. The output data of the series of publications is provided for by GOST 7.4-95 “Publications. In order to fully ensure compliance of the “Output Information” and GOST 7.56-2002 “International Standard Serial Number” with the requirements of international standards, an international ISSN was announced on December 12, 2023 at the National Library of Uzbekistan named after Alisher Navoi. Periodicals are assigned a standard ISSN number: 3030-3214.

REQUIREMENTS FOR ARTICLES

Standard article size: Text of 4-15 pages in the Word text editor in Uzbek, Russian or English.

There should be no more than 4 authors of the article. It is necessary to provide complete information on each of the authors (place of work, position, academic degree, academic title, city and country).

The article should contain a conventional **introduction, analysis and method of literature, research results and their discussion, conclusions and suggestions, as well as a list of references.**

Abstract, keywords: The abstract must be in the specified form and format. Please do not change this form. The abstract should consist of 100-250 words and 4-20 keywords. Abstract (ABSTRACT in English) and keywords must be provided in Uzbek, Russian and English (in 3 languages) for indexing in international systems. Keywords. It is advisable to write terms that receive the main emphasis in the article in 4-20 words.

Units and symbols must be displayed in the SI International System of Units.

Failure to comply with the specified requirements may be grounds for refusal to publish.

Requirements for the article text:

View title: Font: Times New Roman, size 14 pt, uppercase, centered, no underlining, bold. Above the title of the article (with 1.5 intervals) in the right corner - the surname and initials of the authors, standard font, size 14 pt; in the left corner - UDC index;

Under the title of the article - the name and surname of the authors - in bold; place of work, academic title, name of organization – 10 pt. should be displayed in a standard size font and a 3x4 image.

Abstract view: Font set Times New Roman, 14 pt. in size, (from 1 interval).

View keywords: Font set Times New Roman, 14 pt. to size.

Requirements for the main text: Font “Times New Roman”, 14 pt., line spacing 1, header – 1 cm, page margins – left and right – 1.5 cm; top and bottom – 1.5 cm.

Table view: Table name – “Times New Roman”, spacing 14 pt, bold, centered, table text – “Times New Roman”, 10–14 pt, regular.

Requirements for entering a formula: Formulas and special characters are written only in the Microsoft Equation-3 editor. Formulas are located on the left.

Photo requirements: Images must be clearly visible, print ready, contain text and be in GIF, BMP, JPEG format.

Requirements for the list of references: Times New Roman, 14 pt, italics, 4-30 (25% references to own works), publications within the last 10 years are desirable.

Reference numbers are given in square brackets in the appropriate place in the text. For correct reference to literature, it is recommended to use the website www.snoska.info or <https://kursach37.com/oformlenie-spiska-literatury-po-gost/>.

Contact Information: 3x4 photo of each author, full name of the author, place of work and position, email address, ORCID (it is recommended to indicate the identification number registered on orcid.org) and SPIN (elibrary.ru it is recommended to indicate the identification number). registered externally), you must enter numbers and contact numbers (*An expert opinion on the possibility of publishing the material in the open press may be attached to the article*).

Note: It is necessary to provide a report confirming the originality of the article (anti-plagiarism) (the article is accepted if the originality level is 65% or higher and meets the above requirements, as well as the absence of grammatical errors). Anti-plagiarism address: <https://antiplag.uz/>