



# SANOATDA

## RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR

Volume 3  
**No 1**  
March, 2025

ILMIY JURNAL

E-mail:  
[info@srt-journal.uz](mailto:info@srt-journal.uz)  
Web-address:  
[www.srt-journal.uz](http://www.srt-journal.uz)



**ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

научно-технический журнал

ISSN (ISSN-L): 3030-3214

**DIGITAL TECHNOLOGIES  
IN INDUSTRY**

scientific and technical journal

**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(1) / 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

**Orifjan Bazarov**

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti  
rektori

E-mail: [qmii@qmii.uz](mailto:qmii@qmii.uz)

### Bosh muharrir o'rinbosari

**Abdurashid Hasanov**

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

E-mail: [abdurashidsoli@mail.ru](mailto:abdurashidsoli@mail.ru)

### Ma'sul kotib

**Abbos Shodiyev**

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

E-mail: [a.shodiyev@srt-journal.uz](mailto: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](mailto:info@srt-journal.uz)

Sayt: [www.srt-journal.uz](http://www.srt-journal.uz)

### Kompyuter sahifasi

Najmiddin Boymurodov

### Tahliliy guruh

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  
15.12.2025-y.

Chop etilgan sana 22.03.2025-y.  
Bichimi 60x84 1/8. Times garniturası.  
Shartli bosma tabog'i 13,5.  
Nashr bosma tabog'i 13,63.  
Adadi 30. Buyurtma № 028  
QarMII "INTELLEKT" MIU  
nashriyotida chop etildi. Qarshi shahri,  
Mustaqillik ko'chasi, 225.

©Sanoatda raqamli texnologiyalar

(E)ISSN: 3030-3214

DOI: 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2024

## TAHRIRIYAT HAY'ATI

**Orifjan Bazarov**, f.m.f.n., dots. Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti,  
O'zbekiston

**Abdulla Xursanov**, t.f.f.d., Olmaliq kon-metallurgiya kombinati, O'zbekiston  
**G'ulom Uzoqov**, t.f.d., prof. Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti,  
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 Shadrnunova**, t.f.d., prof. Rossiya fanlar akademiyasi M.V.Melnikov  
nomidagi Mineral resurslardan kompleks foydalanish instituti, Rossiya

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

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

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

**Pyotr Tsibulenko**, 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

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

**Abbos Shodiyev**, t.f.d., prof. Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti,  
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

**Qaxramon Inoyatov**, t.f.n., dots. Namangan muhandislik-qurilish instituti o'quv  
ishlar bo'yicha prorektor, O'zbekiston

**Zuhriddin Latipov**, t.f.f.d., dots. Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti,  
O'zbekiston

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

**Azimjon Axmedov**, t.f.d., professor, Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti,  
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

**Shaxriddin Turobov**, t.f.f.d., dots. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar  
universiteti

**Ulug'bek Rajabov**, t.f.f.d., dots., Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti,  
O'zbekiston

**Rustam Nomdorov**, t.f.f.d., dots. Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti,  
O'zbekiston

**Shahboz Turdiyev**, t.f.d., dots. Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti,  
O'zbekiston

**Uchqun Eshonqulov**, t.f.f.d., dots. Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti,  
O'zbekiston

**Oybek Qayumov**, t.f.f.d., dots. Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti,  
O'zbekiston

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

*"Sanoatda raqamli texnologiyalar" (e-ISSN:3030-3214) ilmiy-texnik 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, Xoliqulov O'tkir Mirzakamolovich.</i> Xrommolibdenli po'latlarning sirt mustahkamligini o'rganish uchun strukturaviy tadqiqotlar .....	10
<i>Mislibayev Ilhom To'ychiboyevich, Mutavaliyev Abduvahhob Tolibzoda, To'ychiboyev Zaxriddin Ilhom o'g'li.</i> Tog'li konlarni tasniflash .....	16
<i>Shodiyev Abbas Ne'mat o'g'li, Xasanov Adxam Amankulovich, Islomov Erkinjon.</i> Qalmoqqir va Yoshlik I karyerlarining geologik-texnik xususiyatlari va qazib olish sharoitlarini o'rganish va tahlil qilish .....	20
<i>Mamaraimov G'ayrat Farhodovich, Xasanov Abdirashid Saliyevich, Eshmurodova Fotima Bobir qizi.</i> Markaziy Qizilqum qora slanes ma'danlarini kuydirish jarayonining optimal parametrlarini tadqiq qilish .....	26
<i>Voxidov Baxriddin Raxmidinovich, Yandashev Alisher Anvar o'g'li, Qodirov Abdurasul O'ktam o'g'li.</i> Yonuvchan slaneslar tarkibidan qimmatbaho komponentlarni ajratib olish usullarini tadqiq qilish .....	31
<i>Rahimbayev Berik Sagidollauliy, Xasanov Abdurashid Salievich, Turobov Shahriddin Nasriddinovich, Komilov Botir Asqar o'g'li.</i> Litiy ekstraksiyasi kinetikasini o'rganish .....	37
<i>Akimova Azima Perdebayevna, Ochilov G'olibjon Ernazar o'g'li, Raximbayev Otabek Davlatbayevich, Jetpisbayeva Ayzada Qauis Kizi.</i> Taqir va taqir osti zonalarida yer osti suvlarining shakllanishi ba'zi omillari .....	43
<i>Xasanov Abdirashid Saliyevich, Eshonkulov Uchqun Xudaynazar o'g'li, Soatov Bekzod Shokir o'g'li.</i> Xondiza boyitish fabrikasining mis, qo'rg'oshin va rux konsentratlarini ishlab chiqarish samaradorligini oshirishdagi texnologik yondashuvlar .....	49
<i>Mislibayev Ilhom Tuychibayevich, Nurxonov Xusan Almirza o'g'li, Latipov Zuhridin Yoqub o'g'li.</i> Burg'ulash-portlatish ishlarida tog' jinslari massiviga ta'siri.....	54
<i>Abduazizov Nabijon Azamatovich, Jurayev Akbar Shavkatovich, G'aybullayeva Gulchiroy Zavqijon qizi.</i> Gidravlik burg'ilash mashinasining texnik ko'rsatkichlari va samardorlik tahlili .....	58
<i>Hasanov Abdirashid Saliyevich, Hakimov Kamal Jurayevich, Axmedov O'ral Choriyevich.</i> Yuqori sanoat tarmoqlarida reniyni olish, qayta ishlash va qo'llash texnologiyalari .....	63
<i>Voxidov Baxriddin Raxmidinovich, Yandashev Alisher Anvar o'g'li.</i> Past navli texnogen chiqindilar tarkibidan nodir metallarni ajratib olish texnologiyasini tadqiq qilish .....	70
<i>Umirov Farxod Ergashovich, Pirnazarov Feruz Gulomovich, Qurbonov Mehrob Nuriddinovich.</i> Saponit mineralini konversiya yo'li bilan qayta ishlash texnologiyasini ishlab chiqish .....	74
<i>Turdiyeva Aziza Yoqub qizi, Norxudjayev Fayzulla Ramazonovich.</i> Mis sanoati shlaklarini qayta ishlashda zamonaviy tadqiqotlar sharhi (tahlil).....	80
<i>Bakirov G'ayrat Xoliqberdiyevich, Alimov Shoxriddin Muxammadovich, Mavlanov Abdulla Abdixakimovich.</i> Kovuldi oltin konida qazib olingan bo'shliqni to'ldirish texnologiyasining asosiy ko'rsatkichlarini takomillashtirish .....	86
<i>Aripov Avaz Rozikovich, Sayfullayev Farruxjon Ibodovich, Qurbonov Mehrob Nuriddinovich, Jabborova Surayyo G'ulomovna.</i> Murakkab tarkibli xom-ashyolardan qimmatbaho metallarni ajratib olish jarayonida gidrometallurgik usullarning ilmiy asoslari va amaliy qo'llanilishi .....	91
<i>Ravshanov Avaz Ali o'g'li, Nurxonov Xusan Almirza o'g'li, Bo'riyev Feruz Mansur o'g'li.</i> Yer osti kon ishlarida mahalliy shamollatish ventilyatorlardan foydalanishning zamonaviy usullari .....	99
<i>Suyarov Jahongir Usmonqul o'g'li.</i> Olchalik maydoni murakkab tarkibli polimetall rudalaridan oltin va kumush metallarini gravitatsion usulida boyitish texnologiyasi .....	103
<i>Murodullayeva Sabrina Otabek qizi.</i> Metallurgik pechlardan chiqadigan changlarni tutish usullari va ularning samaradorligini o'rganish .....	109

### GEOLOGIYA VA NEFT-GAZ SANOATI

*Sattorov Laziz Xolmurodovich, Kurbanov Abdiraxim Axmedovich, Nomozov Baxtiyor Yuldashovich, Jo'rayeva Huriyat Zoirovna.* Bazaltlarning o'ziga xos xususiyatlari, turli muhitlarda erishi va temperaturasi ..... 117

*Jalilov G'afur G'anievich, Ahmedova Dilfuza Azamatovna, Ganieva Laylo Gafur kizi.* Borsakalmas botig'idagi yura yotqiziqlarining litologik va petrofizik xususiyatlari (Ustyurt, O'zbekiston) ..... 123

*Yuldashev Tashmurza Raxmonovich.* Neft gazini utilizatsiya qilishda yangi suyultirish texnologiyasini qo'llanilishining afzalligi ..... 129

*Zafarov Olmos.* Inshootlar asosidagi sho'rlangan gruntlarning seysmik va fizik-mexanik xossalari orasidagi o'zaro korrelyatsion bog'liqlik xususiyatlarini baholash ..... 135

*Muhammadiyev Hamidullo Murodillayevich, Omonov O'tkir Furqat o'g'li, Nishonov Javohir Akmal o'g'li.* Terrigen kollektorli qatlamlarda neft beraoluvchanlikni suyuqlik olish sur'atiga bog'liqligining statistik modellarini tahlil qilish va asoslash ..... 141

#### **KIMYOVIY TEXNOLOGIYA VA QURILISH**

*Bozorov Lutfulla Ubaydullayevich, Xolboyeva Aziza Ixtiyarovna, Turayev Xayit Xudaynazarovich, Nurqulov Fayzulla Nurmo'minovich.* Yog'och materiallarni antiperin bilan kompleks himoyalash ..... 146

*Zafarov Olmos, Qo'shmurodov Shoxrux Furqat o'g'li.* Murakkab iqlim sharoitlarida muhandislik inshootlarini qurishning o'ziga xos xususiyatlarini tadqiq etish va gidrogeologik sharoitlarini o'rganish ..... 150

*Safarova Guljaxon Eshtemirovna.* DEAMGO eritmasi yordamida metallarni amperometrik aniqlashda inert erituvchilar tabiati va konsentratsiyasining o'rganiladigan eritmalarning elektro'tkazuvchanligiga ta'siri ..... 159

*Anvarova Iroda Anvarovna, Elmurodov Rahmiddin Sodiq o'g'li, Xayitov Jonibek Kurbanovich.* Tabiiy gazlarni H<sub>2</sub>S va CO<sub>2</sub> gazlardan tozalashda foydalaniladigan miteldietanolamin (mdea) eritmasini filtratsiya jarayoni uchun kompozit membranali filt sintez qilish ..... 165

*Tursunboyeva Shahnoza Husniddin qizi, Norxudjayev Fayzulla Ramazonovich.* Qishloq xo'jaligi texnikasi detallarini sementatsiyalash texnologiyalari va ularning ahamiyatini o'rganish ..... 170

*To'xliyev Mansur Maxmudovich.* Quyosh quritgichlarida issiqlik akkumulyatorli havo qizdirgichdan foydalanish samaradorligini oshirish tadqiqotlarning ilmiy-texnikaviy tahlili ..... 176

*Xoliqov Komil Nurmahmatovich.* Biomassani qayta ishlash orqali energetik jihatdan qimmatli mahsulotlarga aylantirish texnologiyalari ..... 182

*Rahmatov Xudoyor Boboniyozovich, Abdullayev Baxtishod Mengliqul o'g'li, Uzoqov Elyor Ulug'bek o'g'li, Maxsetov Bekzat Rustem uli.* Kremniyli seolatlarda N-geksanni aromatlash ..... 186

*Toshqobilov Javoxir Shaymardon o'g'li.* Degidrotsiklizatsiya katalizatorlarining bifunksionallik xususiyatlari ..... 190

*Xamzayev Akbar Abdalimovich, Sharopov Jo'rabek Jabborovich, Fayzullayev Quvonchbek Qilich o'g'li.* Nasos qurilmalarining elektr jarayonlari ish rejimini chastotali boshqarish ..... 195

#### **EKOLOGIYA, MEHNAT MUHOFAZASI VA TEXNIKA XAVFSIZLIGI**

*Kalandarov Ilyos Ibodullayevich, Xojiev Alisher Mirzoyevich.* Yer osti kon ishlarida mehnat sharoitlari xavfsizligining huquqiy asoslar va xalqaro amaliyot ..... 201

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ И ОБРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

<i>Хасанов Абдурашид Салиевич, Халикулов Уткир Мирзакамолович.</i> Структурные исследования хромомолибденовых сталей для изучения возможности поверхностного упрочнения .....	10
<i>Мислибаев Илхом Туйчибаевич, Мутавалиев Абдуваххаб Толибзода, Туйчибоев Захриддин Илхом угли.</i> Классификация нагорных месторождений .....	16
<i>Шодиев Аббос Неймат угли, Хасанов Адхам Аманкулович, Исломов Эркинжон.</i> Изучение и анализ геолого-технических характеристик и условий разработки карьеров Кальмакыр и Ёшлик I .....	20
<i>Мамараимов Гайрат Фарходович, Хасанов Абдирашид Салиевич, Эшмуродова Фотима Бобир кизи.</i> Изучения оптимальных параметров процесса обжига чернослансовых руд центрального Кызылкума .....	26
<i>Вохидов Бахриддин Рахмидинович, Яндашев Алишер Анвар угли, Кадиров Абдурасул Уктам угли.</i> Исследование методов извлечения ценных компонентов из горючих шламов .....	31
<i>Рахимбаев Берик Сагидоллаулы, Хасанов Абдурашид Салиевич, Туробов Шахриддин Насриддинович, Комилов Ботир Аскар угли.</i> Изучение кинетики экстракции лития .....	37
<i>Акимова Азима Пердебаевна, Очилов Голибжон Ерназар угли, Рахимбаев Отабек Давлатбаевич, Жетписбаева Айзада Каус Кизи.</i> Некоторые факторы формирования подземных вод такырных и подтакырных зонах .....	43
<i>Хасанов Абдирашид Салиевич, Эшонкулов Учкун Худойназар угли, Соатов Бекзод Шокир угли.</i> Технологические подходы к повышению эффективности производства медных, свинцовых и цинковых концентратов на обогатительной фабрике Хондиза .....	49
<i>Мислибаев Илхом Туйчибаевич, Нурхонов Хусан Алмирза угли, Латипов Зухриддин Ёкуб угли.</i> Влияние буровзрывных работ на массив горных пород .....	54
<i>Абдуазизов Набижон Азаматович, Джураев Акбар Шавкатович, Гайбуллаева Гульчирой Завкиджон кизи.</i> Технические показатели и анализ эффективности работы гидравлической буровой машины .....	58
<i>Хасанов Абдирашид Салиевич, Хакимов Камол Жураевич, Ахмедов Урал Чориевич.</i> Технологии получения, переработки и применения рения в высокотехнологичных отраслях промышленности .....	63
<i>Вохидов Бахриддин Рахмидинович, Яндашев Алишер Анвар угли.</i> Изучение технологии извлечения редких металлов из состава техногенных отходов низкого качества .....	70
<i>Умиров Фарход Эргашович, Пирназаров Феруз Гуломович, Курбонов Мехроб Нуриддинович.</i> Разработка технологии переработки минерала сапонит путем конверсии .....	74
<i>Турдиева Азиза Ёкуб кизи, Норхуджаев Файзулла Рамазонович.</i> Обзор (анализ) современных исследований по переработке шлаков медной промышленности .....	80
<i>Бакиров Гайрат Холикбердиевич, Алимов Шохриддин Мухамматович, Мавланов Абдулла Абдихакимович.</i> Улучшение основных показателей технологии заполнения очистного пространства на золотодобывающем руднике Каульды .....	86
<i>Арипов Аваз Розикович, Сайфуллаев Фаррухжон Ибодович, Курбонов Мехроб Нуриддинович, Джабборова Сурайё Гуламовна.</i> Научные основы и практическое применение гидрометаллургических методов в процессе извлечения драгоценных металлов из упорного сырья .....	91
<i>Равшанов Аваз Али угли, Нурхонов Хусан Алмирза угли, Буриев Феруз Мансур угли.</i> Современные методы использования местных вентиляционных вентиляторов в подземных горных работах .....	99
<i>Суяров Джахонгир Усмонкулович.</i> Технология гравитационного обогащения золота и серебра из полиметаллических руд сложного состава Ольчаликского месторождения .....	103
<i>Муродуллаева Сабрина Отабек кизи.</i> Исследование методов улавливания пыли из металлургических печей и их эффективности .....	109

## **ГЕОЛОГИЯ И НЕФТЕГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

- Сатторов Лазиз Холмуродович, Курбанов Абдурахим Ахмедович, Номозов Бахтиёр Юлдашович, Жураева Хурият Зоировна.* Особенности базальтов, их плавление и закалка в различных средах ..... 117
- Джалилов Гафур Ганиевич, Ахмедова Дилфуза Азаматовна, Ганиева Лайло Гафур кизи.* Литолого-петрофизическая характеристика юрских отложений в ложбине Барсакелмес (Устюрт, Узбекистан)..... 123
- Юлдашев Ташмурза Рахманович.* Преимущество применения новой технологии сжижения при утилизации нефтяного газа ..... 129
- Зафаров Олмос.* Оценка особенностей корреляции сейсмических и физико-механических свойств засоленных грунтов на основе конструкций ..... 135
- Мухаммадиев Хамидулло Муродиллаевич, Омонов Уткир Фуркат угли, Нишинов Жавохир Акмал угли.* Анализ и обоснование статистических моделей зависимости эксплуатации жидкости от темпа отбора нефти в терригенных коллекторных пластах ..... 141

## **ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВО**

- Бозоров Лутфулла Убайдуллаевич, Холбоева Азиза Ихтияровна, Тураев Хайит Худайназарович, Нуркулов Файзулла Нурмунинович.* Комплексная защита деревянных материалов антипереном ..... 146
- Зафаров Олмос, Кушмуродов Шохрух Фуркат угли.* Исследование особенностей строительства инженерных сооружений в сложных климатических условиях и изучение гидрогеологических условий ..... 150
- Сафарова Гулжахон Эштемировна.* Влияние природы и концентрации инертных растворителей на электропроводность исследованных растворов при амперометрическом определении металлов с использованием раствора деамго ..... 159
- Анварова Ирода Анваровна, Элмуродов Рахмиддина Содик угли, Хайитов Жонибек Курбанович.* Синтез композитных мембранных фильтров для процесса фильтрации раствора метилдиэтанолamina (МДЭА), используемого при очистке природных газов от H<sub>2</sub>S и CO<sub>2</sub> ..... 165
- Турсунбоева Шахноза Хусниддин кизи, Норхуджаев Файзулла Рамазонович.* Изучение технологий цементации деталей сельскохозяйственной техники и их значения ..... 170
- Тухлиев Мансур Махмудович.* Повышение эффективности использования воздухонагревателя с тепловой батареей в солнечных сушилках научно-технический анализ исследований ..... 176
- Холиков Комил Нурмахматович.* Технологии преобразования биомассы в энергетически ценные продукты путем переработки ..... 182
- Рахматов Худойр Бобониязович, Абдуллаев Бахтишод Менгликул угли, Узоков Элёр Улугбек угли, Максетов Бекзат Рустем улы.* Ароматизация N-гексана в кремниевых цеолитах ..... 186
- Тошкobilов Джавахир Шаймардон угли.* Бифункциональные свойства катализаторов дегидроциклизации ..... 190
- Хамзаев Акбар Абдалимович, Шаропов Джурабек Джаббарович, Файзуллаев Кувончбек Килич угли.* Частотное управление режимом работы электрических процессов насосных устройств ..... 195

## **ЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

- Каландаров Ильёс Ибодуллаевич, Ходжиев Алишер Мирзоевич.* Правовая база и международная практика в области обеспечения безопасности условий труда при ведении подземных горных работ ... 201

## CONTENTS

### MINING METALLURGY AND MANUFACTURING INDUSTRY

- Khasanov Abdurashid Salievich, Khalikulov Utkir Mirzakamolovich.* Structural studies of chromoliben steels to study the possibility of surface hardening ..... 10
- Mislibaev Ilkhom Tuychibaevich, Mutavaliyev Abduvakhab Tolibzoda, Tuychiboev Zakhriddin Ilkhom ugli.* Classification of highland deposits ..... 16
- Shodiev Abbas Ne'mat ugli, Khasanov Adham Amankulovich, Islomov Erkinjon.* Study and analysis of the geological and technical characteristics and mining conditions of the Kalmakyr and Yoshlik I quarries ..... 20
- Mamaraimov Gayrat Farhodovich, Xasanov Abdirashid Saliyevich, Eshmurodova Fotima Bobir qizi.* Study of optimal parameters of the roasting process of Central Kyzylkum black shale ores ..... 26
- Vokhidov Bakhriddin Rakhmidinovich, Yandashev Alisher Anvar ugli, Kadirov Abdurasul Uktam ugli.* Investigating methods for extracting valuable components from combustible sludges ..... 31
- Rakhimbaev Berik Sagidollauliy, Khasanov Abdurashid Salievich, Turobov Shahridin Nasriddinovich, Komilov Botir Askar ugli.* Study of lithium extraction kinetics ..... 37
- Akimova Azima Perdebayevna, Ochilov Golibjon Ernazar ugli, Rakhimbaev Otabek Davlatbaevich, Jetpisbaeva Ayzada Qauis kizi.* Some factors are the formation of groundwater in the takyr and podtakyr zones ..... 43
- Khasanov Abdirashid Saliyevich, Eshonkulov Uchkun Khudaynazar ugli, Soatov Bekzod Shokir ugli.* Technological approaches to enhancing the efficiency of copper, lead, and zinc concentrate production at the Khondiza processing plant ..... 49
- Mislibaev Ilkhom Tuychibaevich, Nurkhonov Khusan Almirza ugli, Latipov Zuhridin Yokub ugli.* Impact on the rock mass in drilling and blasting operation ..... 54
- Abduazizov Nabijon Azamatovich, Juraev Akbar Shavkatovich, Gaybullaeva Gulchiroy Zavkijon kizi.* Technical performance and efficiency analysis of hydraulic drilling machines ..... 58
- Khasanov Abdirashid Saliyevich, Khakimov Kamol Juraevich, Akhmedov Ural Chorievich.* Technologies for obtaining, processing, and applying rhenium in high-tech industrial sectors ..... 63
- Vokhidov Bakhriddin Rakhmidinovich, Yandashev Alisher Anvar ugli.* Study of the technology for extracting rare metals from low-grade technogenic waste ..... 70
- Umirov Farkhod Ergashovich, Pirnazarov Feruz Gulomovich, Qurbonov Mekhrob Nuriddinovich.* Development of a technology for conversion processing of the mineral saponite ..... 74
- Turdieva Aziza Yokub kizi, Norkhujaev Fayzulla Ramazonovich.* Review of modern research on the processing of copper industry slags (analysis)..... 80
- Bakirov Gayrat Kholikberdievich, Alimov Shokhriddin Mukhammatovich, Mavlanov Abdulla Abdikhakimovich.* Improvement of the main indicators of the technology of filling the extraction space at the Kauldy gold ore mine ..... 86
- Aripov Avaz Rozikovich, Sayfullaey Farruxjon Ibodovich, Qurbonov Mekhrob Nuriddinovich, Jabborova Surayo Gulomovna.* Scientific foundations and practical application of hydrometallurgical methods in the process of extracting precious metals from refractory raw materials ..... 91
- Ravshanov Avaz Ali ugli, Nurkhonov Khusan Almirza ugli, Buriyev Feruz Mansur ugli.* Modern methods of using local ventilation fans in underground mining operations ..... 99
- Suyarov Jahongir Usmonkul ugli.* Technology of gravitation enrichment of gold and silver from polymetal ore of the complex composition of the Olchalyk deposit ..... 103
- Murodullaeva Sabrina Otabek kizi.* Studying methods of capturing dust from metallurgical furnaces and their effectiveness ..... 109

### GEOLOGY AND OIL-GAS INDUSTRY

*Sattorov Laziz Kholmurodovich, Kurbanov Abdiraxim Axmedovich, Nomozov Bakhtiyor Yuldashovich, Juraeva Huriyat Zoirovna.* Specific features of basalts, its melting and tempering in different environments .117

*Jalilov Gafur Ganievich, Akhmedova Dilfuza Azamatovna, Ganieva Laylo Gafur kizi.* Lithological and petrophysical characteristics of jurassic deposits in the Barsakelmes trough (Ustyurt, Uzbekistan) ..... 123

*Yuldashev Tashmurza.* Advantage of the use of new liquefaction technology in oil gas utilization ..... 129

*Zafarov Olmos.* Evaluation of the characteristics of the correlation between the seismic and physical-mechanical properties of saline soils on the basis of structures ..... 135

*Muhammadiev Hamidullo Murodillaevich, Omonov Utkir Furkat ugli, Nishonov Javohir Akmal ugli.* Analysis and justification of statistical models of the dependence of liquid operation on the rate of oil withdrawal in terrigenous reservoir formations ..... 141

## **CHEMICAL TECHNOLOGY AND CONSTRUCTION**

*Bozorov Lutfulla, Xolboyeva Aziza, Turaev Xayit, Nurkulov Fayzulla.* Complex protection of wooden materials with antiperine ..... 146

*Zafarov Olmos, Kushmurodov Shokhruxh Furkat ugli.* Research of the specific characteristics of construction of engineering constructions in complex climate conditions and study of hydrogeological conditions ..... 150

*Safarova Guljakhon Eshtemirovna.* Influence of the nature and concentration of inert solvents on the electrical conductivity of the studied solutions in the amperometric determination of metals using DEAMGO solution .159

*Anvarova Iroda Anvarovna, Elmurodov Rahmiddin Sodik ugli, Khayitov Jonibek Kurbanovich.* Synthesis of a composite membrane filter for the filtration process of methyldiethanolamine (MDEA) solution used in the purification of natural gases from H<sub>2</sub>S and CO<sub>2</sub> gases ..... 165

*Tursunboeva Shakhnoza Khusniddin kizi, Norkhujaev Fayzulla Ramazonovich.* Cementation technologies for agricultural machinery parts and their significance ..... 170

*Tukhliyev Mansur Makhmudovich.* Improving the efficiency of using a heat accumulator air heater in solar dryers scientific and technical analysis of research ..... 176

*Kholikov Komil Nurmakhmatovich.* Technologies for converting biomass into energy-valuable products through processing ..... 182

*Rakhmatov Khudoyor Boboniyozovich, Abdullaev Bakhtishod Menglikul ugli, Uzakov Elyor Ulugbek ugli, Makhsetov Bekzat Rustem uli.* Aromatization of N-hexane in silicon zeolites ..... 186

*Toshkobilov Javokhir Shaymardon ugli.* Bifunctional properties of dehydrocyclization catalysts ..... 190

*Khamzaev Akbar Abdalimovich, Sharopov Djurabek Djabbarovich, Fayzullaev Kuvonchbek Kilich oglu.* Frequency control of the operating mode of electrical processes of pumping devices ..... 195

## **ECOLOGY, LABOR PROTECTION AND TECHNICAL SAFETY**

*Kalandarov Ilyos Ibodullayevich, Xojiev Alisher Mirzoyevich.* Legal framework and international practice of the safety of working conditions in underground mining operations ..... 201

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

MINING METALLURGY AND MANUFACTURING INDUSTRY

УДК: 669.14.018.4:621.785

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.25

СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХРОМОМОЛИБДЕНОВЫХ СТАЛЕЙ  
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ



**Хасанов Абдурашид Салиевич**

Заместитель главного инженера по науке и инновациям  
Алмалыкского АО «КМК», Алмалык, Узбекистан  
E-mail: [abdurashidsoli@mail.ru](mailto:abdurashidsoli@mail.ru)



**Халикулов Уткир Мирзакамолович**

Доцент, PhD, Алмалыкский филиал НИТУ «МИСиС»,  
Алмалык, Узбекистан  
E-mail: [utkirhm@mail.ru](mailto:utkirhm@mail.ru)

**Аннотация.** Разработана технология по достижению высокой прочности и износостойкости хромомолибденовых сталей. Экспериментальные исследования показали, что кратковременный интенсивный нагрев с последующим быстрым охлаждением существенно повышает эксплуатационные характеристики сплавов. Изучено влияние температурно-временных параметров термической обработки на изменение структуры и характеристик углеродистой хромомолибденовой стали. Инжекционное литье даёт возможность изготавливать компоненты с высокой степенью точности и воспроизводимости, что особенно важно для серийного производства.

**Ключевые слова:** хромомолибденовые сплавы, прочность, износостойкость, термообработка, индукция, конструкция, спекание, модификатор.

XROMMOLIBDENLI PO‘LATLARNING SIRT MUSTAHKAMLIGINI  
O‘RGANISH UCHUN STRUKTURAVIY TADQIQOTLAR

**Xasanov Abdurashid Salievich**

Olmalik "KMK" AJ Bosh muhandisining ilm fan va innovatsiyalar  
bo'yicha o'rinbosari, Olmalik, O'zbekiston

**Xoliqulov O'tkir Mirzakamolovich**

NIТУ "MISiS" Olmalik filiali dotsenti, PhD, Olmalik, O'zbekiston

**Аннотация.** Хроммолибденли по'латларнинг yuqori mustahkamlikka va yeyilishga chidamliligiga erishish texnologiyasi ishlab chiqilgan. Eksperimental tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, qisqa muddatli intensiv qizdirish va keyinchalik tez sovutish qotishmalarining ekspluatatsion xususiyatlarini sezilarli darajada oshiradi. Uglerodli xromomolibdenli po'latning strukturasi va xarakteristikalarining o'zgarishiga termik ishlov berishning harorat-vaqt parametrlarining ta'siri o'rganildi. Injeksion quyish yuqori darajadagi aniqlik va takrorlanuvchanlikka ega bo'lgan komponentlarni ishlab chiqarish imkonini beradi, bu ayniqsa seriyali ishlab chiqarish uchun muhimdir.

**Калит so'zlar:** xrommolibden qotishmalari, mustahkamlik, yeyilishga chidamlilik, termik ishlov berish, induksiya, konstruktsiya, kuydirish, modifikator.

## STRUCTURAL STUDIES OF CHROMOLIBDEN STEELS TO STUDY THE POSSIBILITY OF SURFACE HARDENING

*Khasanov Abdurashid Salievich*

*Deputy Chief Engineer for Science and Innovations, Almalyk JSC  
KMK, Almalyk, Uzbekistan*

*Khalikulov Utkir Mirzakamolovich*

*Docent, PhD, NITU "MISiS" Almalyk branch, Almalyk, Uzbekistan*

**Abstract.** A technology for achieving high strength and wear resistance of chromolibden steels has been developed. Experimental studies have shown that short-term intensive heating followed by rapid cooling significantly increases the operational characteristics of alloys. The influence of temperature-time parameters of heat treatment on the change in the structure and characteristics of carbon chromomolybdenum steel was studied. Injection casting allows for the production of components with a high degree of accuracy and reproducibility, which is especially important for serial production.

**Keywords:** chromolibden alloys, strength, wear resistance, heat treatment, induction, construction, sintering, modifier.

**Введение.** Горнодобывающая и металлургическая промышленность Узбекистана переживает устойчивый рост, что требует внедрения инновационных решений для производства и обработки металла. Хромомолибденовые сплавы играют решающую роль в производстве компонентов горного оборудования, таких как колесные базы, ковши и внутренние вкладыши шаровых мельниц. Эти сплавы ценятся за их исключительные механические свойства, включая высокую твердость, износостойкость и способность выдерживать значительные эксплуатационные нагрузки. Спрос на них также обусловлен их коррозионной стойкостью и способностью сохранять свойства при повышенных температурах.

Современные исследования направлены на разработку сплавов с улучшенным химическим составом, повышенной пластичностью и оптимизированными параметрами термообработки. Особое внимание уделяется использованию вторичного сырья и совершенствованию методов его обработки для снижения производственных затрат, и минимизации воздействия на окружающую среду. Оптимизация температурных режимов аустенитной фазы и совершенствование технологий легирования хромом и молибденом способствуют повышению прочности и долговечности готовых изделий.

**Методология.** Текущие исследования направлены на совершенствование процессов литья и последующей механической обработки для минимизации внутренних дефектов и повышения однородности материала. Кроме того,

исследования по внедрению нанодисперсных модификаторов показали многообещающие результаты в повышении прочности, коррозионной стойкости и способности выдерживать переменные нагрузки. Также изучаются передовые технологии, позволяющие повысить плотность материала, снизить остаточные напряжения и продлить срок службы изделий.

Для достижения превосходной прочности и износостойкости хромомолибденовых сталей были разработаны передовые технологии термообработки и поверхностного упрочнения. Индукционный нагрев (HF) и газопламенная обработка позволяют упрочнять крупные детали, такие как ведущие колеса горных экскаваторов, что значительно увеличивает срок их службы. Кроме того, лазерное упрочнение позволяет локализованно изменять свойства поверхности без ущерба для внутренней структуры, расширяя область применения этих методов.

Экспериментальные исследования показывают, что кратковременный интенсивный нагрев с последующим быстрым охлаждением значительно улучшает эксплуатационные характеристики сплава. Выбор охлаждающей среды — воздуха, масла или солевых ванн — позволяет адаптировать их к конкретным требованиям отрасли. Внедрение новых режимов отпуска доказало свою эффективность в снижении остаточных напряжений, что напрямую влияет на долговечность деталей. Контролируя скорость охлаждения и фазовый состав, можно достичь оптимального баланса между твердостью и

ударной вязкостью.

Кроме того, для дальнейшего повышения износостойкости и уменьшения коррозионного растрескивания изучаются такие методы, как азотирование и карбон-азотирование. Комбинированные процессы обработки, включающие последовательные этапы закалки, отпуска и поверхностного упрочнения, продемонстрировали значительное улучшение эксплуатационных характеристик. Особое внимание уделяется изучению температурных режимов и их влияния на распределение остаточных напряжений, поскольку равномерное охлаждение имеет решающее значение для создания прочных сплавов.

Современные производственные процессы все чаще включают аддитивные технологии и литье металла под давлением (ММД), особенно для получения изделий сложной геометрии. Процесс ММД, в котором используются металлические порошки и полимерные связующие, обеспечивает высокую точность при минимизации дефектов конструкции. Усовершенствованные методы прессования и спекания еще больше улучшают характеристики сплава за счет уменьшения пористости и повышения прочности материала.

Разработка новых компонентов связующего и технологий спекания значительно сократила количество внутренних дефектов, обеспечив однородную структуру материала. Инновационные методы контроля плотности обеспечивают соответствие промышленным стандартам, что делает ММД особенно выгодным для массового производства. Продолжаются исследования по разработке композитных порошков с нанодисперсными карбидами, которые значительно улучшают механические свойства.

Кроме того, изучаются многослойные порошковые структуры для достижения различных механических свойств в зависимости от условий эксплуатации. Также проводятся исследования различных связующих материалов и их влияния на усадку при спекании. В настоящее время разрабатываются методы последующей обработки, такие как лазерная закалка и химическое травление, для повышения долговечности деталей и устойчивости к воздействию

факторов окружающей среды.

Хромомолибденовая сталь 35ХМЛ является перспективным сплавом для применения в ММД-системах, известным своей превосходной прочностью, устойчивостью к термическим нагрузкам и коррозии. Анализ химического состава спеченных деталей подтвердил соответствие ГОСТ 4543 и международным стандартам. Испытания на ударную вязкость и коррозионную стойкость показали высокую эксплуатационную надежность.

Технология горячего литья под низким давлением, широко используемая с 1950-х годов для изготовления керамических изделий, в 1990-х годах эволюционировала в методы литья под высоким давлением, распространив свое применение на металлические детали. Процесс литья под давлением предполагает использование специально приготовленной смеси порошков и полимерных связующих, известной как исходное сырье, которая вводится в полость формы для формирования желаемого компонента. После отверждения под высоким внешним давлением полимерное связующее удаляется, а пористая металлическая деталь подвергается спеканию с образованием конечного продукта. Обработка после спекания, такая как механическая обработка, термическая обработка (НТ) и химико-термическая обработка (СТТ), дополнительно повышает прочность, ударную вязкость и износостойкость.

Несмотря на более чем тридцатилетний опыт успешного применения и разработки за рубежом, технология полимерной композиции была внедрена в Узбекистане менее десяти лет назад. Несмотря на обширные научные и теоретические исследования, конкретные прикладные данные, включая характеристики материалов, составы и технологические режимы, остаются ограниченными.

Высококачественная среднеуглеродистая хромомолибденовая сталь 35ХМЛ, соответствующая ГОСТ 4543, обладает превосходной прочностью и пластичностью, что делает ее пригодной для изготовления ответственных деталей, работающих при температурах до 400°C. Исследования структуры и свойств непрерывнолитой и деформируемой стали марки 35ХМЛ, наряду с ее зарубежными

аналогами, в различных условиях термической обработки (НТ) и химико-термической обработки (СТТ) хорошо документированы. Однако исследования структурных характеристик спеченной порошковой стали 35ХМЛ по-прежнему ограничены несколькими основными режимами термообработки. Как уже отмечалось, компоненты, изготовленные методом МИМ, могут обладать свойствами, отличными от свойств, полученных с использованием традиционных методов порошковой металлургии.

**Результаты и обсуждение.** Важно прогнозировать оптимальные технологические параметры для получения высококачественных изделий с особыми свойствами. Целью данного исследования является установление взаимосвязи между структурой и свойствами спеченной хромомолибденовой стали 35ХМЛ, полученной методом МИМ, и режимами ее последующей термической обработки (НТ) и химико-термической обработки (СТТ).

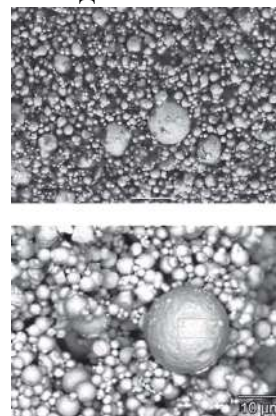
Объектами исследования являются образцы, изготовленные из среднеуглеродистой гиповлектоидной хромомолибденовой стали, полученной методом полимерной композиции из порошков стали марки 35ХМЛ. Образцы для испытания на ударную вязкость по методу Шарпи были изготовлены в промышленных условиях.

Сырьем для формования и спекания служила полимерно-порошковая смесь полимерной композиции, состоящая на 61,8% по объему из стального порошка марки 4140 с размерами частиц от 2 до 16 мкм и средним медианным диаметром  $D_{50} = 6-8$  мкм. В качестве связующего в полимерной композиции используется смесь воска и полиолефинового полимера, предназначенная для термического обезжиривания растворителем. Растворитель удаляет восковую компонент, образуя пористую структуру, которая способствует беспрепятственному выделению газообразных продуктов пиролиза при последующем нагреве. Этот двухэтапный процесс обезжиривания предотвращает образование трещин и неоднородностей, сохраняя геометрию спеченной детали.

Закалка в масле и отпуск при различных температурах привели к образованию мартенситной и дисперсно-перлитной структур, что

позволило достичь оптимального баланса твердости и пластичности. В результате восьми-часовых экспериментов по азотированию был получен азотированный слой толщиной 20 мкм, что значительно повысило износостойкость. Дополнительные этапы термообработки позволили свести к минимуму внутренние дефекты и улучшить распределение напряжений.

Проведено металлографическое исследование спеченной стали марки 110ХМЛ, а её химический состав был определён с использованием оптической эмиссионной спектроскопии (OES) на спектрометре. Определение содержания углерода выполнялось с применением высокочастотного анализатора, который задействует метод микроволнового горения в кислородном потоке с последующим инфракрасным анализом дымовых газов.



**Рис.1. Изображения поверхности излома полуфабрикатов, полученных из сырья полимерная композиция:**

*а — «зеленая» часть; б — «коричневая» часть.*

Для термической обработки стали марки 35ХМЛ использовалась лабораторная муфельная печь Nabiterm, оборудованная цифровым микропроцессорным контроллером температуры. Процесс закалки осуществлялся в масле, служащем закалочной средой.

Измерение твердости стали проводилось в соответствии с ГОСТ 9450 при температуре  $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$  методом Виккерса на микротвердомере. Значения твердости рассчитывались на основе восстановленного углубления после испытания алмазным индентором с квадратно-пирамидальной формой. При этом твердость поверхности после азотирования измерялась при нагрузке 0,0098 Н (1 кгс), а остальные измерения

выполнялись с нагрузкой 0,0981 Н (10 кгс).

Спеченная, но необработанная сталь марки 35ХМЛ, полученная по технологии МИМ, характеризуется достаточно крупнозернистой ферритно-перлитной микроструктурой (см. рис. 2), типичной для гиповзвлектоидных сталей. Микроструктура содержит примерно 55% перлита, при этом феррит формирует плотную сетку вдоль границ зерен перлита, что указывает на нормализованное состояние материала.

При изменении параметров спекания,

подвергнуты закалке в масло и последующему отпуску при четырех различных температурах, в соответствии с режимами, указанными в табл. 2. Влияние температуры отпуска на микроструктуру стали 35ХМЛ после закалки в масло показано на рис. 3, а влияние на твердость — на рис. 4.

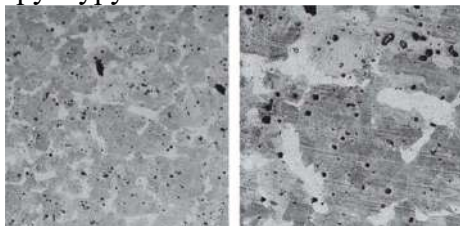
После низкотемпературного отпуска в спеченной стали 35ХМЛ наблюдается (рис. 3, а) структура мелкоигльчатого мартенсита, что подтверждается ее высокой твердостью (рис. 4).

Таблица 1.

**Химический состав, % мас., полученной полимерно-композиционным методом стали и его сравнение зарубежными аналогами**

Сталь 35ХМЛ и ее аналоги	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Fe
Спеченный аналог стали 35ХМЛ, полученный МИМ-методом из зарубежного сырья	(0,4102 ± 0,0045)	0,321 ± 0,012	1,015 ± 0,057	0,031 ± 0,009	1,128 ± 0,017	0,227 ± 0,015	96,54 ± 0,057
Сталь 35ХМЛ	0,35...0,42	0,17...0,37	0,35...0,65	До 0,03	0,90...1,30	0,20...0,30	Остальное
К [11]	0,30...0,50	До 0,60	До 1,00	-	0,80...1,20	0,20...0,30	
Зарубежный аналог	0,38...0,43	0,15...0,3	0,075...1,0	До 0,05	0,80...1,10	0,15...0,25	

таких как температура, продолжительность и скорость охлаждения, сталь марки 35ХМЛ может приобретать бейнитную структуру [7]. Эти наблюдения подтверждают, что условия обработки существенно влияют на конечную микроструктуру и механические свойства стали.

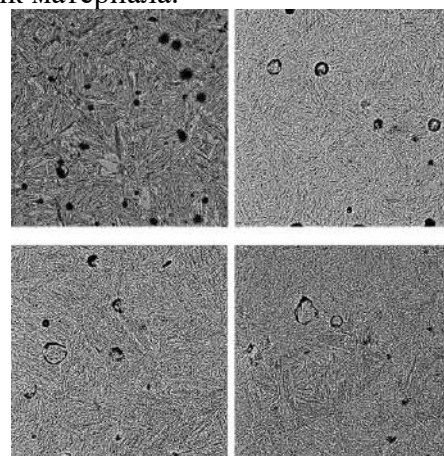


**Рис.2. Изображения микроструктуры, спеченной стали 35ХМЛ, в полученных инжекционным методом образцах.**

Исследование химического состава спеченных композиционных деталей из аналогов стали 35ХМЛ показало, что их химический состав достаточно точно обеспечивается в пределах допусков, установленных стандартами на сталь 35ХМЛ и ее зарубежные аналоги (табл. 1).

Полученные методом полимерной композиции образцы спеченной стали 35ХМЛ были

Термическое улучшение, включающее закалку и высокий отпуск, способствует формированию в спеченной стали 35ХМЛ (рис. 3, б—г) характерных микроструктур дисперсного перлита и троостита, что обеспечивает оптимальное сочетание прочностных и пластических характеристик материала.



**Рис.3. Влияние температуры отпуска на микроструктуру стали 35ХМЛ после закалки с температуры 850 °С:**

А — 160 °С; б — 400 °С; в — 500 °С; г — 600 °С.

**Заключение.** Рациональная термообра-

ботка и химико-термическая модификация стали 35ХМЛ обеспечивают высокие механические характеристики и долговечность деталей. Использование МИМ-технологий в сочетании с традиционными методами металлообработки открывает новые перспективы для промышленного производства.

Показано, что выбор рациональных режимов термической и химико-термической обработки деталей из стали 35ХМЛ, полученных по МИМ-технологии, может обеспечить высокие прочностные свойства при серийном производстве ответственных малогабаритных деталей, с характерными для МИМ-деталей сложной геометрической конфигурацией, высоким качеством поверхностей и размерной точностью.

Установлено, что химический состав спеченных МИМ-деталей достаточно точно обеспечивается в пределах допусков, установленных отечественным и зарубежными стандар-

тами на сталь 35ХМЛ и ее зарубежные аналоги.

Полученная МИМ-методом среднеуглеродистая хромомолибденовая сталь после закалки в масло и последующего отпуска при различных температурах обладает твердостью, не уступающей твердости высококачественной конструкционной стали 35ХМЛ по ГОСТ 4543.


Азотирование в течение 8 ч деталей из спеченной стали 35ХМЛ обеспечивает формирование на поверхности высокотвердого слоя нитридной фазы толщиной около 20 мкм, что обеспечивает высокую износостойкость азотированных МИМ-изделий.

Развитие методов упрочнения, оптимизация режимов термообработки и внедрение нанотехнологий позволяют создавать износостойкие и долговечные компоненты для горно-металлургической отрасли Узбекистана, обеспечивая её дальнейшее развитие.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Фомина О.Н. Порошковая металлургия. Энциклопедия международных стандартов. М.: Протектор, 2015. 384 с.
2. Medvedovski E., Peltsman M. Low pressure injection moulding mass production technology of complex shape advanced ceramic components // *Advances in Applied Ceramics*. 2012. Vol. 111. No. 5—6. P. 333—344. DOI: 10.1179/1743676112Y.0000000025.
3. German R.M. Metal powder injection molding (MIM): key trends and markets // In: *Handbook of metal injection molding* / Ed. by German R.M. Woodhead publishing limited, 2012. P. 1—25. DOI: 10.1533/9780857096234.1.
4. Dovydenkov V.A., Zvereva O.S. Process of producing parts of complex shape by molding and sintering iron and iron oxide powders with a binder // *Powder metallurgy and metal ceramics*. 2014. Vol. 52. No. 9—10. P. 594—599. DOI: 10.1007/s11106-014-9565-7.
5. Parkhomenko A.V., A mosov A.P. Samboruk A.R. et al. Development of domestic powder granulate with a polyformaldehyde-based binder for MIM technology // *Russian journal of non-ferrous metals*. 2015. Vol. 56. No. 1. P. 68—72. DOI: 10.3103/S1067821215010149.
6. Semenov A.B., Gavrilenko A.E., Semenov B.I. Nextgeneration casting technologies and their adaptation and development in Russia: I. At the beginning of a new technological paradigm // *Metally*. 2016. No. 13. P. 1231—1240. DOI: 10.1134/S0036029516130152.
7. Coleman A.J. et al. Effect of Particle Size Distribution on Processing and Properties of Metal Injection Moulded 4140 and 4340 // Sandvik Osprey Ltd.: *Technical papers*. 2011. URL: <https://www.materials.sandvik/globalassets/global/effect-of-particle-size-distribution-on-processing-and-properties-of-mim-4140-and-4340.pdf> (дата обращения: 10.08.2018).
8. BASF. Technical Specifications of Catamold 42CrMo4 URL: [http://www.catamold.de/cm/internet/Catamold/en/content/Microsite/Catamold/Technische\\_Informationen/Technische\\_Specifications\\_Overview](http://www.catamold.de/cm/internet/Catamold/en/content/Microsite/Catamold/Technische_Informationen/Technische_Specifications_Overview) (дата обращения: 10.08.2018).

УДК: 622.27.012.3.001.63(075.8)

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.24

## КЛАССИФИКАЦИЯ НАГОРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ



**Мислибаев Илхом  
Туйчибаевич**

*Д.т.н., профессор, декан горного факультета, Навоийский государственный горно-технологический университет, Навои, Узбекистан  
ORCID ID: 0009-0004-6530-6729*



**Мутавалиев  
Абдуваххаб Толибзода**

*Заведующий кафедрой горного дела, к.т.н., доцент, Таджикистан горно-металлургический институт, Таджикистан*



**Туйчибоев Захриддин  
Илхом угли**

*Ассистент кафедры «Техника и технология добычи, переработки руд редких и радиоактивных металлов», Навоийский государственный горно-технологический университет, Навои, Узбекистан*

**Аннотация.** В статье проанализировано классификация нагорных месторождений изученные ведущими учеными мира. Около половины всех разрабатываемых ныне и намеченных к разработке в будущем месторождений полезных ископаемых расположены в гористой местности. Наиболее сложная технологическая ситуация возникает при открытой разработке месторождений, где карьерные поля целиком располагаются на крутом склоне. Между тем все большее число таких месторождений намечается разрабатывать открытым способом. Классификации нагорных месторождений была предложена Д.С. Джаймагамбетовым, В.В. Ржевским и С.А.Ильиным. В классификациях все месторождения разделены по виду залежи, классификационными признаками при этом являются: местоположение залежи относительно господствующего уровня земной поверхности и вершины горы, мощность залежи, угол наклона ее к горизонту и, наконец, степень согласности расположения залежи с рельефом косягора (согласно, не согласно).

**Ключевые слова:** полезные ископаемые, гористой местность, карьерные поля, нагорные месторождения, классификация.

## TOG‘LI KONLARNI TASNIFLASH

**Mislabayev Ilhom  
To‘ychiboyevich**

*T.f.d., professor, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti Konchilik ishi fakulteti dekani, Navoiy, O‘zbekiston*

**Mutavaliyev Abdurahmon  
Tolibzoda**

*Tojikiston kon-metallurgiya instituti Konchilik ishi kafedrasini mudiri, t.f.n., dotsent, Tojikiston*

**To‘ychiboyev Zaxriddin  
Ilhom o‘g‘li**

*Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti "Nodir va radioaktiv metallar rudalarini qazib olish, qayta ishlash texnika va texnologiyasi" kafedrasini assistenti, Navoiy, O‘zbekiston*

**Annotatsiya.** Maqolada dunyoning yetakchi olimlari tomonidan o‘rganilgan tog‘ konlarining tasnifi tahlil qilingan. Hozirgi vaqtda o‘zlashtirilayotgan va kelgusida o‘zlashtirish rejalashtirilayotgan foydali qazilma konlarining yarmiga yaqini tog‘li hududlarda joylashgan. Eng qiyin texnologik vaziyat ochiq usulda qazib olish jarayonida yuzaga keladi, bu erda karer konlari butunlay tik qiyalikda joylashgan. Shu bilan birga, ko‘plab konlarni ochiq usulda qazib olish rejalashtirilgan. Tog‘li konlar tasniflarini D.S. Dzhammagambetov, V.V. Rjevskiy va S.A.Ilyinlar tomonidan taklif etilgan. Tasniflashda barcha konlar kon turi bo‘yicha ajratiladi, tasniflash mezonlari quyidagilardir: konning yer yuzasining domi -

*nant darajasiga va tog' tepasiga nisbatan joylashishi, konning qalinligi, uning egilish burchagi. gorizontalga va konning joylashuvining nishab relyefi bilan muvofiqlik darajasi (mos, mos emas).  
Kalit so'zlar: foydali qazilmalar, tog'li hududlar, karyer konlari, tog'li konlar, tasnif.*

## CLASSIFICATION OF HIGHLAND DEPOSITS

**Mislibaev Ilkhom**  
**Tuychibaevich**

*Doctor of Technical Sciences,  
Professor, Dean of the Faculty of  
Mining of the Navoi State Mining  
and Technological University,  
Navoi, Uzbekistan*

**Mutavaliyev**  
**Abdovakhab Tolibzoda**

*Head of the Department of Mining  
of the Tajikistan Mining-  
Metallurgical Institute, Candidate  
of Technical Sciences, Docent,  
Tajikistan*

**Tuychiboev Zakhriddin**  
**Ilkhom ugli**

*Assistant of the Department of  
"Technique and Technology of  
Mining, Processing of Rare and  
Radioactive Metal Ores" of the  
Navoi State Mining and  
Technological University, Navoi,  
Uzbekistan*

**Abstract.** *The article analyses the classification of upland deposits studied by leading scientists of the world. About half of all mineral deposits developed now and planned for development in the future are located in mountainous terrain. The most difficult technological situation arises in the case of open-pit mining, where the entire open-pit fields are located on a steep slope. Meanwhile, an increasing number of such deposits are planned to be developed by open-pit mining. Classification of upland deposits was proposed by D.S. Dzhaimagambetov, V.V. Rzhhevskiy and S.A. Rzhhevskiy. Rzhhevsky and S.A. Ilyin. In classifications all deposits are divided by type of deposit, classification features are: location of the deposit in relation to the dominant level of the earth surface and the top of the mountain, thickness of the deposit, angle of its inclination to the horizon and, finally, the degree of consistency of the location of the deposit with the relief of the slope (according to, not according to).*

**Keywords:** *minerals, mountainous terrain, quarry fields, slope deposits, classification.*

**Введение.** В мире не все знают, что горы занимают более трети части мировой суши. Но горы - это не только среда обитания человека, но и огромный резерв минеральных ресурсов. Около половины всех разрабатываемых ныне и намеченных к разработке в будущем месторождений полезных ископаемых расположены в гористой местности. Сырьевая база топливной, металлургической, химической промышленности, а также предприятий по производству строительных материалов по мере отработки месторождений на равнине неуклонно смещается в малоосвоенные, труднодоступные районы со сложными топографическими условиями. Надо обратить внимание, что большая часть месторождений в горах пригодна для разработки экономичным открытым способом.

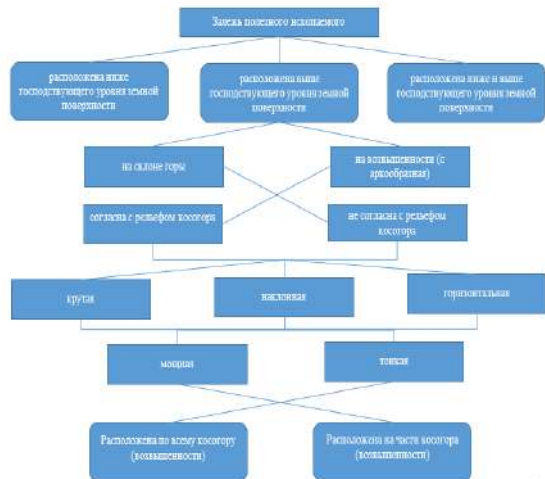
**Литературный обзор и методы.** Как известно, наиболее сложная технологическая ситуация возникает при открытой разработке месторождений, где карьерные поля целиком располагаются на крутом склоне. Между тем все большее число таких месторождений намечается разрабатывать открытым способом.

Первая классификация нагорных месторождений была предложена Д.С. Джаймагамбетовым (рис. 1) [1]. В ней все месторождения разделены по виду залежи, классификационными признаками при этом являются: местоположение залежи относительно господствующего уровня земной поверхности и вершины горы, мощность залежи, угол наклона ее к горизонту и, наконец, степень согласности расположения залежи с рельефом косогора (согласно, не согласно).

Данная классификация получила наибольшее распространение и сыграла положительную роль в упорядочении сведений по нагорным месторождениям. На основе ее В.В. Ржевский выделил два типа месторождений: высотный и высотно-глубинный [1]. В первом случае месторождение расположено выше господствующего уровня поверхности, во втором - частично выше и ниже его. Соответственно названы и виды открытых разработок: нагорные и нагорно-глубинные.

В классификации В.В. Ржевского (рис. 2) используются дополнительные классифи-

кационные признаки: форма залежи в вертикальных разрезах (рассредоточенная, сосредоточенная; неправильная, плитообразная) и, главное, угол наклона косогора. Вместе с тем, по сравнению с предыдущей классификацией, ряд других признаков опущен, хотя при словесном описании месторождений они присутствуют.



**Рис.1. Классификация нагорных месторождений Д.С.Джаймагамбетова.**

Деление по углу косогора			Поперечные разрезы залежей
Деление по форме залежи вертикальных разрезах			
Класс	Гр	Вид	
Пологая (до 10°) и горизонтальная	Среднедогочная	Неправильной формы	ПКСН
		Плитообразной формы	ПКСП
	Рассредоточенная	Неправильной формы	ПРСН
		Плитообразной формы	ПРСП
Наклонная (от 10° до 30°)	Среднедогочная	Неправильной формы	ПНСН
		Плитообразной формы	ПНСП
	Рассредоточенная	Неправильной формы	ПРСН
		Плитообразной формы	ПРСП
Крутопадающая (более 30°)	Среднедогочная	Неправильной формы	ПКСН
		Плитообразной формы	ПКСП
	Рассредоточенная	Неправильной формы	ПРСН
		Плитообразной формы	ПРСП

**Рис.2. Классификация нагорных месторождений В.В.Ржевского.**

Кроме описанных двух, общих классификаций, в литературе имеется несколько частных, развивающих тот или иной классификационный признак. Так, по признаку расчлененности рельефа Ю. П. Астафьев делит все нагорные месторождения на три группы [2].

Первая включает в себя месторождения с несложным рельефом, пологими склонами гор с абсолютной высотой до 500 м и относительной - 100-200 м. Во вторую, переходную группу входят месторождения с более сложными топографическими условиями, характеризующимися наличием гор с крутыми склонами и абсолютными отметками до 1500 м (относительными 200-400 м). К третьей группе Ю.П. Астафьев относит месторождения со скалистыми хребтами и глубокими ущельями, абсолютные и относительные отметки вершин гор составляют более 1500 и 400 м соответственно.

Тип месторождений по положению залежи (кар.поля) на возвышенности	Тип месторождений по положению залежи (кар.поля) относительно господствующего уровня и	
	Высотного типа	Высотно-глубинного типа
Косогорного типа	Схема	Примеры месторождений: Расвумчар-Цирк Тырныаузское, Каджаранское; Тарамача (Перу), Зерга (Алжир)
Вершинного типа	Схема	Планта Расвумчара Улджанское, Каула, Алтын-Топканское; Эриберг (Австрия), Серро Рика (Бразилия)
Типа «Гора-залежь»	Схема	Ореавское, Шелеставское, Зейтинское, Мерс-Элькебир (Алжир), Батис (Йемен)

**Рис.3. Классификация нагорных месторождений по положению залежи (карьерного поля).**

**Обсуждение.** В работе С.А.Ильина [1] развит признак, связывающий положение обрабатываемой открытым способом залежи (карьерного поля) относительно господствующего уровня поверхности с положением ее относительно контуров возвышенности (рис.3). По этому признаку в дополнение к высотному и высотно-глубинному типам выделено еще три типа нагорных месторождений: косогорный, вершинный и тип «гора-залежь». В первом случае верхний контур карьерного поля не доходит до вершины горы, во втором - он ее охватывает полностью или частично. В месторождениях третьего выделенного типа залежь слагает воз-

вышенность целиком, либо большей частью, объемы вскрыши при этом незначительны.

Выделение месторождений, расположенных на косогоре, в особый тип имеет определенный технологический смысл. Здесь для сдачи карьера в эксплуатацию необходимо удалить значительный, до 40-60% общего количества, объем вскрыши, «нависающей» над залежью. Этот объем определяется ориентацией залежи относительно склона горы, т.е. вступает в силу имеющийся в классификации Д.С. Джаймагамбетова признак - степень согласности расположения залежи с наклоном косогора. Количественно данный признак можно оценить величиной угла согласности  $\theta$  равного

разности углов падения залежи  $\alpha_3$  и наклона косогора  $\varphi$  (изменяется в пределах  $0^0 \leq \theta \leq 180^0$ ).


**Заключение.** Наиболее тяжелый режим горных работ на карьерах складывается при обработке рудных тел, уходящих под крутой косогор далеко от вершины горы.

При согласном к косогору залегании рудного тела ( $\theta \leq \beta - \varphi$ ) угол падения залежи  $\alpha_3$  не превышает угол откоса нерабочего борта  $\beta$ , и надобность в разносе лежащего бока залежи отсутствует. В этом случае объем вскрыши, подлежащей удалению в строительный период, минимален, а при выходе залежи на косогор - равен нулю.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильин С.А. Технология открытой разработки нагорных месторождений. Часть 1. Учебное пособие. М.: - МГИ, 1991. -58 с.
2. Ялтанец И.М., Касими М.Р. Некоторые вопросы открытых горных работ в республике Афганистан //В сб. «Разработка и внедрение новых технологий освоение ресурсов твердых полезных ископаемых открытым способом». - М.: МГИ, 1996. - С. 60-69.
3. Mine and Quarry. - 2009. - № 3. - P.9-10.
4. Дукчаев М.М., Васильев Г.А. Вскрытие нагорных месторождений с помощью массовых взрывов «На сброс» //Известия вузов. Горный журнал. -1999. -№ 7. –С. 53-62.
5. Махин П.А., Седловский Н.Ф., Мухин Н.Е. Новый метод вскрытия месторождений нагорного типа взрывами на выброс минерально-сырьевая база цветных и редких металлов северного кавказа. - Новочеркасск. - 2013. – С.92-94.
6. Мислибаев И.Т., Самадова Г.М. Разработка графоаналитической модели поперечного профиля месторождения на косогоре // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2022. – №4. – С. 39-43.
7. Samadova G.M., Turchiboev Z.I. Theory of cascade mining of open pit fields // International Journal on Integrated Education. Vol. 6, Issue 1. Jan -2023. –pp. 135-139.

UO‘K: 622.271:553.94

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.1

## QALMOQQIR VA YOSHLIK I KARYERLARINING GEOLOGIK-TEXNIK XUSUSIYATLARI VA QAZIB OLISH SHAROITLARINI O‘RGANISH VA TAHLIL QILISH



**Shodiyev Abbas Ne'mat  
o'g'li**

t.f.d., dots. Qarshi muhandislik-  
iqtisodiyot instituti, Qarshi,  
O'zbekiston  
E-mail: [abbos.shodiyev.91@mail.ru](mailto:abbos.shodiyev.91@mail.ru)  
ORCID ID: 0000-0003-2589-7179



**Xasanov Adxam  
Amankulovich**

TDU "Konchilik ishi" kafedrası  
mudiri, dotsent, Olmaliq,  
O'zbekiston  
E-mail: [adhamhasanov122@gmail.com](mailto:adhamhasanov122@gmail.com)



**Islomov Erkinjon**

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot  
onstituti magistranti,  
Qarshi, O'zbekiston

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada "Qalmoqqir" va "Yoshlik I" qo'shma karyerlarining geologik-texnik xususiyatlari va qazib olish sharoitlari batafsil o'rganilgan. Karyer bortlari va pog'onalarining turg'unlik burchaklari, tog' jinslarining fizik-mexanik xossalari, darzlilik ko'rsatkichlari, yoriq tizimlari va muhandislik-geologik sharoitlar chuqur tahlil qilingan. Karyer qazib olish jarayonida yuzaga keladigan ko'chki va o'pirilishlar kabi xavflar, shuningdek, hududning yuqori seysmikligi sharoitida kutilishi mumkin bo'lgan noqulay geologik jarayonlar tahlil qilingan. Maqolada qazib olish texnologiyalarining murakkab sharoitlarda samaradorligini oshirish bo'yicha tavsiyalar keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** Qalmoqqir koni, Yoshlik I karyeri, tog' jinslari, geologik xususiyatlar, darzlilik, yoriq tizimlari, muhandislik-geologik sharoitlar, qazib olish xavfsizligi, karyer bortlari.

## ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И УСЛОВИЙ РАЗРАБОТКИ КАРЬЕРОВ КАЛЬМАКЫР И ЁШЛИК I

**Шодиев Аббос Неймат  
угли**

Д.т.н., доц. Каршинский  
инженерно-экономический  
институт, Карши,  
Узбекистан

**Хасанов Адхам  
Аманқулович**

Доцент, Заведующий кафедры  
"Горное дело" АФ ТТТУ,  
Алмалык, Узбекистан

**Исломов Эркинжон**

Магистрант Каршинского  
инженерно-экономического  
института,  
Карши, Узбекистан

**Аннотация.** В данной статье подробно изучены геолого-технические характеристики и условия разработки совместных карьеров «Кальмакыр» и «Ёшлик I». Проведен детальный анализ углов устойчивости склонов и уступов карьеров, физико-механических свойств горных пород, характеристик трещиноватости, системы разломов и инженерно-геологических условий. Рассмотрены риски обрушений и оползней, возникающих в процессе добычи, а также возможные неблагоприятные геологические процессы в условиях высокой сейсмичности региона. В статье приведены рекомендации по повышению эффективности добычи в сложных условиях.

**Ключевые слова:** Кальмакыр, карьер Ёшлик I, горные породы, геологические характеристики, трещиноватость, системы разломов, инженерно-геологические условия, безопасность добычи, борта карьера.

## STUDY AND ANALYSIS OF THE GEOLOGICAL AND TECHNICAL CHARACTERISTICS AND MINING CONDITIONS OF THE KALMAKYR AND YOSHLIK I QUARRIES

**Shodiev Abbas Ne'mat  
ugli**

*DSc, Docent Karshi Engineering-  
Economics Institute, Karshi,  
Uzbekistan*

**Khasanov Adham  
Amankulovich**

*Associate Professor, Head of the  
Department of Mining, AF TSTU,  
Almalyk, Uzbekistan*

**Islomov Erkinjon**

*Master's student at Karshi  
Engineering-Economics Institute,  
Karshi, Uzbekistan*

**Abstract.** This article provides a comprehensive study of the geological and technical characteristics and mining conditions of the "Kalmakyr" and "Yoshlik I" joint quarries. A detailed analysis was conducted on the stability angles of slopes and benches, the physical-mechanical properties of rocks, fracture characteristics, fault systems, and engineering-geological conditions. Risks of landslides and collapses during mining processes, as well as potential adverse geological processes under the high seismicity conditions of the region, were evaluated. Recommendations to enhance mining efficiency in complex conditions are also provided.

**Keywords:** Kalmakyr quarry, Yoshlik I quarry, rock formations, geological characteristics, fracture systems, fault lines, engineering-geological conditions, mining safety, quarry slopes.

**Kirish.** "Yoshlik I va Qalmoqqir" qo'shma karyerini qurish uchun uchastkani tanlash Qalmoqqir va Yoshlik I konlari ma'dan tanalarining (Markaziy, Baliqti va Qorabuloq uchastkalarini o'z ichiga olgan) joylashuvi, shuningdek, karyer bortlarining yakuniy holati bilan belgilanadi. Bort konstruksiyasi avtomobil, temir yo'l va konveyer transport bermalari, DPU maydonchalari, MTP komplekslari, elektr ta'minoti va suv quyish tarmoqlari hamda ishlab chiqarish jarayonini ta'minlovchi boshqa kommunikatsiyalarni joylashtirishni ta'minlashi kerak. Bundan tashqari, karyer borti va pog'onalarining turg'un qiyalik burchaklari, xavfsizlik bermalari parametrlari korxonaning xavfsiz ishlashini ta'minlaydi.

"Yoshlik I" karyerini qurish uchun ajratilgan maydonda hozirgi vaqtda "Qalmoqqir" karyeridan ruda va tog' jinslarini tegishli ravishda MOF-1 va Olmaliqsoy otvallariga yetkazib berishni ta'minlaydigan amaldagi Qalmoqqir va Porodnoy temir yo'l stansiyalari joylashgan. "Yoshlik I" karyerida kon ishlarini rivojlantirish Qalmoqqir va Porodnoy temir yo'l stansiyalarini ko'chirish (yoki tugatish va muqobil variantga almashtirish) muddatlarini hisobga olgan holda bosqichma-bosqich amalga oshirilishi mumkin.

**Adabiyot tahlil va metodlar.** "Yoshlik I" koni. "Yoshlik I" koni doirasida to'rtta yirik

shtokverkli ma'dan tanalari ajratilgan bo'lib, ular kon uchastkalarini tashkil qiladi: Qalmoqqir, Markaziy, S.-Z. Baliqti, Qorabuloq. Eng yirik va batafsil o'rganilgan Markaziy uchastka Qorabuloq va Qalmoqqir yoriqlari oralig'idagi tektonik ponalarda joylashgan shtokverkli ma'dan tanalarining bir qismi hisoblanadi. Markaziy uchastkadagi shtokverkli ma'dan tanasi deformatsiyalangan ellipsoid shaklida bo'lib, kenglik yo'nalishida 2,5 km ga cho'zilgan. Uning maksimal qalinligi 1070 m, o'rtacha qalinligi 680 m. Ma'danli shtokverkning yuqori chegarasi 30-150 m chuqurlikda o'tadi, pastki chegarasi 860 m chuqurlikka yetadi.

Ma'dan maydoni deyarli to'liq to'rtlamchi davr yotqiziq-lari bilan qoplangan bo'lib, ular lyos-simon suglinkalar va qumloqlar, shag'allar, konglomeratlar va brekchiyalar bilan ifodalanadi. Lyos-simon jinslar konning deyarli barcha hududida 1 dan 53 m gacha qalinlikdagi qoplama jins bilan qoplangan.

Ma'dan maydoni doirasida balans ma'danining katta zaxiralari va qoplovchi tog' jinslarining kichik qalinligi, shuningdek, ishlab chiqarish ko'lami-ga ko'ra o'xshash bo'lgan Qalmoqqir konini ishlatish tajribasi konni qazib olishni oldindan belgilab berdi

**"Yoshlik I" ochiq usulda.**

Ochiq qazib olish chegarasidagi siyenido-

dioritlar, dioritlar, granodiorit-porfirlar va kvarslar porfirlardan iborat qoyali jinslar, asosan, turg'un va ularda yoriqli qiyaliklar mavjud, ayniqsa, yoriqlar zonasida.

Intruziv kompleks jinslari uchun tektonik yoriqlar xos bo'lib, ularning kengligi keng oraliqda bo'lib, 2-3 sm ga yetadi. Yoriqlarning asosiy massasi kalsit, ba'zan kvars bilan to'ldirilgan. Yoriqlarning ochiqligi hatto yoriqlar zonasida ham ahamiyatsiz: 1-3 mm dan 5 mm gacha, yuqori gorizontlarda 10 mm gacha yetadi.

Yoriqlarning aksariyat qismida hududning asosiy tektonik buzilishlari - Qorabuloq va Qalmoqqir yoriqlari bilan yaqin yoki mos keladigan yotish elementlari mavjud. Bu yoriqlarga perpendikulyar yo'nalishda yoriqlar ancha kam bo'ladi. Bu qonuniyat Qalmoqqir va Qo'rg'oshinkondan olingan karyerlardagi kuzatuvlarda qayd etilgan.

Tog' jinslarining barcha turlari uchun 0 dan 300 m gacha bo'lgan chuqurlik oralig'ida darzlikning eng yuqori qiymatlari kuzatiladi, bu 1 pogon metrga 70 tagacha darzliklarni tashkil etadi.

Qalmoqqir va Qo'rg'oshinkon karyerlarida olib borilgan kuzatuvlar natijasida burchaklari 70–90° bo'lgan yoriqlar, hatto ular o'yiqliq tomonga yo'nalgan bo'lsa ham, qiyalikning turg'unligiga sezilarli ta'sir ko'rsatmasligi aniqlangan. Aksincha, o'pirlashlar asosan o'yiqliq tomonga 35–55° burchak ostida joylashgan yoriqlarda sodir bo'ladi.

Tog' jinslarining fizik-mexanik xossalarini

o'rganish loyihalashtirilayotgan karyer bortlarining barqarorligini ta'minlaydigan fizik, mustahkamlik va deformatsion ko'rsatkichlarni aniqlashga imkon berdi.

“Yoshlik I” koni qoyali jinslarining fizik-mexanik xossalari 1-jadvalda keltirilgan.

Shunday qilib, siyenitdioritlar eng mustahkam jinslardir. Mustahkamlik ko'rsatkichlari qiymatlarining katta tebranish diapazoni tog' jinslarining turli darzlanganligi va yoriqlar to'ldiruvchisining tabiati bilan bog'liq. Aniqlanishicha, agar yoriqlarni to'ldiruvchi ma'dan mineralizatsiyasi (pirit, xalkopirit) bilan ifodalansa, tog' jinsining mustahkamligi nisbatan kam (300 kgs/sm<sup>2</sup> gacha). Asl o'zgartirilgan material eng mustahkam to'ldiruvchi hisoblanadi.

**Qalmoqqir koni.** Qalmoqqir koni geologik jihatdan asosan turli tarkib va yoshdagi otqindi jinslar ishtirok etadi. Eng qadimgi otqindi jinslar asosan chuqurlikda rivojlangan konning janubi-sharqiy qismida yuzaga chiqadigan kvarslar porfirlardir. Yotish shakli qatlamsimon. Xuddi shunday yotish shakliga ega bo'lgan granodiorit-porfirlar konning markaziy va janubi-sharqiy qismlarida uchraydi.

Siyenitdioritlar eng ko'p tarqalgan bo'lib, maydonning 70% dan ortig'ini tashkil qiladi. Siyenitlar Katta Qalmoqqirda markaziy shtok yaqinida uchraydi. Dioritlar Olmaliqsoy konining g'arbiy qismida rivojlangan. Granodiorit-porfirlar

1-jadval

**“Yoshlik I” koni qoyali jinslarining fizik-mexanik xossalari**

Ko'rsatkichlar nomi	Siyenit-dioritlar			Dioritlar		
	Kuchsiz-o'zgartirilgan	O'rtacha-o'zgartirilgan	Kuchli-o'zgartirilgan.	Kuchsiz-o'zgartirilgan	O'rtacha-o'zgartirilgan	Kuchli-o'zgartirilgan.
1. Hajmiy og'irligi, g/sm <sup>3</sup>	2,57-2,94	2,54-2,81	2,52-2,91	2,64-3,06	2,61-2,95	2,64-3,01
2. Solishtirma og'irligi, g/sm <sup>3</sup>	2,77	2,80	2,79	2,82	2,87	3,0
3. Umumiy g'ovaklik	6,81	8,40	7,92	6,10	8,93	9,98
4. Samarali g'ovaklik, %	0,5-1,69	2,23	1,15-1,25	0,5-0,9	0,35-1,78	1,15-1,25
5. Siqilish qarshiligi, kgs/sm <sup>3</sup>						
- tabiiy holatda	202-2173	118-1147	231-842	180-1761	425-1000	740-780
- suvga to'yingan holatda	47-1232	-	-	411-921	-	-
6. Suv yutuvchanligi, %	0,03-0,71	0,89	0,48	0,1-0,67	0,69	0,60
7. Cho'zilishga bo'lgan qarshilik, kgs/sm <sup>3</sup>						
	40-250	39-168	148-165	195-235	138-145	146-170
8. Ilashish kuchi kg/sm <sup>3</sup>	44-357	58-120	38-130	30-370	96-205	55-198
9. Siljish burchagi, grad.	61-80	-	50-65	45-48	-	43-46
10. Yumshatish koeffitsiyenti	0,22-0,92	-	-	0,26-0,86	-	-
11. Elastiklik moduli	4,6-5,4×10 <sup>5</sup>	-	4,0-4,6×10 <sup>5</sup>	4,2-6,21×10 <sup>5</sup>	-	3,8-4,5×10 <sup>5</sup>
12. Puasson koeffitsiyenti	0,20-0,23	-	0,19-0,31	0,21-0,26	-	0,25-0,30

to'rtta shtoksimon tanalardan iborat bo'lib, planda shimoli-g'arbiy yo'nalishda cho'zilgan oval shaklga ega. Daykali hosilalar orasida aplitlar, siyenit-diorit-porfirlar, qora granodiorit-porfirlar, dioritli va diabazli porfiritlar keng rivojlangan

To'rtlamchi davr yotqiziqlari, asosan, o'rtacha qalinligi 8,4 m bo'lgan lyossimon jinslardan iborat bo'lib, past qatlamlarda qalinligi 40 m ga yetadi, baland qatlamlarda asta-sekin 0,1-0,3 m gacha kamayadi.

Qalmoqqir konining maydoni subkenglik va shimoli-sharqiy yo'nalishdagi bir qator yirik - Qorabuloq, Qalmoqqir, Shimoliy-Qorato'g'li va kichikroq - Markaziy, Janubiy va Tog'op yer yoriqlari, shuningdek, bir qator siniq tektonik buzilishlar bilan kesishgan. Ushbu buzilishlarning tavsiflari va ularning tog' jinslarining muhandislik-geologik tavsiflari va massivning turg'unligini baholashdagi roli hisobotning tegishli bo'limlarida keltirilgan.

Barcha litologik xilma-xilliklarning qanotlari va chuqur gorizontlarini tashkil etuvchi tog' jinslarining fizik xususiyatlari bir-biriga juda yaqin qiymatlarga ega: hajmiy massa 2,66-2,71 g/sm<sup>3</sup>, solishtirma massa - 2,70-2,78 g/sm<sup>3</sup>, suv singdirish - 0,40-1,35%, g'ovaklik - 0,4% dan 3,8% gacha o'zgarib turadi.

**Geologik tavsifi va muhokamalar.** Namunadagi tog' jinslarining mustahkamlik xususiyatlari

keng oraliqda o'zgarib turadi (2-jadval). O'rganiyatotgan maydondagi eng mustahkam jinslar konning sharqiy va janubi-g'arbiy qanotlarini tashkil etuvchi granodioritlardir.

Suvga to'yingan holatda tog' jinslarining bir o'qli siqilishga qarshiligi o'rtacha 26,4% ga kamayadi, granodiorit-porfirlarda 9,6% dan granodioritlarda 34,3% gacha o'zgaradi.

Kon intruziv, effuziv va cho'kindi jinslar majmuasining mustahkam jinslaridan tashkil topgan; barcha turlari namunaning mustahkamlik ko'rsatkichlarining yuqori qiymatlari va o'xshash fizik xususiyatlari bilan tavsiflanadi; ba'zilarida jinslar xilma-xilligining mustahkamlik ko'rsatkichlari chuqurlik ortishi bilan, xususan, dioritlar va granodiorit-porfirlarda ortib boradi, siyenit-dioritlar va kvarzli porfirlarda esa qonuniy o'sish yoki kamayish kuzatilmaydi; jinslarning fizik-mexanik xossalari asosiy o'zgarishlar darzlanish bilan, ayniqsa mustahkamlik ko'rsatkichlarida bog'liq. Mustahkamlik ko'rsatkichlarining maksimal qiymatlari massiv, kuchsiz darzdorlikka ega tog' jinslariga, o'rtacha qiymatlari esa yoriq buzilishlariga yaqin joylashgan o'rtacha darzlangan tog' jinslariga, minimal qiymatlari esa bevosita yoriq buzilishlarining ta'sir zonasidagi kuchli darzlangan tog' jinslariga to'g'ri keladi.

Har bir litologik jinslar farqida 4 tadan 6 tagacha yoriq tizimlari ajratilgan.

2-jadval

**Qalmoqqir koni yon va chuqur gorizontlari tog' jinslarining fizik-mexanik xossalari tajribaviy va o'rtacha qiymatlari**

Tog' jinsi nomi	Suv yutilishi, %	Hajmiy og'irligi, g/sm <sup>3</sup>	Solishtirma og'irligi, g/sm <sup>3</sup>	G'ovaklik, %	Bo'linishdagi mustahkamlik chegarasi, MPa	Tabiiy holatda siqilishdagi mustahkamlik chegarasi, MPa	Suvga to'yingan holatda siqilishdagi mustahkamlik chegarasi, MPa
Siyenit-dioritlar	0,4 $\frac{0,18 - 0,63}{84}$	2,66 $\frac{2,63 - 2,70}{84}$	2,70 $\frac{2,67 - 2,74}{78}$	1,49 $\frac{0,40 - 2,88}{78}$	14,2 $\frac{5,2 - 14,4}{84}$	114,5 $\frac{70,1 - 165,1}{84}$	85,6 $\frac{63,3 - 144,5}{84}$
Вшўкше	0,78 $\frac{0,01 - 2,89}{90}$	2,71 $\frac{2,59 - 2,79}{90}$	2,77 $\frac{2,71 - 2,98}{90}$	2,70 $\frac{1,17 - 3,70}{90}$	13,2 $\frac{10,9 - 31,1}{90}$	82,1 $\frac{64,1 - 127,1}{90}$	64,6 $\frac{48,6 - 84,8}{90}$
Granodiorit	0,58 $\frac{0,11 - 0,87}{18}$	2,68 $\frac{2,64 - 2,73}{18}$	2,77 $\frac{2,70 - 2,85}{18}$	0,96 $\frac{0,55 - 1,53}{18}$	10,8 $\frac{7,4 - 14,1}{12}$	146,1 $\frac{94,8 - 202,1}{18}$	96,0 $\frac{51,6 - 149,0}{12}$
Granodiorit-porfirlar	0,42 $\frac{0,10 - 1,64}{36}$	2,64 $\frac{2,62 - 2,67}{36}$	2,77 $\frac{2,68 - 2,98}{36}$	1,25 $\frac{0,61 - 2,59}{36}$	3,6 $\frac{3,0 - 5,2}{30}$	64,6 $\frac{34,1 - 83,9}{30}$	58,4 $\frac{29,9 - 109,1}{24}$
Kvars porfirlar	1,35 $\frac{0,60 - 2,38}{30}$	2,54 $\frac{2,50 - 2,57}{30}$	2,69 $\frac{2,67 - 2,71}{30}$	3,59 $\frac{2,75 - 5,25}{30}$	5,8 $\frac{3,7 - 9,3}{24}$	49,1 $\frac{30,0 - 76,4}{30}$	34,5 $\frac{25,7 - 54,6}{30}$
Ohaktosh	1,32 $\frac{0,41 - 3,59}{18}$	2,71 $\frac{2,59 - 2,77}{18}$	2,78 $\frac{2,72 - 2,82}{18}$	3,79 $\frac{3,21 - 4,51}{18}$	10,6 $\frac{7,1 - 13,5}{18}$	59,1 $\frac{44,1 - 72,2}{18}$	42,4 $\frac{33,1 - 55,1}{18}$
Izoh:	Chapda - o'rtacha qiymatlar, O'ngda - suratda eksperimental qiymatlar - maxrajda - o'lchovlar soni						

Konning katta qismini tashkil etuvchi siyenito-dioritlarda, shuningdek dioritlarda yaqin kenglik, shimoli-sharqiy, submeridional va shimoli-g'arbiy tizimlar ustunlik qiladi.

Tog' jinslarining chuqurlikdagi solishtirma darzliklarining o'zgarishi aniqlandi. O'zgarish asosan yirik tektonik yoriqlarning yaqinligiga bog'liq holda kuzatiladi.

Kon maydoni bo'yicha yuqori gorizontlardagi tog' jinslarining yuqori darzlanganligi kuzatiladi. Bu, aftidan, massivning tektonik buzilishiga, tog' jinslarining nurashiga, portlovchi jinslar bilan ishlashga bog'liq bo'lib, ularning massivga ta'sir radiusi 50-70 m ga yetadi. Umuman olganda, chuqurlik bilan tektonik buzilish zonalaridan tashqaridagi tog' jinslarining darzlik parametrlarida ma'lum darajada pasayish tendensiyasi kuzatiladi.

“Unipromed” instituti tomonidan 5 ta asosiy yoriq tizimi ajratilgan:

	Azimut cho'zilish, grad.	Burchak, grad.
I	– 40-80	55-80
II	– 70-110	50-80
III	– 110-145	50-80
IV	– 230-245	55-70
V	– 270-320	50-85

Bundan tashqari, karyer bortlari pog'onalarining ustuvorligini belgilovchi yirik yoriqlarning 5 ta asosiy tizimi ajratildi: 300-10; 15-90; 110-160; 170-240; 250-300 daraja.

Yoriq zonalarida yaqinida yoriqlarning intensivligi maksimal bo'lib, 60-70 tr/p.m.ga yetadi. (kern bo'yicha), yoriq bo'shliq koeffitsiyenti 4,2-5,2% ga yetadi. Yoriqlardan 10-13 m va undan ortiq masofada kuchli darzlangan jinslar zonasi ajralib turadi, bu 30-40 tr/p.m. solishtirma darzlilik va 1,37-4,27 yoriq bo'shliq koeffitsiyenti bilan tavsiflanadi.

Tektonik yoriqlar ta'sir zonasidan tashqaridagi tog' jinslari o'rtacha va kuchsiz darzliklarga ega bo'lgan massiv tog' jinslari sifatida tavsiflanadi. Darzlik intensivligi mos ravishda 10-30 m/s (o'rtacha darzlangan) dan 5-10 m/s (kuchsiz darzlangan) gacha, darzlik bo'shliq koeffitsiyenti 1,5% dan kam.

Qazib olish jarayonida karyer yonbag'irlari va bortlarida ko'plab ko'chkilar, o'pirilishlar va o'pirilishlar hosil bo'ladi.

Barcha ko'chki va o'pirilishlar, shuningdek, qiyaliklarning to'kilishi noqulay - taxminiy tektonik buzilishlar, ularning parchalanish zonalarini, uzluksiz cho'zilgan yoriqlar va nisbatan past mustahkamlik ko'rsatkichlari bilan tavsiflangan tog' jinslarining yuqori darzlilik uchastkalari bilan bog'liq. Shu munosabat bilan deformatsiyalangan massalarning hajmlari va ularning namoyon bo'lish chastotasi juda xilma-xildir. Ko'chki massalarining hajmi 10 ming m<sup>3</sup> dan 4 mln m<sup>3</sup> gacha, ko'chki massalarining hajmi esa bir necha yuz kub metrdan 200 ming m<sup>3</sup> gacha va hokazo.

Ekspluatatsiyaning kon-texnik sharoitlari buzilganda ko'chkilar, o'pirilishlar, o'pirilishlar va qulashlar rivojlanishi mumkin. Ular asosan uzilmali buzilishlar va zaiflashgan zonalar (maydalangan zonalar, turli jinslar kontaktlari) bilan bog'liq bo'ladi. Ushbu jarayonlarning jadalligi va hajmi karyer chuqurligining oshishi bilan bog'liq holda ortib boradi.

Ko'rib chiqilayotgan konni qazib olishning muhandislik-geologik sharoitlari bo'yicha murakkab turga kiritish mumkin, chunki geologik-tektonik sharoitlarning yetarlicha murakkabligi bilan bir qatorda, Markaziy Osiyo mintaqasida chuqur gorizontlarni ochiq usulda ishlatish tajribasi mavjud emas. Karyer maydonining darzlanish darajasiga ko'ra kuchsiz, o'rtacha va intensiv darzlanganlari ajratiladi. Jinslarning kuchsiz darzlangan uchastkalari uzilmali buzilishlar zonasidan tashqarida joylashgan bo'lib, bu yerda darzlarning zichligi 1 metrda 8-10 darzdorlikdan oshmaydi. Tog' jinslarining o'rtacha darzlangan uchastkalari uzilmali buzilishlar yaqinida va pastroq tartibdagi patsimon uzilmalar zonasida joylashgan. Bunda yoriqlarning zichligi sezilarli darajada 1,5 marta ortadi. Intensiv darzlangan joylar barcha tartibdagi uzilmali buzilishlarga yaqin joylashgan, darzdorliklarning zichligi boshqa joylarga nisbatan 2 va undan ortiq marta yuqori.

Tadqiqot hududi tog' jinslarining fizik-mexanik xossalari tahlili shuni ko'rsatadiki, barcha litologik xilma-xilliklarda chuqurlik bilan tog' jinslarining fizik xossalari sezilarli o'zgarishlar kuzatilmaydi, ularning o'zgarishi darzlilik va (kamroq darajada) namlanish bilan bog'liq. Mustahkamlik ko'rsatkichlarida ham o'zgarishlar darzlilik va kam darajada namlik, ikkilamchi o'zgarishlar bilan bog'liq.

Karyer maydonining kengayishi va qazib olish chuqurligining oshishi bilan karyer konfiguratsiyasi va bortlarga nisbatan uzilmali buzilishlarning joylashuvi o'zgaradi. Bundan tashqari, hududning yuqori seysmikligi sharoitida chuqur gorizontlarni ochiq usulda ekspluatatsiya qilish tajribasi mavjud bo'lmaganda, mikro- va makrotektonik bloklarning bir jinsli emasligi va bortlarda tog' jinslarining notekis namlanishi mavjud bo'lganda, kutilmagan muhandislik-geologik jarayonlarning rivojlanishi ehtimolini istisno qilmaydi.

**Xulosa.** Qalmoqqir va Yoshlik I qo'shma karyerlarining geologik-texnik xususiyatlarini o'rganish natijalari tog' jinslarining fizik-mexanik xossalari, darzlilik va yoriqlarning hududiy taqsimlanishini tahlil qilish orqali qazib olish jarayonlarining samaradorligini oshirish bo'yicha muhim xulosalar chiqarishga imkon beradi.

Tog' jinslarining darzlanish darajasi qazib olish jarayonidagi asosiy xavflardan biri ekanligi aniqlangan. Ayniqsa, yuqori darzlangan joylarda yoriqlarning zichligi va yoriq bo'shliq koeffitsiyenti katta bo'lib, bu ko'chki va o'pirilishlar xavfini oshiradi. Karyer bortlari va pog'onalarining turg'unlik burchaklarini optimallashtirish orqali konning xavfsizligini ta'minlash mumkin.

Hududning yuqori seysmikligi va geologik murakkabligi tufayli qazib olish jarayonida kutilmagan muhandislik-geologik jarayonlar rivojlanishi ehtimoli istisno qilinmaydi. Shuning uchun qazib olish texnologiyalarini qo'llashda zamonaviy muhandislik yondashuvlarini joriy etish tavsiya etiladi.

Maqola qazib olish sharoitlarini yaxshilash, xavfsizlikni ta'minlash va murakkab geologik sharoitlarda samarali texnologiyalarni tatbiq etish bo'yicha amaliy tavsiyalarni o'z ichiga oladi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Хасанов, А. А. (2024). СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ ОБЪЕДИНЕННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЁШЛИК I И КАЛЬМАКЫР». Цифровые технологии в промышленности, 2(4-1), 57-61. <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.2.4-1.2024.31>
2. Хасанов, А. С., Турдиев, Ш.Ш., & Боймуродов, Н. А. (2024). YOSHLIK I' KONIDAN OLINGAN RUDA NAMUNASIDA NOYOB METALLARNI O'RGANISH: INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR, 53(1), 30-37.
3. Кhasanov, А., Турдиев, S., & Боймуродов, N. (2024). ИЗУЧЕНИЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОБЕ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЁШЛИК I». Innovatsion texnologiyalar, 53(01).
4. Хасанов, А. С., Турдиев, Ш. Ш. У., & Боймуродов, Н. А. (2024). ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРОБ РУДЫ КАЛЬМАКЫР И ЕШЛИК I. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 2(1), 10-19.
5. Хасанов, А. С., Турдиев, Ш. Ш. У., & Боймуродов, Н. А. (2024). ОБЗОР МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ПЛАТИНОИДОВ В МИРЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПЛАТИНОИДОВ С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ МИНЕРАЛИЗАЦИИ МПГ. Universum: технические науки, 2(2 (119)), 41-48.

UO‘K: 669.292.3

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.9

## MARKAZIY QIZILQUM QORA SLANES MA‘DANLARINI KUYDIRISH JARAYONINING OPTIMAL PARAMETRLARINI TADQIQ QILISH



**Mamaraimov G'ayrat  
Farhodovich**

Navoiy davlat konchilik va  
texnologiyalar universiteti  
Metallurgiya kafedrasida katta  
o'qituvchisi, t.f.f.d., (PhD), Navoiy,  
O'zbekiston  
E-mail:  
[gmamaraimov20061993@mail.ru](mailto:gmamaraimov20061993@mail.ru)  
ORCID ID: 0009-0009-3847-9655



**Xasanov Abdirashid  
Saliyevich**

OKMK AJ ilmiy ishlar bo'yicha  
bosh muhandis o'rinbosari t.f.d.,  
prof, Olmaliq, O'zbekiston  
E-mail: [has505@mail.ru](mailto:has505@mail.ru)  
ORCID ID: 0009-0007-1053-3790



**Eshmurodova Fotima  
Bobir qizi**

Navoiy davlat konchilik va  
texnologiyalar universiteti  
Metallurgiya yo'nalishi magistranti,  
Navoiy, O'zbekiston  
E-mail:  
[fotimaeshmurodova12112002@mail.ru](mailto:fotimaeshmurodova12112002@mail.ru)  
ORCID ID: 0009-0002-1814-083X

**Annotatsiya.** Rudani qayta ishlash hajmini oshirish, texnogen chiqindilar, qiyin qayta ishlanuvchi rudalar va balansdan tashqari past navli chiqindilarni utilitatsiya qilish, qimmatbaho metallar ishlab chiqarishda tabiiy minerallar o'rnini bosuvchi texnogen foydali qazilmalarni qayta ishlashga jalb etish, noyob metallarni qazib olish texnologiyalari va sanoat chiqindilaridan noyob va qimmatbaho metallar olishning yangi texnologiyalarini ishlab chiqish, qimmatbaho metallarni qazib olish darajasini oshirish uchun mavjud texnologiyalarni takomillashtirishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

**Kalit so'zlar:** Qora slanes, kuydirish, shixta, vanadiy tarkibli kuyindi, texnik soda.

## ИЗУЧЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ОБЖИГА ЧЕРНОСЛАНСОВЫХ РУД ЦЕНТРАЛЬНОГО КЫЗЫЛКУМА

**Мамараимов Гайрат  
Фарходович**

Старший преподаватель  
кафедры металлургии  
Навоийского государственного  
горно-технологического  
университета, доктор  
технических наук (PhD),  
Навои, Узбекистан

**Хасанов Абдирашид  
Салиевич**

Заместитель главного инженера  
по научной работе АО «ОКМК»,  
доктор наук, профессор, Алмалык,  
Узбекистан

**Эшмуродова Фотима  
Бобир кизи**

Магистрант по специальности  
«Металлургия», Навоийский  
государственный горно-  
технологический университет,  
Навои, Узбекистан

**Аннотация.** Особое внимание уделяется совершенствованию существующих технологий по увеличению объемов переработки руд, утилизации техногенных отходов, трудно-перерабатываемых руд и забалансовых низкосортных отходов, привлечению к переработке техногенных полезных ископаемых, заменяющих природные полезные ископаемые в производстве драгоценных металлов, разработке технологий добычи редких металлов и новых технологий извлечения редких и драгоценных металлов из промышленных отходов, разработке новых технологий добычи драгоценных металлов.

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

## STUDY OF OPTIMAL PARAMETERS OF THE ROASTING PROCESS OF CENTRAL KYZYLKUM BLACK SHALE ORES

**Mamaraimov Gayrat  
Farhodovich**

Senior Lecturer, Department of  
Metallurgy, Navoi State Mining and  
Technological University, Doctor of  
Technical Sciences (PhD),  
Navoi, Uzbekistan

**Xasanov Abdirashid  
Saliyevich**

Deputy Chief Engineer for  
Scientific Work of JSC OKMK,  
Doctor of Sciences, Professor,  
Almalyk, Uzbekistan

**Eshmurodova Fotima  
Bobir qizi**

Master's student in Metallurgy,  
Navoi State Mining and  
Technological University, Navoi,  
Uzbekistan

**Abstract.** Particular attention is paid to the improvement of existing technologies for increasing the volume of ore processing, utilization of man-made waste, difficult-to-process ores and off-balance low-grade waste, involvement in the processing of man-made minerals that replace natural minerals in the production of precious metals, development of technologies for the extraction of rare metals and new technologies for the extraction of rare and precious metals from industrial waste, development of new technologies for the extraction of precious metals.

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

**Kirish.** Yurtimizda vanadiy tarkibli ma'dan xom ashyolaridan keng turdagi jahon talablariga mos keladigan vanadiyli katalizatorlar ishlab chiqarishda, po'lat ishlab chiqarish sanoatida ligerlovchi elementi va ferroqotishmalar sifatida qo'llash sohalarini kengaytirish, ishlab chiqarish tannarxini pasaytirib, sifat jihatidan yuqori darajaga olib chiqish bo'yicha ko'plab ilmiy amaliy natijalarga erishilmoqda [1].

Respublikamizda ishlatilgan vanadiyli katalizatorlardan vanadiyli oraliq mahsulotlar olish bo'yicha qator tadqiqotlar olib borilgan, shuningdek qora slanes uran-vanadiyli rudalardan vanadiy ajratib olish bo'yicha NKMK AJ mutaxassislari tomonidan qator ilmiy tadqiqotlar o'tkazilgan. 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 [2].

Maqola Markaziy Qizilqum qora slanes ma'danlarini biriktirib kuydirish natijasida vanadiy tarkibli kuyindini ajratib olish texnologiyasini yaratishga bag'ishlangan bo'lib o'z ichiga quyidagilarni oladi.

**Adabiyot tahlil va metodlar.** Markaziy Qizilqumning qora slanes rudalarining asosiy tadqiq qilingan konlari asosan Auminzatov tog'larida joylashgan.  $V_2O_5$  miqdori 0,5 dan 2,8% gacha, ba'zi na'munalarda  $V_2O_5$  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 aluminosilikatli turlariga kiradi. Ma'dan mineral komponentlarini asosiy tarkibi oksidlardan iborat [3].

Vanadiyning ko'p qismi vanadatlar - roskoelit (murakkab tarkibli mineral), folbortit va korvunit bilan bog'langan holda uchraydi. Vanadiyning kamroq qismi esa uranavanadatlar tarkibida bo'ladi. Shuningdek qora slanes ma'danlarining mineralogik tarkibi o'rganildi va 1-jadvalda natijalar keltirilgan.

1-jadval

### **Qora slanes rudalaridagi vanadiyning minerologik tarkibi**

Mineral nomlanishi	Mineral formulasi	Mineral tarkibidagi V miqdori, %	V ning mineral tarkibiga nisbatan taqsimlanishi, %
Roskoelit	$KV_2[AlSi_3O_{10}][OH]_2$	22,8	60-65
Korvunit	$V_2O_4 \cdot 6V_2O_5 \cdot nH_2O$	31,5	15-20
Tuyamunit	$CaO \cdot 2UO_3 \cdot V_2O_5 \cdot H_2O$	10,6	2-5
Kamotit	$K_2[UO_2]_2[VO_4] \cdot 3H_2O$	20,2	8-10

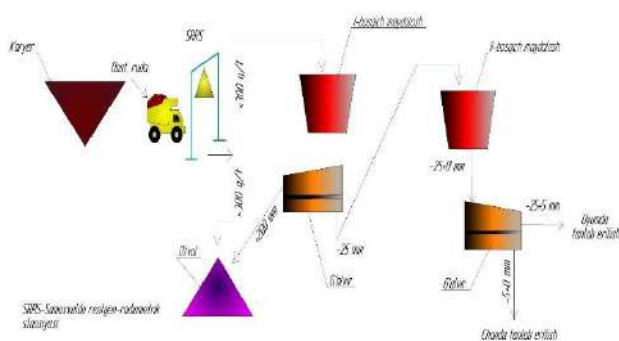
Qora slanes rudalarining murakkabligi shundaki ularning katta qismida murakkab tarkibli mineral roskoelit ko'rinishidagi vanadiy mavjudligi bilan bog'liq bo'lib, bu ushbu turdagi uran-vanadiy konlarini sanoatda o'zlashtirishni qiyinlashtiradigan

asosiy sabablardan biridir [4].

Tanlab eritishda reagentni tanlash uchun ruda tarkibi aniqlanadi, tanlab eritishga tayyorlanadi, va quyidagi shartlarga javob berishi kerak:

Foydali komponent minerallarini tanlab eritish; texnologik jihozlarga nisbatan past agressivligi; reagentning arzonligi va uni ishlab chiqarish ko'lamli; atrof-muhitga zararli ta'sirlarning kamligi; foydali komponentlarga nisbatan oksidlovchilik xususiyatining mavjudligi yoki oksidlovchining komponentlarni yaxshi erituvchanlikka muvofiqligi [5].

Rudani tayyorlash bosqichining texnologik sxemasi quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi: qazib olingan rudalarni foydali komponent tarkibi bo'yicha saralash, maydalash, g'alvirlash, uyumni uyush, aylanma eritmalar orqali sulfat kislotaning kuchli eritmasi bilan eritish, shtabelni suv bilan yuvish va undan keyin samarali eritmalarni kompleks qayta ishlash (1-rasm).



**1-rasm. Qora slanes rudalarini boyitish jarayonining dastgohlar zanjir sxemasi.**

**Natijalar.** Biz avval ma'danni qayta ishlashga tayyorlashning tayyorlov jarayonlarini o'tkazdik va qizdirib biriktirish ko'machlash bilan materialni kuydirishning maqbul sharoitlari aniqlandi, chunki materialda uglerodning yuqori miqdori mavjud bo'ladi va undagi vanadiy oksidlangan holatda bo'ladi, bunda erish darajasi ancha past bo'ladi. Tadqiq qilish maqsadlar uchun ma'dan namunalarini 350 mm dan 5-10 mm gacha yiriklik bilan jag'li maydalagichlarda yanchildi [6]. Mahsulotni kuydirish va tanlab eritish jarayonlari yuzasi yupqa bo'lgan mahsulotni talab qilishini bilganimiz uchun, biz vanadiyli ma'danni bir bosqichli sharli tegirmonlarda yanchdik. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, ma'danli xom ashyodan V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ajratib olish jarayonida 1 mm o'lchamli mahsulotni yanchish

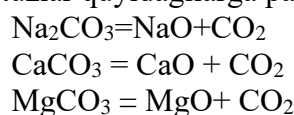
darajasi 80-90% tashkil etadi va bu qizib birikishi va sulfat kislotasi bilan tanlab eritish uchun maqbul sharoitlar sanaladi. Qizib birikishga va tanlab eritishga duch qilingan ma'danning 0,25-0,083 mm o'lchami uchun biz olgan natijalardan 1 mm o'lchamli ma'dan natijalari farq qilmadi. Shuning uchun kuydirish tanlab eritish uchun maqbul sharoitlar sifatida biz 1 mm maydalikdagi ma'danni tanladik. Tadqiqotlarda shu narsa aniqlandiki, aynan maydalashning 1-bosqichli sxemasi va yanchishning 1-bosqichli sxemasi tanlangan.

Vanadiy tarkibli ma'danni maydalashdan so'ng biz shixtani kuydirish (qizib birikish) jarayoniga tayyorlaymiz. Buning uchun vanadiyni suvda eriydigan ko'rinishga o'tkazish lozim.

**Ma'danni kuydirish kinetikasi**

Texnik tarozilarda 1 kg massali tanlangan ma'danni o'lchandi va unga 30 gr texnik soda qo'shib shixtani tayyorlandi. Shundan so'ng uni mufel pechga kuydirish uchun qo'yamiz. Kuydirish jarayonini tadqiq qilish har xil haroratlarda olib boriladi, 700-900<sup>0</sup>C haroratlar oralig'ida, vaqt oralig'lari 4 soatni tashkil qiladi.

Kuydirish vaqtida ma'dan har 20-30 daqiqada aralashtiriladi. Kuydirish jarayoni tugagandan so'ng, biz kuyindi massasini o'lchashimiz mumkin. Shunda biz massa kamayganligini ko'ramiz. Buning asosiy sababi shundaki, ma'dandagi karbonat yuqori haroratlarda parchalanadi va karbonatning uchuvchanligini keltirib chiqaradi. Bunda karbonatli tuzlar quyidagilarga parchalanadi:

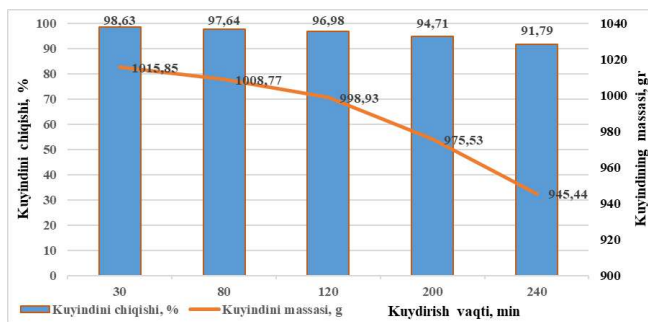


2-jadval

**Natriy tarkibli birikmalarni qo'shish bilan qizdirib biriktirish natijalari: Tajriba №1**

Vanadiyning dastlabki miqdori 6700 gr/t, t=700<sup>0</sup>C, texnik soda sarfi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 30 gr/kg

№ t/r	Kuydirish vaqti, daq	Shixta massasi, g	Kuyindi massasi, g	Kuyindi chiqishi, %
1	30	1030	1015,85	98,63
2	80	1030	1008,77	97,94
3	120	1030	998,93	96,98
4	200	1030	975,53	94,71
5	240	1030	945,44	91,79



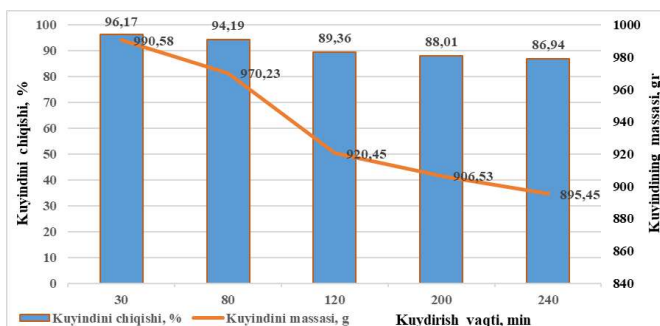
2-rasm. Qora slanes rudalarini kuydirish jarayonida kuyindi chiqishining vaqtga bog'liqligi.

Biz ma'danni 700°C haroratda kuydirganimizda uning rangi kulrangga o'zgaradi. Ma'danni 4 soat davomida kuydirganimizda, u yopishmaydi. Kuydirish jarayonining asosiy mohiyati shundaki, bunda yuqori haroratlarda uglerod karbonatli gaz ko'rinishida parchalanadi hamda qo'shilgan natriy tarkibli materiallar vanadiy oksidlari bilan birlashadi va suvda hamda kislotali muhitlarda yaxshi eriydigan natriy vanadat hosil bo'ladi [7].

3-jadval

Natriy tarkibli birikmalarni qo'shish bilan qizdirib biriktirish natijalari: Tajriba №1  
Vanadiyning dastlabki miqdori 6700 gr/t, t=800 °C, texnik soda sarfi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 30 gr/kg

№ t/r	Kuydirish vaqti, daq	Shixta massasi, g	Kuyindi massasi, g	Kuyindi chiqishi, %
1	30	1030	990,58	96,17
2	80	1030	970,23	94,19
3	120	1030	920,45	89,36
4	200	1030	906,53	88,01
5	240	1030	895,45	86,94



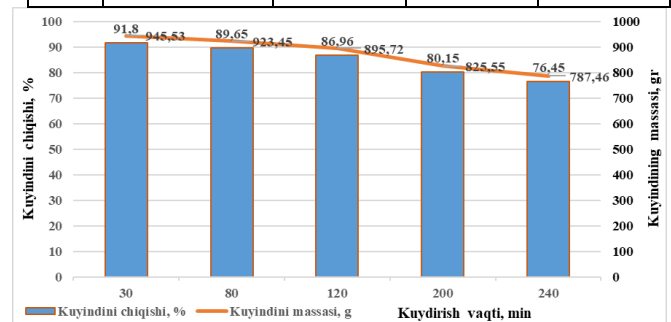
3-rasm. Qora slanes rudalarini kuydirish jarayonida kuyindi chiqishining vaqtga bog'liqligi.

800°C haroratda qora slanes ma'danlarini natriy karbonat qo'shib kuydirganimizda kuyindining rangi jigarrang tusga kirdi va bir-biri bilan birikib qolmadi. Bunday haroratda olingan kuyindimiz tarkibidagi natriy vanadat keyingi tanlab eritish jarayonlarida eritmaga o'tish darajasi yuqori bo'lganligi kuzatildi [8].

4-jadval

Natriy tarkibli birikmalarni qo'shish bilan qizdirib biriktirish natijalari: Tajriba №1  
Vanadiyning dastlabki miqdori 6700 gr/t, t=900 °C, texnik soda sarfi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 30 gr/kg

№ t/r	Kuydirish vaqti, daq	Shixta massasi, g	Kuyindi massasi, g	Kuyindi chiqishi, %
1	30	1030	945,53	91,8
2	80	1030	923,45	89,65
3	120	1030	895,72	86,96
4	200	1030	825,55	80,15
5	240	1030	787,46	76,45



4-rasm. Qora slanes rudalarini kuydirish jarayonida kuyindi chiqishining vaqtga bog'liqligi.

900°C haroratda qora slanes ma'danlarini natriy karbonat qo'shib kuydirganimizda kuyindi bir-biri bilan birikib qoldi va keyingi tanlab eritish jarayonlarida eritmaga o'tish darajasi juda past bo'lganligi kuzatildi [9].


**Xulosa.** Kuydirish jarayonini tadqiq qilish har xil haroratlarda 700-900°C harorat oraliqlarida, 4 soat vaqt oraliqlarida o'tkazildi. Kuydirish uchun maqbul harorat sifatida 800°C deb belgilandi, vanadiyning bog'lovchi material uchun natriy karbonatning dastlabki materialning 3% li massasini qo'shish bilan 4 soat davomida o'tkazildi, kuyindi chiqishi 86,94% 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.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Б.Р. Вохидов, Ф.Ф.Мамараимов, Д.Д. Абдубайитов, Л.К. Низомов // Ванадий бойитмасини ажратиш олишда куйдириш жараёнининг афзалликлари // Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства Республиканской научно-технической конференции 22 ноября 2018 года.
2. Б.Р. Вохидов, А.Р. Арипов, Ф.Ф.Мамараимов, Ш.Н.Туробов // Research of technological process of vanadium distribution in Uzbekistan // XI International correspondence scientific specialized conference «International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science» Boston, USA. June 10-11, 2019.
3. А.С. Хасанов, Б.Р. Вохидов, А.Р. Арипов, Ф.Ф. Мамараимов, Ш.Н. Туробов, Ж.Н. Нарзуллаев // Ўзбекистон шароитида ванадий ва палладий ажратиш олишнинг технологик жараёнларини тадқиқ қилиш // Композицион материаллар Ўзбекистон илмий-техникавий ва амалий журнали №1/2019
4. А.С. Хасанов, Б.Р. Вохидов, Ф.Ф. Мамараимов // Техноген чиқиндилардан ванадий беш оксидини ажратиш олиш имкониятларини ўрганиш // Научно-технический журнал Ферпи 2020. Том 24. №3.
5. А.С. Хасанов, Б.Р. Вохидов, Ф.Ф. Мамараимов // Разработка технология получения пятиоксида ванадия из минерального техногенного сырья // Universum: технические науки Выпуск:3(72) март Москва 2020.
6. А.С. Хасанов, Б.Р. Вохидов, Ф.Ф. Мамараимов // Техноген хомашёлардан ванадий ва палладийни ажратиш олишнинг технологияларини яратиш // Научно-технический журнал Ферпи 2021. Том 25. № 2.
7. 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.
8. 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.
9. Б.Р. Вохидов, А.С. Хасанов, Ф.Ф. Мамараимов // Mis sanoati texnogen chiqindilaridan qimmatbaho metallarni ajratib olish texnologiyasini tadqiq qilish // Научно-технический журнал Ферпи 2022. Том 26. № 3.
10. 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.
11. Ф.Ф.Мамараимов А.С.Хасанов, Б.Р.Вохидов // Извлечения ванадия из техногенных ресурсов // Universum: технические науки Выпуск:12(105) декабр Москва 2022.

UO‘K: 622.7

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.3

## YONUVCCHAN SLANESLAR TARKIBIDAN QIMMATBAHO KOMPONENTLARNI AJRATIB OLISH USULLARINI TADQIQ QILISH



**Voxidov Baxriddin  
Raxmidinovich**

*Texnika fanlar doktori, professor,  
NavDKTU, Navoiy, O‘zbekiston*  
E-mail:  
[baxriddin.vokhidov@mail.ru](mailto:baxriddin.vokhidov@mail.ru)  
ORCID ID: 0000-0002-0819-6752



**Yandashev Alisher Anvar  
o'g'li**

*Assistent NavDKTU,  
Navoiy, O‘zbekiston*  
E-mail: [karmana.tiger@gmail.com](mailto:karmana.tiger@gmail.com)  
ORCID ID: 0009-0002-9683-3201



**Qodirov Abdurasul  
O'ktam o'g'li**

*NKMK AJ MKB 2-GMZ Maydalash  
sexi tegirmon mashinisti,  
Navoiy, O‘zbekiston*  
E-mail:  
[Qodirivabdurusul462@mail.com](mailto:Qodirivabdurusul462@mail.com)

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada yonuvchan slaneslar (ya'ni, chiqindilar, ko'mir va boshqa yonuvchan materiallar) tarkibidan qimmatbaho komponentlarni ajratib olish usullari tadqiq qilinadi. Yonuvchan slaneslar ishlab chiqarish jarayonida yoki tabiiy resurslardan olinadigan mahsulotlarda yirik miqdorda hosil bo'ladigan moddalar bo'lib, ularning tarkibida turli kimyoviy elementlar, shu jumladan, qimmatbaho metallar mavjud. Ushbu komponentlarni ajratib olish usullari nafaqat iqtisodiy jihatdan samarali, balki ekologik nuqtayi nazardan ham muhimdir, chunki ularni qayta ishlash va tozalash jarayonlari chiqindilarni kamaytirishga yordam beradi. Tadqiqotda zamonaviy kimyoviy, mexanik ajratish usullari ko'rib chiqilib, ularning samaradorligi, xavfsizligi va iqtisodiy jihatlari tahlil qilinadi. Ushbu usullarni optimallashtirish va ularning yanada samarali bo'lishini ta'minlash uchun yangi innovatsion texnologiyalarni qo'llash imkoniyatlari ham o'rganiladi.

**Kalit so'zlar:** yonuvchan slaneslar, qimmatbaho komponentlar, ajratib olish usullari, kimyoviy jarayonlar, ekologik samaradorlik, qayta ishlash, innovatsion texnologiyalar, chiqindilarni kamaytirish, metall olish, samaradorlik.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ГОРЮЧИХ ШЛАМОВ

**Вохидов Бахриддин  
Рахмидинович**

*Доктор технических наук,  
профессор, Навоийский  
государственный горно-  
технологический университет,  
Навои, Узбекистан*

**Яндашев Алишер  
Анвар угли**

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

**Кадиров Абдурашул  
Уктам угли**

*Машинист вальцов  
шлифовального цеха АО «НКМК»  
МКБ 2-ГМЗ,  
Навои, Узбекистан*

**Аннотация.** В статье рассматриваются методы извлечения ценных компонентов из горючих шламов (то есть отходов, угля и других горючих материалов). Горючие шламы являются веществами, которые образуются в процессе производства или при добыче природных ресурсов и содержат различные химические элементы, включая ценные металлы. Методы извлечения этих компонентов являются не только экономически эффективными, но и важными с экологической точки зрения, поскольку их переработка и очистка способствуют сокращению отходов. В исследовании анализируются современные химические и механические методы извле-

чения, их эффективность, безопасность и экономические аспекты. Также рассматриваются возможности применения новых инновационных технологий для оптимизации этих методов и повышения их эффективности.

**Ключевые слова:** горючие шламы, ценные компоненты, методы извлечения, химические процессы, экологическая эффективность, переработка, инновационные технологии, сокращение отходов, извлечение металлов, эффективность.

## INVESTIGATING METHODS FOR EXTRACTING VALUABLE COMPONENTS FROM COMBUSTIBLE SLUDGES

**Vokhidov Bakhriddin  
Rakhmidinovich**

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

**Yandashev Alisher Anvar  
ugli**

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

**Kadirov Abdurasul  
Uktam ugli**

Roller operator of the grinding shop  
of JSC NKMK MKB 2-GMZ, Navoi,  
Uzbekistan

**Abstract.** The article investigates methods for extracting valuable components from combustible sludges (i.e., waste, coal, and other combustible materials). Combustible sludges are substances that are generated during production processes or from the extraction of natural resources, containing various chemical elements, including valuable metals. The methods for extracting these components are not only economically efficient but also important from an ecological perspective, as their processing and purification contribute to waste reduction. The study analyzes modern chemical and mechanical extraction methods, examining their effectiveness, safety, and economic aspects. It also explores the possibilities of applying new innovative technologies to optimize these methods and enhance their efficiency.

**Keywords:** combustible sludges, valuable components, extraction methods, chemical processes, ecological efficiency, recycling, innovative technologies, waste reduction, metal extraction, efficiency.

**Kirish.** Yonuvchan slaneslar (ya'ni, ko'mir, yog'och, biomassa va boshqa organik materiallarning yondirilishi natijasida hosil bo'ladigan chiqindilar) sanoat va energetika sohalarida keng tarqalgan bo'lib, ular o'z tarkibida turli kimyoviy elementlar, mineral birikmalar va qimmatbaho metallarga boy bo'lishi mumkin. Ushbu slaneslar ko'pincha chiqindi sifatida ko'rib chiqilib, ulardan samarali foydalanish imkoniyatlari e'tibordan chetda qoladi. Biroq, yonuvchan slaneslar tarkibida mavjud bo'lgan qimmatbaho resurslarni ajratib olish va qayta ishlash, nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshirish, balki tabiiy resurslardan foydalanishning samarali usullarini ishlab chiqish imkoniyatini ham yaratadi [1].

Ko'plab tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, yonuvchan slaneslarning tarkibida oltin, kumush, platina, palladi kabi qimmatbaho metallar va boshqa foydali minerallar mavjud bo'lishi mumkin. Ularning ajratib olinishi esa energetika va sanoat sohalarida yangi resurslarni topish imkoniyatlarini yaratadi.

Biroq, bunday komponentlarni ajratish jarayoni ko'plab texnologik va ekologik muammolarni yuzaga keltirib chiqaradi, chunki mavjud usullar ko'pincha kimyoviy va fizikaviy jarayonlarga asoslangan bo'lib, atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin [2].

Hozirgi kunda yonuvchan slaneslardan qimmatbaho komponentlarni ajratib olishda bir qator usullar qo'llanilmoqda. Bular orasida kimyoviy ajratish, issiqlik bilan ishlov berish, mexanik ajratish va biotexnologik jarayonlar mavjud. Ushbu metodlarning har biri o'zining samaradorligi, iqtisodiy jihatlar va ekologik xavfsizligi nuqtayi nazaridan bir-biridan farqlanadi. Shu sababli, mavjud texnologiyalarni tahlil qilish va ulardan eng maqbulini tanlash muhim masala hisoblanadi.

Mazkur ishda yonuvchan slaneslar tarkibidan qimmatbaho komponentlarni ajratib olish usullari o'rganiladi, ular orasidagi farqlar va afzalliklar tahlil qilinadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi - ushbu jarayonlarning samaradorligini oshirish, atrof-

muhitga minimal zarar etkazish va iqtisodiy jihatdan foydali bo'lishini ta'minlashdir.

**Adabiyot tahlil va metodlar.** Jahonda zamonaviy iqtisodiyotning birinchi navbatida rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlar iqtisodiyotida energiya manbalariga sezilarli darajada talab ortmoqda. Uglevodorod energiya ta'minoti manbalari eng yirik tarmoq bo'lib qolmoqda, uglevodorod xomashyosi energiya tashuvchilar tarkibida neft muhim o'rin tutadi. Biroq, rivojlanish tarixi va ko'p yillik tajriba shuni ko'rsatadiki, juda past sifatli slanesni qayta ishlash texnik jihatdan mumkin va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqdir. Sifat bo'yicha dunyodagi eng yaxshilaridan biri bu Boltiqbo'yi havzasi shiferlari bo'lib, 21-24% smola hosildorligi bilan ajralib turadi, bu slanes konlarini o'zlashtirish deyarli 100 yildan beri davom etmoqda. Ayrim konlarning neft slaneslari tarkibida Cu, Mo, U, Pb, Zn, V ko'p bo'lib, ruda xom-ashyosi sifatida baholanadi. Jahon neft slaneslarini qayta ishlash sanoati yoqilg'i sanoatining eng qadimgi tarmog'i hisoblanadi; yoqilg'i moylari, kerosin va boshqa ba'zi mahsulotlar, ular neftdan oldin, slanesdan olingan. [3, 4, 5].

Slanes murakkab mineral resurs - ham yoqilg'i, ham kimyoviy xom-ashyo hisoblanadi. Yoqilg'i sifatida ular to'g'ridan-to'g'ri yonish yo'li bilan, shuningdek qayta ishlashdan keyin - slanes moyi shaklida ishlatilishi mumkin; neft slaneslarini termik qayta ishlashda slanes neftidan tashqari turli xil kimyoviy moddalarni olish mumkin. Slanesning organik va mineral qismlari, shu jumladan noyob va yer elementlar sanoat qiymatiga ega. Slanesning yonishi natijasida hosil bo'lgan kul qurilish materiallari (sementlar, devor bloklari, beton agregatlar) ishlab chiqarish uchun arzon xom-ashyo hisoblanadi. Foydalanish darajasiga ko'ra, neft slaneslari qazib olinadigan yoqilg'ilar orasida oxirgi o'rinlardan birini egallaydi [5].

**Natijalar.** Tadqiqot obyekti sifatida Qizilqum tekisligining Sangruntau koni yonuvchi slanes madanlari tanlangan. Qizilqum tekisligining Sangruntau koni yonuvchi slanes madanlarining yonishi natijasida hosil bo'lgan kullarni qimmatbaho metallarni ajratib olish uchun qayta ishlash usullari tadqiq qilindi.

O'zbekiston Respublikasi hududida yonuvchan slaneslarning katta zaxiralari (47,0 mlrd t) mavjud. Faqat Qizilqum havzasida 24,6 mlrd. t

miqdorda yonuvchan slaneslarning zaxira konlar joylashgan. Boysun, Sangruntov, Oqtov, Uchkir-Kulbeshkak, O'rtabuloq konlaridagi yonuvchan slaneslar zaxiralari 1,0 mlrd. t. dan ortiqni tashkil etadi. Yonuvchan slaneslarning istiqbolli ko'rinishlari O'zbekiston Respublikasining boshqa hududlarida ham aniqlangan. Geologik tadqiqotlar ushbu yonuvchan slanes konlarining joylashuv chuqurligi 100 m dan 500 m va undan ham pastda joylashganligini ko'rsatdi, ularning o'rtacha qalinligi 0,5 m dan 1,0 m gachani tashkil etadi.

O'zbekistonning yonuvchan slaneslarida uglerodli xom-ashyodan tashqari V, Mo, Au, W, Ag, Re, Cd, Se, Cu, Ni, Pb, S, U lar mavjud, u noyob yer metallarini va platina guruhi metallarini ham o'z ichiga oladi. Ayrim tadqiqotchilar fikricha, ma'danli slaneslarda asosiy komponentlar bo'lib gilli minerallar (montmorillonit, gidroslyuda, kaolinit), so'ngira temir gidrooksidlari (getit, gidrogyotit), sulfidlar (pirit, sfalerit, galenit), karbonatlar (kalsit, dolomit), fosfatlar (gips, barit) hisoblanadi. Bu minerallardan tashqari organik modda, ollofanoidlar, shisha, seolitlar, opal ham uchraydi. Sanoatli elementlarning yuqori konsentratsiyalari belgilangan, %: V - 0,1 dan 1,2 gacha, Th - 0,1 dan 0,4 gacha, U - 0,1 dan 0,4 gacha, Mo - 0,1 dan 2,37 gacha, Cu - 0,2 dan 0,6 gacha, La - 0,1 dan 0,8 gacha, Y - 0,05 dan 0,4 gacha va Ni - 0,05 dan 0,4% gacha. 1-jadvalda O'rta Osiyo konlarining yonuvchan slaneslar kulchanligi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

1-jadval

**O'rta Osiyo konlari yonuvchan slaneslari kullanganligi bo'yicha ma'lumotlar**

t/r	Konlar nomlanishi	Kullanganligi, %°
1	O'rtabuloq	57,3
2	Qoradaryo	63,2
3	Boysun	72,0
4	Uchkir	68,5
5	Sangruntov	74,23
6	Oqtov	72,9

**Yonuvchi slanesning moddalar tarkibi.**

Materiallar tarkibi umumiy qabul qilingan fizikaviy va kimyoviy tadqiqotlar natijasida belgilanadi; texnik tahlillar W a - namlik, Wp - ish holatidagi namlik (yonish paytida), % Aa - asl namunadagi kul miqdori; mutlaqo quruq slanesning elementar tarkibi: C-uglerod, H-vodorod, N-azot, O-kislorod, S-oltingugurt, C/H-uglerodning vodorodga miqdoriy nisbati; kul tarkibi: SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO, SO<sub>3</sub>, Slanesdagi korg miqdori; qatronlar

xarakteristikalari: hosil (%) solishtirma og'irligi, 20 va 50°C da yopishqoqligi, molekulyar og'irligi, fraksional tarkibi: qaynashning boshlanishi va keyingi qaynatish foizi (Co); qatronning elementar tarkibi: Hc, Cc, Sc, Nc+Oc (farqlar bo'yicha); fenollar, azotli asoslar, asfaltenlarning tarkibi (g.%); yarim kokslangan mahsulotlarning nisbati: qatron, pirogenli suv, yarim koks unumi, kaloriya tarkibi; slanes kerogenidagi gumin kislotalarning tarkibi: Aar - ish holatidagi kul miqdori, Ac - quruq namunaning kul tarkibi, CO<sub>2</sub> - slanesning noorganik qismining karbonat angidridi, ya'ni karbonatlar, H<sub>2</sub> - He - slanesning noorganik qismining suvi, ya'ni, gidratlangan minerallar, Sprop- quruq yog'li slanesdagi umumiy oltingugurt miqdori, Sc - quruq yog'li slanesdagi sulfidli oltingugurt miqdori, Qsb quruq yoqilg'i slanesning kaloriyali qiymati, kalometrik usulda aniqlangan (kkal / kg), Qrv - yalpi issiqlik qiymati slanesning organik qismi, Qrn - sof issiqlik qiymati Qr sl - issiqlik qiymati slanesning organik qismining qobiliyati, Slanesning yonuvchi qismining uchuvchi moddalarining Va unumi, Tr f - birlamchi smolaning ishlab chiqarish davridagi unumi. Fisher retortida distillash, slanesning ish holatiga tegishli; Zha - suyuq mahsulotlarning chiqishi.

Sangruntau konidagi neft slaneslarining organo-mineral massasining xususiyatlari 2-jadvalda keltirilgan.

**Yonuvchi slaneslar tarkibidagi rangli va qimmatbaho, noyob metallar miqdorini tadqiq qilish.**

O'zbekiston neft slaneslarida vanadiy, molibden va reniy, qisman skandiy, selen, volfram, nikel, PGM, kumush, oltin, alyuminiy va titan eng katta amaliy ahamiyatga ega bo'lishi mumkin. Alohida-alohida, bo'r paleogenining qoplamali jinslarida lokalizatsiya qilingan, geokimyoviy to'siqlar bo'yicha rezervuar xususiyatiga ega bo'lgan va ma'lum tuzilmalarda slanes qatlamining joylashuvi bilan fazoviy ravishda mos kelishi mumkin bo'lgan uran vodorod konlari alohida ko'rib chiqiladi. Bunday holda, slanes uran uchun rudaga aylanadi. O'xshash litologik va strukturaviy holatdagi gipergenez zonasida uranning yuvilishi bilan bir qatorda molibden, selen va boshqa metall elementlarning geokimyoviy to'siqlarga ko'chishi qayd etilgan (Uchquduq tipidagi konlar – Uchquduq, Bukinay, Lyavlyakon va boshqalar) 3-4

jadvallar.

2-jadval

**Sangruntau konidagi neft slaneslarining organo-mineral massasining xususiyatlari**

Element, mineral, moddalar	Miqdori, %
Kul miqdori - A °, %	71,5 - 75,5
H <sub>2</sub> O, %	7,15 - 8,96
P. P. P., %	17,7 - 38,4
S = 0	1,57 - 1,7
Org . + yosh.	18,0 - 38,0
C <sub>umum</sub>	8,5 - 18,8
C <sub>org</sub>	7,1 - 17,6
S <sub>umum</sub>	3,0 - 5,46
CO <sub>2</sub>	0,88 - 8,22
G	0,11 - 0,14
SO <sub>3</sub>	0,21 - 0,43
S <sub>sulf</sub>	2,3 - 5,8

3-jadval

**Sangruntau va Sharqiy Qoraqatanning neft slanes konlarida metallar va bir qator nometallarning o'rtacha miqdori. (% - spektral tahlil ma'lumotlari, g/t - kimyoviy tahlil natijalari)**

Element	Miqdori	Element	Miqdori
Be	0,001%(0,2 g/t)	Ru	0,03 g/t
B	0,01%	Rh	0,05 g/t
Mg	1-2%	Pd	0,014 g/t
Al	3%	Jr	0,03 g/t
P	0,4%(40 kg/t)	Aq	0,001%(2,4-3,2 g/t)
Sc	5,6 g/t	Cd	0,002%(30-40 g/t)
Ti	0,1%(1-5 kg/t)	Jl	77 g/t
V	0,12%(900-1670 g/t)	Sn	6-8 g/t
Cr	0,01%(200-420 g/t)	Sb	13,9 g/t
Mn	0,006%(600 g/t)	TR	170-685 g/t
Fe	1-2%(37 kg/t)	La	57 g/t
Co	20-70 g/t	Ce	73-230
Ni	300 g/t	Eu	2-10 g/t
Cu	0,05% (300-500 g/t)	Sm	50-160 g/t
Zn	0,01%(100-225 g/t)	Yb	2,6 g/t
Ga	0,001%(3-8 g/t)	Lu	23 g/t
Ge	5-6 g/t	Hf	9,6 g/t
As	1,5-2,0 kg/t	Ta	0,28 g/t
Se	0,002%(10-100 g/t)	W	130-300 g/t
Pb	26 g/t	Re	0,3-0,8 g/t
Sr	2360 g/t	Au	0,02-0,2 g/t
Y	20 g/t	Tl	10-15 g/t

Zr	2360 g/t	Pd	0,006%(10-20 g/t)
Nb	3-5 g/t	Bi	30 g/t
Mo	0,04-0,075% (400-750 g/t)	Th	8-12 g/t
U	16-85 g/t		

Sangruntov koni Navoiy viloyati Konimex tumanida joylashgan. Sangruntov tog'ining janubidan va janubi-sharqidan o'rab olingan pastki yer osti qatlamlarining yonuvchan slaneslar qatlamini o'z ichiga oladi. Saqlovchi jinslar ko'proq mergellarning oraliq qatlamili va linzali alevritli gillardan ifodalangan. Qidiruv ishlari ma'lumotlari bo'yicha A+V+S+S toifalari yonuvchan slaneslar zaxiralari miqdori bo'yicha taxminan 416,4 mln t tashkil etadi, yonuvchan slaneslar qatlamining o'rtacha 2 qalinligi - 1,5 m, slanesli qatronning o'rtacha chiqishi - 6,1%. Zaxiralar yuzadan 200 chuqurlikkacha hisoblangan.

Oqtov koni Sangruntov konidan 16-17 km janubda joylashgan va Oqtov tog'lariga tutashgan Karakata botiqliklari janubiy qismidagi pastki yer osto qatlamlariga to'g'ri keladi. 2011 - yildan boshlab kon maydonida baholash ishlari olib borilmoqda. Oqtov bo'yicha R2+R1 toifali yonuvchan slaneslarning baholangan prognozli resurslari 6,45% qatron chiqishi bilan 1156,2 mln. tonnani tashkil etadi.

Maqsad qilib qo'yilgan masalani hal qilish uchun har xil kimyoviy tahlillardan (silikatli, to'liq kimyoviy, mass-spektrometrik (ICP-MS) foydalanish bilan ko'p sonli tahliliy tadqiqotlar o'tkazildi. Ma'danning va yonuvchan slaneslar kulining modda va kimyoviy tarkibini aniqlash uchun ma'danda

va kulda asosiy komponentlarning: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; SiO<sub>2</sub>; SO<sub>3</sub>; CaO; MgO; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> va MnO joylashuvi shakllarini aniqlash bilan kimyoviy tahlil hamda dastlabki ma'danlarda va yonuvchan slaneslar kulida mass-spektrometrik ICP-MS tahlil olib borildi.

Asosiy minerallarni aniqlash uchun mineralogik tahlillar NGMK AJ «MITL» laboratoriyasida o'tkazildi. Quyidagilardan foydalanildi: yangi minerallarni tasvirlashni o'z ichiga olgan ilmiy masalalarning keng doirasini hal qilish uchun monokristalli difraktometr, avval kashf qilingan minerallar tuzilishini talqin qilish va aniqlashtirish, mineral moddani va yangi materiallarni sinchiklab tadqiq qilish, moddani lazerli ekstraksiyalash, mikrozonli tahlil va boshqalar.

Geterotroflarning sof birikmalari mos keluvchi qattiq ta'minlovchi muhitlar (MPA, ammonifikatorlar uchun muhit va Dobrovolskiy muhiti) mavjud alohida koloniyalarni ajratib olish yo'li bilan olindi. Sof koloniyalarini tasvirlash umumiy qabul qilingan mikrobiologik usullar bo'yicha olib borildi.

Boysun koni ma'dani namunalarini uyumda to'dalab tanlab eritmaga o'tkazish 2 bo'yicha laboratoriya tajribalari -5+0 mm gacha maydalangan ma'danning 1 kg massali kolonkalarda olib borildi. Tadqiqotlar 2 bosqichda o'tkazildi:

- 1). Ma'danni kislotalash;
- 2). Temir-oltingugurt oksidlovchi bakteriyalarning eng aktiv assotsiatsiyasi bilan kislotalangan ma'danlarni ekish va yonuvchan slaneslar ma'danlarini keyingi biotanlab eritmaga o'tkazish.

4-jadval

**Yonuvchi slaneslar tarkibidagi platinoidlar Au, Ag (g/t) u C<sub>org</sub> (%)**

proba raqami	Au	Ag	Pt	Ru	Os	Ir	Rh	Rd	C <sub>org</sub>	CO <sub>2</sub>
				K	U	S	T	I		
0-3	0,011	1,32						0,012	17,6	3,4
0-4	0,014	2,43						0,013	13,5	7,49
0-5	0,013	3,53	<0,02	<0,03		0,03	0,05	0,014	7,08	5,36
0-6	0,013	3,16						0,016	11,4	6,75
0-7	0,041	1,1						0,019	13,6	8,22
				K	U	S	T	II		
0-1	0,023	2,2						0,016	13,9	4,4
0-2	0,021	2,42						0,014	12,0	5,14
0-2 <sub>a</sub>	0,019	2,2	<0,02	<0,03		0,03	0,05	0,006	14,1	8,81
0-3	0,017	2,43						0,015	9,76	6,9
0-4	0,059	3,16						0,011	9,42	4,09

Kislotalash va biotanlab eritmaga o'tkazish bosqichlarida haftada ikki marta ikki valentli va uch valentli temir konsentratsiyasi va 9K muhitda temir oksidlovchi bakteriyalar soni hamda Vaksman muhitida oltingugurt oksidlovchilar soni aniqlandi.

Shunday qilib, ma'dandan va yonuvchan slaneslar kulidan qimmatbaho komponentlarni kompleks ajratib olish texnologiyalarini ishlab chiqish uchun sulfat kislotali gidrometallurgik va biotexnologik tanlab eritmaga o'tkazish o'tkazildi.

Tadqiqot obyekti Zarafshon mintaqasidagi Sangrantov konining neft slaneslari. Namunalar qatlamlari yuvish mashinasiga o'xshash juda qattiq materialdir. Taqdim etilgan slanes och kulrang rangda, oson maydalangan material, odatiy slanes tuzilishidir. Tadqiqot o'tkazish uchun ushbu material - 0,315 + 0,00 mm gacha maydalandi, so'ngra ma'lum tajribalar uchun undan namunalar olingan.

Tajriba natijalari 2-3 parallel tajribaning o'rtacha qiymatlari belgilandi.

**Xulosa.** Ushbu tadqiqotda to'liq kimyoviy tahlil natijalariga ko'ra Sangruntau slanes konlari kulining miqdoriy tarkibining asosiy qismini kremniy, alyuminiy, kalsiy va magniy oksidlari tashkil etishi aniqlandi, shuningdek sanoatli elementlarning yuqori konsentratsiyalari belgilangan, %: V - 0,1 dan 1,2 gacha, Th - 0,1 dan 0,4 gacha, U - 0,1 dan 0,4 gacha, Mo - 0,1 dan 2,37 gacha, Cu - 0,2 dan 0,6 gacha, La - 0,1 dan 0,8 gacha, Y - 0,05 dan 0,4 gacha va Ni - 0,05 dan 0,4% gacha. Sangruntau slaneslarini kimyoviy va mineralogik tarkiblari aniqlandi, va piroliz orqali slanes kulini olishning parametrlari tadqiq qilindi, bunda yuqori konsentratsiyali vanadiy va molibden kulda uchrashi aniqlandi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. B.R.Voxidov, A.S.Xasanov. Texnogen xomashyolardan platinoidlarni ajratib olish texnologiyasini yaratish // Kompozitsion Materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali, Tashkent 2022 y. №1. B.188-192. (02.00.00; №4).
2. Вохидов Б.Р., Хасанов А.С. // Исследование и разработка технологии извлечения металлов платиновых групп из техногенного сырья АО «АГМК» // ХИВ Международная научно-практическая конференция «Металлургия светлых, редких и благородных металлов». Сибирского отделения РАН, г. Красноярск, Россия 2021 г. 6-9 Сентября С.29-32.
3. Arifov 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.
4. Sirojov T.T., Sayfullayev F.I., Qurbonov M.N., Yuldosheva Sh.J. Oltin va mis tarkibli rudalarni kompleks qayta ishlash texnologiyasini tadqiq qilish. Sanoatda raqamli texnologiyalar. ISSN: 3030-3214 Volume 2, № 4 2024.
5. Хасанов А.Ш., Вохидов Б.Р., Мамараимов Г.Ф., Сайфуллаев Ф.И. Разработка технологии извлечения ванадия из руд сиджакского месторождения Узбекистана. Universum: технические науки журналы Декабрь 2023.

УДК: 546.33:66.061

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.14

## ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ЭКСТРАКЦИИ ЛИТИЯ



**Рахимбаев Берик  
Сагидоллаулы**

Советник ТОО «Огнезский ГОК»,  
к.т.н., чл.-корр. МАИН,  
Алматы, Казахстан  
E-mail: [berikrakh@gmail.com](mailto:berikrakh@gmail.com)



**Хасанов Абдурашид  
Салиевич**

Заместитель главного инженера  
по науке и инновациям  
Алмалыкского АО «КМК»,  
Алмалык, Узбекистан  
E-mail: [abdurashidsoli@mail.ru](mailto:abdurashidsoli@mail.ru)



**Туробов Шахриддин  
Насриддинович**

Доцент, Навоийский  
государственный горно-  
технологический университет,  
Навои, Узбекистан  
E-mail: [sh.turobov@srt-journal.uz](mailto:sh.turobov@srt-journal.uz)



**Комилов Ботир Аскар  
угли**

Ассистент кафедры «Геология и  
горное дело» Каршинского  
инженерно-экономического  
института, Карши, Узбекистан  
ORCID ID: 0009-0000-0873-5472

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются современные методы экстракции лития из природных и техногенных источников. Проведен анализ различных литийсодержащих минералов, а также технологических процессов их переработки. Особое внимание уделено кинетике экстракции лития с использованием жидкостных экстрагентов. Исследованы факторы, влияющие на эффективность процесса, и предложены методы оптимизации. Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования технологий добычи лития в промышленном масштабе.

**Ключевые слова:** литий, экстракция, литиевые минералы, технологические процессы, жидкостная экстракция, кинетика экстракции.

## LITIY EKSTRAKSIYASI KINETIKASINI O'RGANISH

**Rahimbayev Berik  
Sagidollaulu**

ТОО «Огнезский ГОК»  
maslahatchisi, texnika fanlari  
nomzodi, MAIN akademik  
korrespondenti, Almati, Qozog'iston

**Xasanov Abdurashid  
Salievich**

Olmaliq "KMK" AJ Bosh  
muhandisining ilm fan va  
innovatsiyalar bo'yicha o'rinbosari,  
Olmaliq, O'zbekiston

**Turobov Shahridin  
Nasriddinovich**

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

**Komilov Botir Asqar  
o'g'li**

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot  
instituti Geologiya va konchilik  
kafedrasi assistenti, Qarshi,  
O'zbekiston

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada tabiiy va texnogen manbalardan litiy ekstraksiyasi usullari ko'rib chiqiladi. Turli litiyli minerallar va ularning qayta ishlash texnologiyalari tahlil qilinadi. Ayniqsa, suyuqlik ekstraksiyasi jarayonida litiy ajratib olish kinetikasiga alohida e'tibor qaratiladi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, ekstraksiya samaradorligiga ta'sir qiluvchi omillar o'rganilib, jarayonni optimallashtirish bo'yicha takliflar berilgan. Olingan natijalar sanoat sharoitida litiy qazib olish texnologiyalarini takomillashtirish uchun foydalidir.

**Kalit so'zlar:** litiy, ekstraksiya, litiyli minerallar, texnologik jarayonlar, suyuqlik ekstraksiyasi, ekstraksiya kinetikasi.

## STUDY OF LITHIUM EXTRACTION KINETICS

**Rakhimbaev Berik  
Sagidollaulu**

Advisor of "Ognevsky GOK" LLP,  
PhD in Engineering,  
Corresponding Member of MAIN,  
Almaty, Kazakhstan

**Khasanov Abdurashid  
Salievich**

Deputy Chief Engineer for Science  
and Innovations, Almalyk JSC  
KMK, Almalyk, Uzbekistan

**Turobov Shahridin  
Nasriddinovich**

Docent, Navoi State Mining and  
Technology University, Navoi,  
Uzbekistan

**Komilov Botir Askar ugli**

Assistant, Department of Geology  
and Mining, Karshi Engineering-  
Economics Institute, Karshi,  
Uzbekistan

**Abstract.** *This article examines modern methods of lithium extraction from natural and technogenic sources. An analysis of various lithium-containing minerals and their processing technologies is presented. Special attention is given to the kinetics of lithium extraction using liquid extractants. The factors affecting the efficiency of the process are studied, and optimization methods are proposed. The obtained results can be used to improve lithium extraction technologies on an industrial scale.*

**Keywords:** *lithium, extraction, lithium minerals, technological processes, liquid extraction, extraction kinetics.*

**Введение.** Одним из значимых химических элементов современных технологий является литий. Литиевые источники тока играют ключевую роль в беспилотных устройствах, возобновляемой энергетике, электротранспорте и других сферах. Литий находит своё применение не только в производстве литий-ионных аккумуляторов, но также при изготовлении особо качественных стёкол, керамических изделий, в смазочных материалах, в металлургии и атомной промышленности. Спрос на литий непрерывно растёт и превышает ограниченное его производство, что приводит к повышению его стоимости.

Отставание в производстве лития от его спроса обусловлено сложностью и многоступенчатостью процессов извлечения этого металла из природного и техногенного сырья. Основные запасы лития находятся в морской воде, однако из-за низкой концентрации в этом источнике добыча лития в современных условиях является экономически нецелесообразной. Только небольшая часть лития встречается в более концентрированных и компактных формах, таких как литиевая руда, соляные озера, геотермальные воды и различные техногенные рассолы.

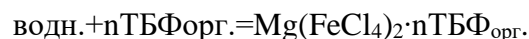
**Анализ литературы и методы.** Долгое время литий добывался преимущественно из руды, но сейчас многие из наиболее прибыльных месторождений уже исчерпаны или активно разрабатываются. На первое место выходят литиевые рассолы, хотя здесь возникает серьёзная проблема с селективным извлечением лития. Эти рассолы чаще правильнее называть натриевыми, кальциевыми или магниевыми, поскольку они в основном содержат именно эти элементы. Концентрация лития в рассолах обычно не превышает 0,5 г/л, в то время как другие щелочные и щелочноземельные металлы могут содержаться в десятках и сотнях граммов. Низкое

содержание лития и его похожесть на свойства других макрокомпонентов рассолов затрудняют его извлечение. Традиционные методы карбонатного осаждения требуют предварительного концентрирования лития и удаления сопутствующих ионов, что становится экономически нецелесообразным в большинстве климатических условий, за исключением аридных регионов.

Минеральное литиевое сырьё как правило классифицируют по содержанию в них тех или иных пород. Примеры литийсодержащих минералов и их характеристики представлены в таблице 1. Амблигонит, эвкрипит, лепидолит, петалит, сподумен и циннвальдит относятся к пегматитам, а гекторит и ядарит – к глиноподобным минералам. С точки зрения промышленности, наибольшую экономическую ценность представляют месторождения, содержащие сподумен — минерал, который занимает лидирующие позиции в мировых запасах лития. Интересно отметить, что в пределах одного месторождения обычно можно обнаружить разнообразные литиевые минералы, среди которых, в частности, выделяется эвкрипит. Этот минерал, обладающий высоким содержанием лития, является результатом естественных геологических процессов и представляет собой вторичный продукт, который формируется в процессе преобразования сподумена. Это разнообразие минералов в месторождении открывает дополнительные возможности для добычи и переработки лития, способствуя более эффективному использованию природных ресурсов и увеличению экономической выгоды для горнодобывающих компаний.

Содержание лития, указанное для каждого минерала, относится к «чистым» образцам; при этом реальное качество месторождения может сильно варьироваться в зависимости от доли пустой породы, наличия других ценных или

мешающих добыче компонентов, транспортной доступности и климатических условий. По этим показателям многие казахстанские месторождения уступают, например, австралийским. Однако истощение наиболее прибыльных месторождений в других странах стимулирует переход к разработке менее рентабельных месторождений, характерных для Казахстана.



2) Промывка, в ходе которой происходит удаление  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{B}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ . Параллельно с промывкой происходит частичное вымывание лития из органической фазы.



3) Реэкстракция, в ходе которой происходит полное удаление  $\text{Li}^+$  из экстракта.

Таблица 1.

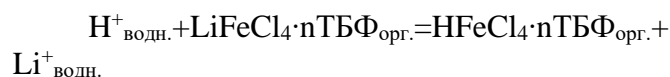
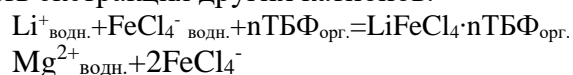
*Общие характеристики литийсодержащих минералов*

Название	Формула	Содержание Li, % масс.	Твёрдость по шкале Мооса	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Эвкрипит	$\text{LiAlSiO}_4$	5,51	6,5	2,6-2,7
Сподумен	$\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$	3,73	6,5-7	3,1-3,2
Петалит	$\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$	2,09	6-6,5	2,4-2,5
Лепидолит	$\text{KLi}_2\text{Al}(\text{Al},\text{Si})_3\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$	3,58	2,5-3	2,8-2,9
Амблигонит	$(\text{Li},\text{Na})\text{AlPO}_4(\text{F},\text{OH})$	3,44	5,5-6	3,0-3,1
Циннвальдит	$\text{KLiFe}_2 + \text{Al}(\text{AlSi}_3)\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$	1,59	3,5-4	2,9-3,0
Жадарит	$\text{LiNaSiB}_3\text{O}_7(\text{OH})$	3,16	4-5	2,5
Гекторит	$\text{Na}_{0,3}(\text{Mg},\text{Li})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	0,53	1-2	2,5

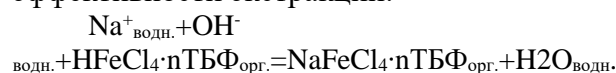
**Результаты и обсуждение.** В настоящее время наблюдается заметный тренд на развитие технологий, ориентированных на избирательное извлечение лития. Эти технологии позволяют значительно снизить энергозатраты на стадии концентрирования рассолов и устранения мешающих ионов. Особенно активно развиваются методы жидкостной экстракции, сорбции и различные мембранные процессы.

С промышленной точки зрения, наиболее перспективным направлением являются методы жидкостной экстракции, так как они позволяют достичь высокой производительности при низких энергозатратах и относительно простом аппаратном оснащении. Процесс экстракции лития системами на основе  $\text{FeCl}_3$  и ТБФ можно разделить на несколько этапов:

1) Экстракция, в ходе которой литий замещает катион в органическом комплексе. Этим катионом может быть не только  $\text{H}^+$ , но и  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , в зависимости от того, подвергалась ли органическая фаза омылению/регенерации перед этапом экстракции. Помимо извлечения лития может происходить экстракция других катионов.



4) Регенерация экстрагента/омыление, в ходе которой экстрагент подвергается обработке щелочами или карбонатами для замещения  $\text{H}^+$  в органическом комплексе на менее литий-конкурентные ионы с целью повышения эффективности экстракции.



Для приготовления водных и модельных растворов использовались безводные соли  $\text{LiSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$  чистотой более 99%, безводные щелочи –  $\text{LiOH}$  (>98,4%),  $\text{NaOH}$  (>99,1%),  $\text{KOH}$  (>95%). Для создания кислой среды, реэкстракции и нейтрализации использовалась соляная кислота «О.С.Ч.» ГОСТ 20-4.

Измерение концентраций катионов щелочных металлов проводилось методом пламенной фотометрии на приборе ФПА-2; методом масс-спектрометрии на приборе Optima ICP-MS. Перед измерением концентрации металлов в водных растворах аликвота анализируемого раствора промывалась чистым гексаном для удаления нелетучих органических примесей с последующей вакуумной сушкой для удаления летучих примесей, после чего полученные

образцы разбавлялись дистиллированной водой. Концентрация металлов в органических фазах определялась путём реэкстракции в 1 моль/л раствор HCl марки «О.С.Ч.». Пробоподготовка полученного реэкстракта проводилась по выше приведённой методике.

Аликвотную часть раствора титровали раствором HCl (0,1 моль/л) в присутствии индикатора бромтимолового синего до перехода цвета индикатора: синий – жёлтый. Вычисление концентрации OH<sup>-</sup> проводилось согласно закону эквивалентов по классической формуле.

ИК-Фурье спектры измеряли на спектрометре JASCO FT/IR-6600 на приставке ATR PRO ONE Technologies с алмазным кристаллом PKS-D1F методом ATR в диапазоне 4000-250 см<sup>-1</sup>.

Водные фазы представляли собой водные растворы солей и/или щелочей в широком диапазоне концентраций. Органические фазы состояли из растворителя и экстрагентов. Экстракция проводилась путём автоматического интенсивного перемешивания на ротаторе водных и органических фаз в закрытых стеклянных виалах в течении 2 минут (предварительно определялось время необходимое для установления экстракционного равновесия). Расслаивание фаз проводили при центрифугировании в течении 5 минут при 6000 об/мин. Из каждой фазы отбирали пробы для определения концентрации катионов металлов. Коэффициенты распределения металлов (D<sub>M</sub>) рассчитывали по формуле:

$$D_M = \frac{[M^+]_{орг}}{[M^+]_{водн}} \quad (1)$$

где [M<sup>+</sup>]<sub>орг.</sub> – равновесная концентрация катионов металла в органической фазе,

[M<sup>+</sup>]<sub>водн.</sub> – равновесная концентрация катионов металла в водной фазе, M<sup>+</sup> – Li<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>.

Коэффициенты разделения металлов (β<sub>Li/M</sub>) рассчитывали по формуле:

$$D_M = \frac{D_{Li}}{D_M} \quad (2)$$

где D<sub>Li</sub> – коэффициент распределения лития, D<sub>M</sub> – коэффициент распределения металла, M – Na<sup>+</sup> или K<sup>+</sup>. При условии, что D<sub>Li</sub> > D<sub>M</sub>.

Степень извлечения лития (X<sub>Li</sub>), полученную при лабораторном моделировании процесса

экстракционного разделения, рассчитывали по формуле:

$$X_{Li} = \frac{C_{Li}^0 - C_{Li}^*}{C_{Li}^0} \cdot 100\% \quad (3)$$

где C<sub>Li</sub> – концентрация лития в равновесной водной фазе

C<sub>Li</sub><sup>0</sup> – концентрация лития в исходном водном рассоле.

Массовую долю металлов (W<sub>i</sub>) для продуктов лабораторного моделирования процесса экстракционного разделения рассчитывали по формуле:

$$W_i = \frac{m_i}{\sum_{i=1}^N} \cdot 100\% \quad (4)$$

где m<sub>i</sub> – масса i-го компонента, N – количество компонентов.

Моделирование процесса экстракционного извлечения лития методом простого противотока проводилось на трёх противоточных ступенях при соотношении объёмов фаз О:В = 1:1 в пластиковых пробирках с завинчивающейся крышкой объёмом 15 см<sup>3</sup> с перемешиванием фаз вручную, водная и органическая фаза подавались порциями по 3 см<sup>3</sup>. Время перемешивания фаз – 2 мин.

Моделирование процесса экстракционного извлечения лития методом полного противотока проводилось на трёх ступенях экстракции, двух ступенях промывки и на одной ступени реэкстракции, в пластиковых пробирках с завинчивающейся крышкой объёмом 15 см<sup>3</sup> с перемешиванием фаз вручную. Время перемешивания фаз – 2 мин. Соотношение объёмов фаз О:В варьировалось.

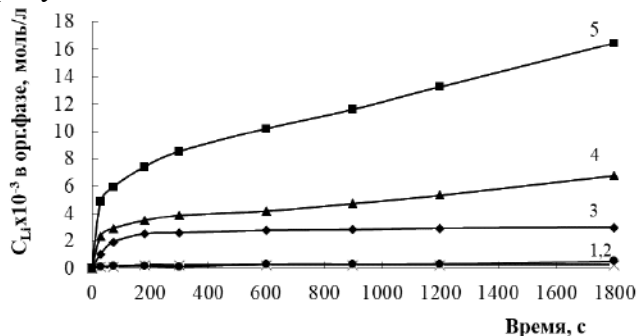
Лабораторный демонстрационный каскад включал 6 единичных центробежных экстракторов ЭЦ33Ф. Использовались перистальтические насосы ВТ100-2J с головкой YZ1515х. Для подачи в каскад водных растворов использовали силиконовые трубки с внутренним диаметром 4 мм, для подачи органических – трубки FLURAN F-5500-A 16#.

Изучение механизма экстракции лития из сернокислых растворов основывается на совокупности таких методов, как измерение межфазного натяжения, изучение кинетики процессов экстракции рения и т.д.

Целью дальнейших исследований явилось

изучение кинетики экстракции лития ТБФ из сернокислых растворов методом диффузионной ячейки [1] с перемешиванием.

Кинетические кривые процесса экстракции лития ТБФ из сернокислых растворов с различной концентрацией рения приведены на рисунке



**Рис.1. Кинетические кривые процесса экстракции лития в зависимости от его концентрации в растворе.**

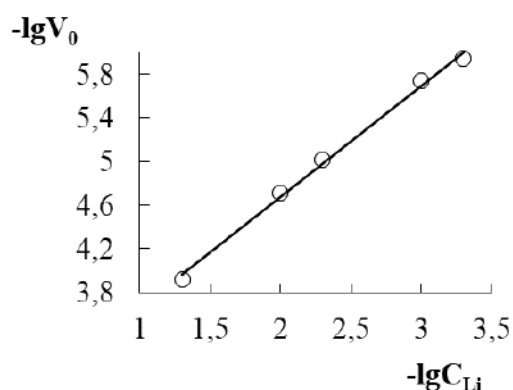
Обозначение кривых –  $C_{Li}$ , моль/л в исходном растворе: 1 - 0,0005; 2 - 0,001; 3 - 0,005; 4 - 0,01; 5 - 0,05.

Кривые показывают, что в начальный момент контактирования фаз наблюдается прямолинейная зависимость содержания лития в экстракте от его концентрации в исходном растворе, что подтверждает гетерогенный характер лимитирующей стадии экстракционного процесса. Постепенно происходит некоторое замедление скорости массообмена и искривление кинетических кривых.

По наклону касательных к кинетическим кривым при  $t \rightarrow 0$  были рассчитаны скорости ( $V_0$ ) лимитирующего поверхностного процесса. Расчет скорости осуществляли по методике, описанной в работе [1].

Кажущаяся скорость, лимитирующая процесс экстракции рения, протекающий на поверхности раздела фаз, увеличивается с ростом его концентрации в исходном растворе (рисунок 2, таблица 2).

Исходя из полученных данных, были рассчитаны кажущиеся константы скорости реакции процесса экстракции лития (таблица 2). Относительное постоянство величин констант в значительном диапазоне концентраций лития в исходном растворе подтверждает первый порядок экстракции по металлу.



**Рис.2. Зависимость скорости экстракции рения от его концентрации в исходном растворе.**

Таблица 2.

**Зависимость скорости и константы скорости экстракции лития от его концентрации в исходном растворе**

Концентрация лития в исходном растворе $C_0$ , моль/л	Скорость экстракции лития $V_0$ , $\times 10^{-5}$ , моль/л·с	Константа скорости экстракции (KS), $\times 10^{-5}$ , м/с
0,0005	0,11	2,20
0,001	0,18	1,80
0,005	0,95	1,90
0,01	1,95	1,95
0,05	12,0	2,40

**Закключение.** Экстракция лития является одним из стратегически важных направлений современной промышленности и технологий. В данном исследовании были проанализированы существующие методы добычи лития, в частности, его извлечение из литиевых руд и техногенных источников. Полученные результаты показывают, что эффективное извлечение лития из природных и вторичных ресурсов с низкой концентрацией остается актуальной проблемой.


В ходе работы была изучена кинетика экстракции лития, а также проанализирована эффективность различных реагентов. В частности, методы экстракции с использованием  $FeCl_3$  и ТБФ показали высокие результаты. Кроме того, были определены оптимальные условия и факторы, влияющие на процесс извлечения лития в лабораторных условиях, что открывает возможности для повышения эффективности промышленного производства.

В целом, исследование вносит важный научный вклад в развитие технологий извлечения лития. В будущем приоритетными направлениями должны стать повышение энергетической эффективности процессов и разработка экологически безопасных методов добычи.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абайдильдинов М.С., Букуров Т.Н., Шарипова А.С., Абишева З.С., Бочевская Е.Г. Изучение кинетики экстракции рения из сульфатно-нитратных растворов //КИМС. - 2002. - № 3 - С. 6 - 11.
2. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. - М., 1974. – С. 35 - 50.
3. Рахимбаев , Б. С., Пирматов , Э. А., & Хасанов , А. С. (2024). ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЛИТИЙСОДЕРЖАЩИХ ХВОСТОВ. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2(4), 25-30. <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.2.4.2024.38>
4. Рахимбаев , Б. С., Хасанов , А. С., & Пирматов , Э. А. (2024). ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЛИТИЕВЫХ РУД. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2(4), 31-38. <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.2.4.2024.39>

УДК: 56.3.574.504:627.1.152.1

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.21

## НЕКОТОРЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТАКЫРНЫХ И ПОДТАКЫРНЫХ ЗОНАХ



**Акимова Азима  
Пердебайевна**

Старший преподаватель,  
Нукусский горный институт при  
Навоинском государственном  
горно-технологическом  
университете, Нукус,  
Каракалпагистан



**Очилов Голибжон  
Ерназар угли**

Доктор философии (PhD) по г.-  
м.н., Заведующий кафедры,  
Ташкентский государственный  
технический университет,  
Ташкент, Узбекистан



**Рахимбаев Отабек  
Давлатбайевич**

Базовый докторант,  
Ташкентский государственный  
технический университет,  
Ташкент, Узбекистан



**Жетписбаева Айзада  
Каус Кизи**

Базовый докторант,  
Ташкентский государственный  
технический университет,  
Ташкент, Узбекистан.

**Аннотация.** В статье посвящена исследованию природных факторов, которые в той или иной степени способствуют формированию линз пресных грунтовых вод в толщах известняках и мергелях неогеновых отложений. По результатам исследований установлены изменения засоленности грунтов по глубине и выявлено возможность искусственного накопления питьевого и промышленного назначения подземных вод, способом строительства искусственных сооружений, и подземных резервуарах в трещиноватых и закарстованных горных породах.

**Ключевые слова:** такыры, зоны аэрации, атмосферные осадки, глинистые почвы пустынь, эрозионно-аккумулятивный тип рельефа, засоленности грунтов, трещиноватость, закарстованность.

## TAQIR VA TAQIR OSTI ZONALARIDA YER OSTI SUVLARINING SHAKLLANISHI BA'ZI OMILLARI

**Akimova Azima  
Perdebayevna**

Katta o'qituvchi, Navoiy davlat  
konchilik va texnologiyalar  
universiteti huzuridagi Nukus  
konchilik instituti, Nukus,  
Qoraqalpog'iston

**Ochilov G'olibjon  
Ernazar o'g'li**

Geologiya-mineralogiya fanlari  
bo'yicha falsafa doktori (PhD),  
Kafedra mudiri, Toshkent davlat  
texnika universiteti, Toshkent,  
O'zbekiston

**Raximbayev Otabek  
Davlatbayevich**

Tayanch doktorant, Toshkent davlat  
texnika universiteti, Toshkent,  
O'zbekiston

**Jetpisbayeva Ayzada  
Qauis Kizi**

Tayanch doktorant, Toshkent davlat  
texnika universiteti, Toshkent,  
O'zbekiston

**Аннотация.** Мақола у ёки бу даражада неоген конларининг оҳактош ва мергел қатламларида yer osti suvlari linzalarini shakllantirishga hissa qo'shadigan tabiiy omillarni o'rganishga bag'ishlangan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, tuproqlarning sho'rlanishida chuqur o'zgarishlar aniqlandi va ichimlik va to'yingan yer osti suvlarini sun'iy inshootlarni qurish usuli bilan, singan va karst jinlarida yer osti suv omborlarini sun'iy ravishda to'plash imkoniyati aniqlandi.

**Калит со'злар:** takirlar, ayeratsiya zonalari, atmosfera yog'inlari, cho'llarning loy tuproqlari, yeroziv-akkumulyativ relef turi, tuproqlarning sho'rlanishi, sinishi, karst.

## SOME FACTORS ARE THE FORMATION OF GROUNDWATER IN THE TAKYR AND PODTAKYR ZONES

**Akimova Azima  
Perdebayevna**

Senior Lecturer, Nukus Mining  
Institute under Navoi State Mining  
and Technology University, Nukus,  
Karakalpakstan

**Ochilov Golibjon  
Ernazar ugli**

PhD in Geological and  
Mineralogical Sciences, Head of the  
Department, Tashkent State  
Technical University, Tashkent,  
Uzbekistan

**Rakhimbaev Otabek  
Davlatbaevich**

Basic Doctoral Student, Tashkent  
State Technical University,  
Tashkent, Uzbekistan

**Jetpisbaeva Ayzada  
Qauis kizi**

Basic Doctoral Student, Tashkent  
State Technical University,  
Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** The article is devoted to the study of natural factors that, to one degree or another, contribute to the formation of lenses of fresh groundwater in limestone and marl strata of Neogene deposits. According to the results of the research, changes in the salinity of soils in depth have been established and the possibility of artificial accumulation of drinking and saturated groundwater, by the method of construction of artificial structures, and underground reservoirs in fractured and karst rocks has been revealed.

**Keywords:** takyrs, aeration zones, atmospheric precipitation, clay soils of deserts, erosive-accumulative type of relief, salinity of soils, fracturing, karst.

**Введение.** Как известно, одна из интереснейших тайн природы пресные подземные воды пустынных территорий во многом не разгадана до сих пор. Основа сути решения вопроса заключена в противоречии между фактом нахождения пресных подземных вод в пустыне, имеющих исключительно хозяйственную ценность, и жарким засушливым климатом, приводящим неизбежному засолению их.

В основном, влияние климата на подземные воды Каракалпакского Устюрта осуществляется через зоны аэрации [1]. Поэтому появление пресной воды в пустыне Устюрта во многом сводится к решению более узкого вопроса о процессе накопления атмосферных осадков через поверхности такырных и подтакырных вод в зоне аэрации.

Целью настоящей работы является изучение особенностей подтакырных подземных вод Каракалпакского Устюрта как процесса водообмена, так и поискам, и разведке пресных вод с оценкой их возобновляемых ресурсов.

В связи полного отсутствия в Каракалпакском Устюрте поверхностных водотоков, изучение источников водоснабжения и орошения приобретает актуальное решение проблемы. Выявление источников водоснабжения, распространения и формирования их на территории такырах Устюрта, определение специфики гидродинамических усло-

вий предопределяются новыми, дополнительными возможностями обеспечения промышленности и народного хозяйства стоковыми и подтакырными водами.

Работа представляет собой практический интерес, предназначенный прежде всего для работающих в области водоснабжения в условиях пустынь ряда мелких потребителей воды, в том числе и отгонное животноводство Устюрта.

**Обсуждение результатов.** Первые обобщающие исследования подземных вод Устюрта изложены в исследованиях О.С. Вялова «Гидрогеологический очерк Устюрта». В 1960–1972 гг. в Узбекистане подземные воды изучались при проведении гидрогеологических съёмок при этом особое внимание уделялось верхней части гидрогеологического разреза (В.А.Гейнц, Г.А.Мавлянов, Х.Т.Туляганов, Н.Н.Ходжибаев, В.Г.Тихомиров, А.М.Акрамходжаев, К.С.Садыков, Г.Г.Куликов, А.С.Вишняков, В.Н.Соколов, В.В.Красников и др.). Общие вопросы формирования линз пресных вод под крупными подпесчаными барханами Каракумов, изучен достаточно хорошо [4].

Согласно гидрогеологическим исследованиям, на территории Устюрта частично решён вопросы технического водоснабжения нефтегазовых разведочных и добывающих предприятий за счёт эксплуатации подземных вод меловых отложений. В южной части района

исследования воды этих отложений самоизливом выходят на поверхность с расходом 50 л/с минерализацией не более 10 г/л. [2,3,4]. Как показали исследования, подземные воды указанной территории повсеместно солоноватые и не пригодны для этих целей. Лишь на отдельных своеобразных участках с односторонним направлением поверхностного стока на такыры выявлено развитие небольших линз, формирующихся в естественных условиях после паводков.

Для достижения целей необходимо изучить геоморфологические, гидрогеологические условия, состояние и литологическое строение возможных участков под проектирования инженерных сооружений в виде «ловушек», климатические условия района исследования, наличие такыров с достаточной площадью питания и областью обеспечения их атмосферной водой. Такыры – это глинистые почвы пустынь, лишенные растительности с паркет образной поверхностью, в сухое время разбитой сетью трещин на многочисленные полигональные отдельности. Они широко распространены в

пустынях Центральной Азии, Африки, Северной Америки, Австралии и мн.др. континентах. Они являются почвой пустынь с аридным резко контрастным по температурным условиям, где годовая норма осадков не превышает 150-200 мм.

Такыры Устюрта приурочены пониженным частям, аллювиальным равнинам, котловинам, понижениям плато и встречаются пятнами образуя крупные массивы. Они образуются вследствие периодического заливания территории атмосферными осадками, несущие взвешенный материал и соли, и низкий уровень или вовсе отсутствия грунтовых вод. Характерная особенность такыров – сочетание плоских участков с отдельными разбросанными холмами мягких пологих возвышенностей от 5-7 до 10-15 м. редко встречаются замкнутые понижения, изолированные друг от друга возвышенностями. Со склонов возвышенностей атмосферными осадками смываются выветренный материал, вследствие чего более тонкий материал – мелкозём накапливается на плоском дне понижений. С геоморфологической точки зре-

Таблица

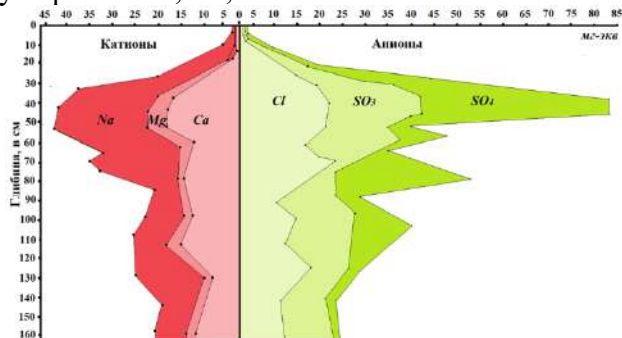
**Сводный геолого-литологический разрез и характеристика и инженерно-геологические свойства такырного участка Устюрта (составила А.П.Акимова, 2024 г.)**

Возраст	Геолого-литологический разрез	Литологическая характеристика и инженерно-геологические свойства
var Q <sub>IV</sub>		Разрез представлен пылеватыми супесями, обломками плохо окатанных галек из мергелей, глин (0,5-1,0 см) и тонкими прослоями мелкозернистого песка (1,5-2,0 см), плотные, серовато-палевого цвета. Сильно засоленные, сверху разреза в виде порошка с глубиной представлены в виде кристаллов. Мощность их составляет 30-45 см. Ниже залегают разнозернистые пески с редким включением гравия и с глубиной пески переходят в крупнозернистые с переслаиванием гравия, супесей, мелко зернистого песка с включением плохо окатанных галек и пластинками солей гипса, галита. Мощность их составляет от 3-4 до 5-7 м. Засоленность определялись по отношению натрия к хлору: хлоридный тип 1,5 мг-экв; сульфатно-хлоридный 1,5-2,0 мг-экв; хлоридно-сульфатный 2,0-6,0 мг-экв; Ниже по разрезу представлен комплекс мергелисто-известковистых пород миоценового возраста. Нижней части разреза известняки с прослоями мергелей, редко глин, гипсов и песчаников. Известняки представлены ракушечниками серого цвета, пористые, трещиноватые, кавернозные, по химическому составу однородные. Пределы прочности на сжатия от 0,24 до 1,67 МПа
N <sub>2</sub> S		

ния подобные формы относятся современному эрозионно-аккумулятивному типу рельефа. Исходя из вышесказанного, следует отметить, что такырные участки в пределах в Устюрт приурочены к определенным типам рельефа и их образование обусловлено геолого-тектоническим строением, геоморфологией, неотектоникой и климатическими условиями территории [1,5,6].

В целом генезис поверхностей такыровидных участков нами картировались как эолово-делювиальные пылеватые супеси, с обломками плохо окатанных галек из мергелей, глин (0,5-1,0 см) и тонкими прослоями мелкозернистого песка (1,5-2,0 см), плотные, сероватопалевого цвета. Ниже залегают аллювиально-пролювиальные песчано-гравийные отложения (таблица).

Проведенные полевые исследования по картированию такырных участков установлено засоленность, которая является одним из основных факторов, влияющих на инженерно-геологические свойства грунтов. В период проходки шурфов отобраны образцы пород бороздовым способом. Они отбирались через 0,5 м интервале. Засоленность и тип засоленности определяли по результатам химического анализа водных вытяжек. По результатам исследований с использованием фондовых и литературных материалов составлены графики изменения засоленности грунтов (рис.1). На исследуемой территории по характеру засоления для трёхметровой толщи такырных участков выделены слабозасоленные, средnezасоленные, сильнозасоленные, а по типу -хлоридный 1,5 мг-экв; сульфатно-хлоридный 1,5-2,0 мг-экв; хлоридно-сульфатный 2,0-6,0 мг-экв.



**Рис.1. Изменение солевого состава такырного участка по глубине (составила А.П.Акимова, 2024 г.).**

Исходя из вышеизложенного можно констатировать о том, что на такырных участках соленакопление наблюдается на глубине от 0,4 до 0,8 м (рис.1, табл.1). Это связано с низкой фильтрационной способностью грунтовых условий, где основной источник поверхностных вод проявляется во время интенсивных годовых паводков во время сентября по май месяцы.

В прошлом веке 1960-70 гг. в процессе ирригации и мелиорации большое значение имело состав и содержание легкорастворимых солей в такырных участках Устюрта. Нами в период проведения инженерно-геологических съёмок картированием выявлены сооружения искусственного сбора такырных и подтакырных вод [1,5,6]. Эти сооружения датированы строителями 1969 годом на железобетонных покрытиях (рис.2). А также обнаружены искусственный водопой для животных сооруженный очень простым способом. Например, изображенный на рисунке 2 -Д котлован на площади примерно 300-500 м<sup>2</sup> с юга и с северной стороны сооружен искусственная дамба из местного материала. По всему периметру наблюдаются следы пребывания животных и пернаты птиц для водопоя.



**Рис.2. Искусственное сооружение такырных вод (А, Б), подтакырных вод из колодцев (В, Г) и (Д) космический снимок искусственного водоема на территории Южного Устюрта (фото А.П.Акимовой, 2024 г.)**

Вышесказанное ещё раз свидетельствует о том, что метод сбора дождевых вод заключается в использовании непроницаемости глинистых поверхностей – такыров, используется при строительстве сардоб в пустынных условиях. Благодаря его плотной поверхности, большая часть атмосферных осадков, выпадающих на такыры, собирается на пониженных участках такыра, где и строится сардоба (рис.3). периметр и дно по краям такыра покрыта зеленым растением в виде кустарников, саксаулов, верблюжьими колючками и солеросами.

Этим растениям и сине-зелёным и диатомовым водорослям большая роль принадлежит в формировании такыров. В процессе жизнедеятельности эти растения и водоросли значительно подщелачивают среду и активно разрушают алюмосиликатную тонкодисперсную часть почвы своими жизненными выделениями. При этом водоросли оказывают влияние и на формирование поверхностной пористой корки такыров:



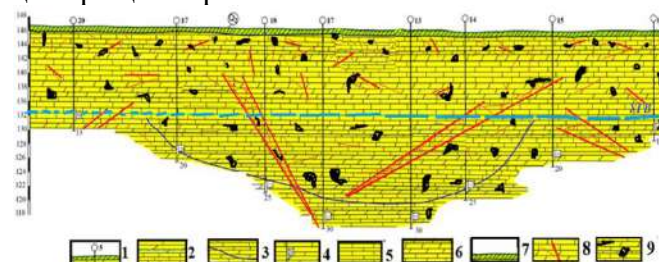
**Рис. 3. Высохший искусственный водоём на территории Южной части Устюрта (фото А.П.Акимовой, 2024 г.)**

- потребляя в процессе фотосинтеза  $CO_2$ , они способствуют переводу гидрокарбонатов кальция в карбонаты и цементации корки;

- выделяя кислород, водоросли обуславливают возникновение пористого сложения корки.

Таким образом, существенным моментом при выполнении комплексных исследований условий формирования подтакырных подземных вод является выявление наиболее проницаемых зон, таких как выветренные зоны трещинообразования и ослабленные зоны разломов (табл.1). Так, в частности, примерами народной технологии и гидротехники являются сбор и хранение дождевых вод в сардобах, колодцах-чирле; использование поверхностного атмосферного стока; строительство буровых колодцев с механическим подъемом воды.

Ниже по разрезу под такырным и такыровидным плотным слоем представлен верхнемиоценовые трещиноватые, закарстованные известняки и мергели (рис.4). Трещиноватость этих горных пород является результатом неотектонической обстановки и зоны выветривания данного региона. Изменения в этой зоне, в основном, связаны с расширением естественных трещин и реже – с образованием новых, что в целом приводит к увеличению водопроницаемости пород. Изменения в результате химического выветривания наблюдаются на границах трещин и разломов.



**Рис. 4. Схематический разрез такыра Каракалпакского Устюрта (составил К.М.Джаксымуратов, Г.Э.Очилов):**

- 1 – скважина и её номер; 2 – уровень грунтовых вод; 3 – нижняя зона активного водообмена; 4 – глубина заложения фильтра; 5 – известняки; 6 – мергели; 7 – супесчаные отложения с включением гравия; 8 – трещины; 9 – карстовые полости

Обломочная зона представлена породами,

нарушенными интенсивной трещиноватостью в результате физического, химического выветривания. Для этой зоны характерна большая неоднородность по всем показателям физических и физико-механических свойств: трещиноватости, водо- и газопроницаемости, прочности и деформируемости. Эти показатели могут отличаться в пределах зоны более чем на порядок. Так как подобное расчленение является инженерно-геологической схематизацией и главные признаки выделенной зоны определяют ее поведение при взаимодействии с другими средами, в том числе с инфильтруемыми подземными водами, то по аналогии с массивами не выветренных пород к обломочной зоне следует относить породы, которые по современной классификации грунтов принадлежат к классу обломочных. Верхняя зона представлена практически новым геологическим образованием, коренным образом отличающимся от материнской породы по составу, состоянию и свойствам. В этой зоне преобладают вторичные глинистые минералы, образовавшиеся в результате выветривания, здесь накапливаются гипс, карбонаты, окислы железа.

**Выводы.** Таким образом, исследование направлено на изучение природных факторов, которые в той или иной степени способствуют формированию линз пресных грунтовых вод в толщах известняках и мергелях неогеновых

отложений. При этом наиболее существенным моментом в процессе выполнения комплексного исследования является то, что искусственное формирование подтакрырных пресных вод на участках, где имеют место выветренные, закарстованные и трещиноватые горные породы. Глубина проницаемых зон или выветривания, желательна, не должна превышать 50 м.

Исследованиями такырных участков Южной части Каракалпакского Устюрта выявлено возможность искусственного накопления питьевого и промышленного назначения поверхностных и подземных вод как способом строительства поверхностных искусственных сооружений так, и подземных резервуарах в трещиноватых и закарстованных горных породах.

В настоящее время необходимо применять меры по сохранению такырных площадей от разрушений. На территории Каракалпакского Устюрта из-за отсутствия постоянных дорог движение транспортных средств осуществляется повсеместно по такырным площадям, наиболее ровным и удобным для проезда. В связи с этим необходимо детально изучать такырные участки, наиболее пригодные для водоснабжения, и упорядочить движение транспорта, запретив движение на такырах, как на источнике водоснабжения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джаксымуратоа К.М. Оценка гидрогеологических условий зон активного водообмена для комплексного использования подземных вод (на примере каракалпакского Устюрта). Дисс.на соискан. док. наук (DSc) по геол.-мин. наукам, Ташкент, 2023, 188с.
2. Куликов Г.В. Устюртской артезианский бассейн. Ташкент: Фан,1975,120 с.
3. Богданов А.Н., Хмыров П.В. История развития и современное состояние сырьевой базы углеводородов Устюртского региона. М.: Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2022. - Т.17. - №1, С.3-18.
4. Кунин В.Н., Лещинский Г.Т. Временный поверхностный сток и искусственное формирование грунтовых вод в пустыне. М., АН СССР, 1960,98с.
5. Джаксымуратов К.М., Есенбаев Г.Р., Закиров М.М., Бегимкулов Д.К., Худойбердиев Т.М. Моделирование подземных вод зоны активного водообмена участка Уру Каракалпакского Устюрта. Ташкент: Вестник НУ, № 3/2, -С.229-234.
6. Джаксымуратов К.М., Закиров М.М., Бегимкулов Д.К., Худойбердиев Т.М., Очиллов Г.Э. Модель формирования подземных вод в Каракалпакском Устюрте. 26-Медународная научно-практическая Конференция «Инновация-22». Ташкент, ТГТУ, с.560-567.

UO‘K: 622.765.2

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.27

## XONDIZA BOYITISH FABRIKASINING MIS, QO‘RG‘OSHIN VA RUX KONSENTRATLARINI ISHLAB CHIQRISH SAMARADORLIGINI OSHIRISHDAGI TEXNOLOGIK YONDASHUVLAR



**Xasanov Abdirashid  
Saliyevich**

*“Olmaliq KMK” AJ bosh  
muhandisining ilm-fan bo‘yicha  
o‘rinbosari, texnika fanlari doktori,  
professor, Olmaliq, O‘zbekiston*



**Eshonkulov Uchqun  
Xudaynazar o‘g‘li**

*Qarshi davlat texnika universiteti  
“Geologiya va konchilik ishi”  
kafedrasi, texnika fanlari falsafa  
doktori, dotsent,  
Qarshi, O‘zbekiston*



**Soatov Bekzod Shokir  
o‘g‘li**

*Termiz davlat muhandislik va  
agrotexnologiyalar universiteti  
“Neft-gaz va konchilik ishi”  
kafedrasi assistenti,  
Termiz, O‘zbekiston*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada Xondiza boyitish fabrikasining texnologik jarayonlari, qayta ishlash samaradorligini oshirish uchun qo‘llanilgan usullar va amalga oshirilgan rekonstruksiya ishlari yoritilgan. Fabrika polimetall rudalarini boyitishda mis, qo‘rg‘oshin va rux konsentratlarini ishlab chiqarishga ixtisoslashgan bo‘lib, bu jarayon bir necha bosqichli flotatsiya texnologiyasiga asoslangan. 2016–2018 yillarda amalga oshirilgan rekonstruksiya ishlari natijasida texnologik jarayonlar samaradorligi oshib, konsentratlarda metallar tarkibi yaxshilandi. Xususan, mis boyitma tarkibidagi mis miqdori 14,15% ga oshirildi, qo‘rg‘oshin va rux boyitmalarida esa sezilarli o‘zgarishlar kuzatildi. Fabrikada qo‘llanilayotgan innovatsion texnologiyalar chiqindi tarkibidagi metall yo‘qotishlarini kamaytirish va mahsulot sifatini oshirish imkonini berdi. Mazkur tajriba konchilik va metallurgiya sanoati uchun muhim ahamiyatga ega bo‘lib, ilg‘or ishlab chiqarish texnologiyalari va jarayonlarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

**Kalit so‘zlar:** Mis, rux, qo‘rg‘oshin, fabrika, boyitish, flotatsiya, polimetall, metallurgiya, maydalash, jarayon, konsentrat, filtr, maydalash, yanchilish, mahsulot, nasos, metallquyultirgich.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МЕДНЫХ, СВИНЦОВЫХ И ЦИНКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ НА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКЕ ХОНДИЗА

**Хасанов Абдирашид  
Салиевич**

*Заместитель главного инженера  
по науке АО “Алмалыкский ГМК,”  
доктор технических наук,  
профессор, Алмалык, Узбекистан*

**Эшонкулов Учкун  
Худойназар угли**

*Каршинский государственный  
технический университет,  
кафедра «Геология и горное  
дело», доктор философии по  
техническим наукам, доцент,  
Карши, Узбекистан*

**Соатов Бекзод Шокир  
угли**

*Ассистент кафедры «Нефть, газ  
и горное дело» Термезского  
государственного университета  
инженерии и агротехнологий,  
Термез, Узбекистан*

**Аннотация.** В данной статье освещены технологические процессы на обогатительной фабрике Хондиза, методы, примененные для повышения эффективности переработки, и выполненные реконструкционные работы. Фабрика специализируется на обогащении полиметаллических руд

и производстве медных, свинцовых и цинковых концентратов, что осуществляется на основе многоступенчатой технологии флотации. В результате реконструкционных работ, проведенных в 2016–2018 годах, повысилась эффективность технологических процессов и улучшился состав металлов в концентратах. В частности, содержание меди в медном концентрате увеличилось на 14,15%, а в свинцовых и цинковых концентратах были отмечены значительные изменения. Применяемые на фабрике инновационные технологии позволили снизить потери металлов в отходах и улучшить качество продукции. Этот опыт имеет важное значение для горнодобывающей и металлургической отраслей, способствуя развитию передовых технологий и производственных процессов.

**Ключевые слова:** медь, цинк, свинец, фабрика, обогащение, флотация, полиметалл, металлургия, измельчение, процесс, концентрат, фильтр, дробление, шлам, продукция, насос, металл, сгущение.

## **TECHNOLOGICAL APPROACHES TO ENHANCING THE EFFICIENCY OF COPPER, LEAD, AND ZINC CONCENTRATE PRODUCTION AT THE KHONDIZA PROCESSING PLANT**

**Khasanov Abdirashid  
Saliyevich**

*Deputy Chief Engineer for Science  
of JSC "Almalyk MMC," Doctor of  
Technical Sciences, Professor,  
Almalyk, Uzbekistan*

**Eshonkulov Uchkun  
Khudaynazar ugli**

*Department of "Geology and  
Mining" of Karshi State Technical  
University, Doctor of Philosophy in  
Technical Sciences, Docent  
Karshi, Uzbekistan*

**Soatov Bekzod Shokir  
ugli**

*Assistant of the Department of "Oil  
and Gas and Mining" of the Termez  
State University of Engineering and  
Agrotechnologies, Termez,  
Uzbekistan*

**Abstract.** This article highlights the technological processes of the Khondiza Processing Plant, the methods applied to enhance processing efficiency, and the reconstruction works carried out. The plant specializes in the beneficiation of polymetallic ores to produce copper, lead, and zinc concentrates, utilizing a multi-stage flotation technology. As a result of reconstruction works implemented between 2016 and 2018, the efficiency of technological processes improved, and the metal content in the concentrates was enhanced. In particular, the copper content in copper concentrates increased by 14.15%, while significant changes were observed in lead and zinc concentrates. The innovative technologies adopted at the plant have reduced metal losses in waste and improved product quality. This experience is of great importance to the mining and metallurgical industries, contributing to the development of advanced production technologies and processes.

**Keywords:** Copper, zinc, lead, plant, beneficiation, flotation, polymetallic, metallurgy, crushing, process, concentrate, filter, grinding, product, pump, smelter.

**Kirish.** Dastlab 2010 yilning dekabr oyida Xondiza boyitish fabrikasida dastlabki konsentratlar olinishi yo'lg'a qo'yildi, oradan bir yil o'tib ya'ni 2011 yilning may oyida esa Xondiza boyitish fabrikasining rasman ochilish marosimi bo'ldi.

Xondiza boyitish fabrikasi polimetall rudalarini qayta ishlab mis, rux va qo'rg'oshin boyitmalarini ishlab chiqarishga ixtisoslashgan. Boyitish fabrikasi bir necha bosqichli texnologik jarayonlarni o'zida mujassam etuvchi, kollektiv va selektiv flotatsiyalash amalga oshiriladigan O'rta Osiyodagi yagona boyitish korxonasi hisoblanadi [2].

Flotatsiya bo'linmasi bir seksiya bilan taqdim etilgan. Rudani boyitish kollektiv va sellektiv flotatsiya usulida amalga oshiriladi.

Fabrika ko'p turdagi (polemetall) rudalarni boyitishdan to mis (Cu), rux (Zn), qo'rg'oshin (Pb) konsentratlarini ishlab chiqarishgacha bo'lgan jarayon bilan shug'ullanadi.

Mis-qo'rg'oshin-rux polimetall rudalarini qayta ishlashga ixtisoslashgan Xondiza boyitish fabrikasi foydalanishga topshirilganidan keyingi o'tgan davr ichida nafaqat loyiha quvvatlariga chiqish, balki ishlab chiqarish tizimini tubdan takomil-

lashtirishga erishgan korxonalar sirasiga kiradi. Jumladan, 2015 yil yakunida Olmaliq kon-metallurgiya kombinati mutaxassisleri tomonidan konsentratlarda metallar miqdorini oshirish maqsadida olib borilgan tadbirlar tezda o'z samarasini berdi [1]. Ruxni flotatsiyalash uchun qo'shimcha kameralarning o'rnatilishi ushbu bo'g'in ko'rsatkichlarini yaxshilash bilan bir qatorda misning seleksiyalanishini yanada ko'payishiga xizmat qildi. [2] Birgina ushbu tadbirning o'zi rux konsentratida metall miqdorini o'rtacha 3-4% gacha ortishiga zamin yaratdi.

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** Fabrika ishlab chiqarish tizimiga nazar tashlar ekanmiz, u maydalash, flotatsiyalash, quyuqlashtirish, mis, rux, qo'rg'oshin konsentratlarini flotatsiyalash va mis-qo'rg'oshin konsentratlarini saralab olish bosqichlarini o'z ichiga olganiga guvoh bo'lamiz. Texnologik jarayonlar uch bosqichda rudalar maydalanishini nazarda tutadi. Asosiy va nazorat flotatsiyasi hamda kollektiv konsentratlarni qayta tozalash bo'g'inlarida yuqori natijalarga erishilmoqda. Ishlab chiqarish jarayonlarining so'nggi bosqichlaridan biri hisoblanuvchi suvsizlantirish bo'limi IJ-15 rusumli 7 ta quyuqlashtirgich va 3 ta Diemma filtr-presslari bilan jihozlangan [3].

Mis, qo'rg'oshin va rux konsentratlari nasoslar yordamida quyuqlashtirilish uchun quyuqlashtirish uskunalariga yuboriladi. Quyuqlashtirish uskunalarida jarayonlar izchil amalga oshiriladi. Filtr-presslarda suvsizlantirilgan konsentratlar bo'lmalarga to'kilishi va u yerdan avtotransport vositalariga ortib berilishi bilan fabrikaning texnologik jarayonlari o'z yakuniga yetkaziladi.

Boyitish fabrikasining asosiy inshootlari quyidagilar hisoblanadi:

1. Maydalash (maydalash uchastkasi).
2. Qabul qilish bunkerlari.
3. Boyitish korpusi (asosiy korpus).
4. Reagentlar tayyorlash korpusi.
5. Suv ta'minoti inshootlari.
6. Quyultirgichlar.
7. Ma'muriy-maishiy inshoot.

Flotatsiya jarayoni uchun talab etiladigan bo'tananing 75% i -0.071 mm kattalikda yanchilishiga uch bosqichda erishiladi.

Sikloraliq flotatsiya chiqindisi №214 (ГрАК 350/40) nasos zumpfiga, III bosqichdagi maydalashga yo'naltiriladi. III bosqich uchun 22 m<sup>3</sup>

hajmli sharli tegirmon (II bosqichli tegirmonli bir tipdagi МШЦ 3,2x3,1) ko'zda tutilgan. III bosqichdagi sikloraliq flotatsiya chiqindisi, nazorat mis-qo'rg'oshin flotatsiya konsentratlari va tegirmondan chiqayotgan mahsulotning tasniflanishi to'rtta ГЦР-500 gidrosiklonlardan batareyada amalga oshiriladi. ГЦР-500 gidrosiklonlarning mayda fraksiyasi asosiy mis-qo'rg'oshinli kollektiv flotatsiyaga kelib tushadi [5].

Kollektiv flotatsiya siklida mis-qo'rg'oshin konsentratini oxirigacha maydalash operatsiyasi ko'zda tutilgan. Oxirigacha maydalashga sikloraliq va asosiy mis-qo'rg'oshin flotatsiyasining ko'pikli mahsulot (konsentrat) lari yo'naltiriladi. Oxirigacha maydalash uchun ikkita ГЦР-360 gidrosiklonlar bilan yopik siklda ishlaydigan МШЦ 2,7x3,6 B=17,5 m<sup>3</sup> sharli tegirmon qabul qilingan. ГЦР-360 gidrosiklonning mayda fraksiyasi (to'kilmasi) quvurlar orqali oqib, mis-qo'rg'oshin konsentratini ikki bosqichli qayta tozalashga yo'naltiriladi.

Tayyor konsentratlar nasoslari bilan (mis, qo'rg'oshin va rux konsentratlarini quyultirish uchun) quyultirgichlariga o'tkaziladi.

Barcha mahsulotlar uchun 60 m<sup>2</sup> samarali tindirish maydoniga ega bo'lgan IJ-15M2 tipi o'lchamidagi quyultirgichlar: kollektiv konsentratni quyultirish va yuvish uchun – ikkita quyultirgich, rux konsentratini quyultirish uchun - ikkita quyultirgich. Quyultirgichlar ochiq havoda joylastirilgan. Barcha quyultirgichlarning tindirilgan oqava suvlari maxsus quvurlar orqali boyitish fabrikasi chiqindixonasiga yo'naltiriladi.

Quyultirilgan konsentratlar 25 m<sup>3</sup> hajmli filtrlash bo'linmasi orqali chanlarga yetqaziladi. Filtrlash uchun vertikal plastinali filtr-presslardan foydalaniladi. Filtr-presslar konsentratlarning namlik darajasini 8-12% ga tushirish imkonini beradi. Bu qayta ishlash texnologik zanjiridan quritishni chiqarib tashlash imkonini beradi [4].

**Natijalar.** O'tgan yillar mobaynida boyitish fabrikasini kengaytirish va rivojlantirish maqsadida bir qancha rekonstruksiya ishlari amalga oshirildi. Rekonstruksiya otirichno-flotatsion kompleks, Mis flotatsiyasiga oraliq folotatsiyasi hamda quyultirish qozonlari qo'shildi.

Mis flotatsiyasida sig'imi 1,2 kub bo'lgan 6 ta ФПМ o'rniga sig'imi 3,2 kubli 3 ta ФПМga almashtirildi.

Mis-qo'rg'oshin flotatsiyasida 3,2 kubli 4 ta

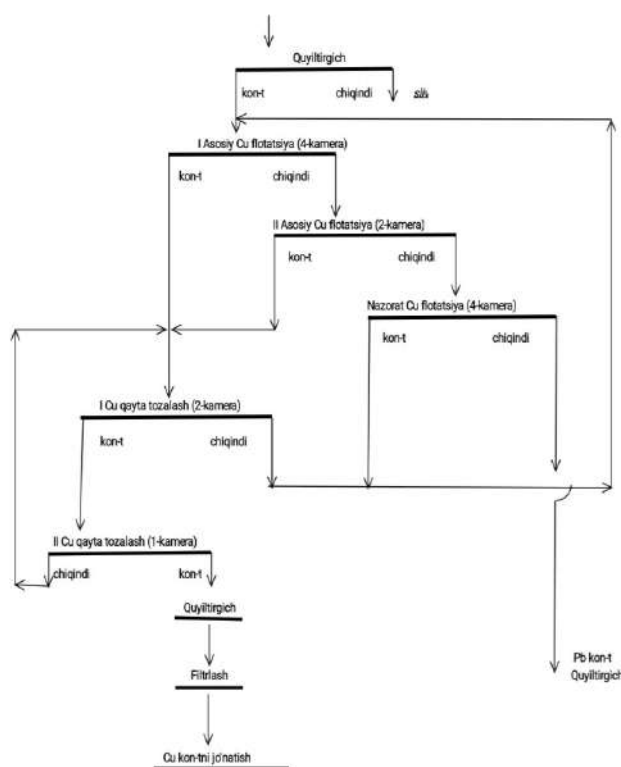
ФПМ оʻrnatilib, (sanoat mahsuloti) oraliq flotatsiyasi tashkil qilindi. Natijada flotatsiya jarayoni vaqti uzaydi.

Kengaytirish va rekonstruksiya ishlarining samarali olib borilishi natijasida, chiqindi tarkibida metallar pasayishi hamda boyitmalar olishning oshishiga erishildi.

Quyultirgich oqava suvlarida metallarni mexanik yoʻqotishlarining oldini olish maqsadida qushimcha 1-dona quyultirgich qurildi.

2017 yilda mis flotatsiyasiga oʻzgarish kiritilib, oraliq flotatsiyasini nazorat flotatsiya sifatida, nazorat flotatsiyasini 2-asosiy flotatsiya sifatida ishlatish yoʻlga qoʻyildi. Natijada flotatsiya jarayoni vaqti uzaytirildi. Bu oʻzgarishlar natijasida mis ajratib olish oʻrtacha 10-12% ga, yaʼni 42 % dan 54% gacha oshdi.

2018 yilda 1-mis qayta tozalash chiqindilari va nazoratdagi koʻpikli mahsulot materiallari qaytarib quyultirgichga uzatilib, takroriy tozalash ishlari oʻtkazila boshlandi. Natijada ajratib olish oʻrtacha 2% ga, yaʼni 54% dan 56% gacha oshishiga erishildi.



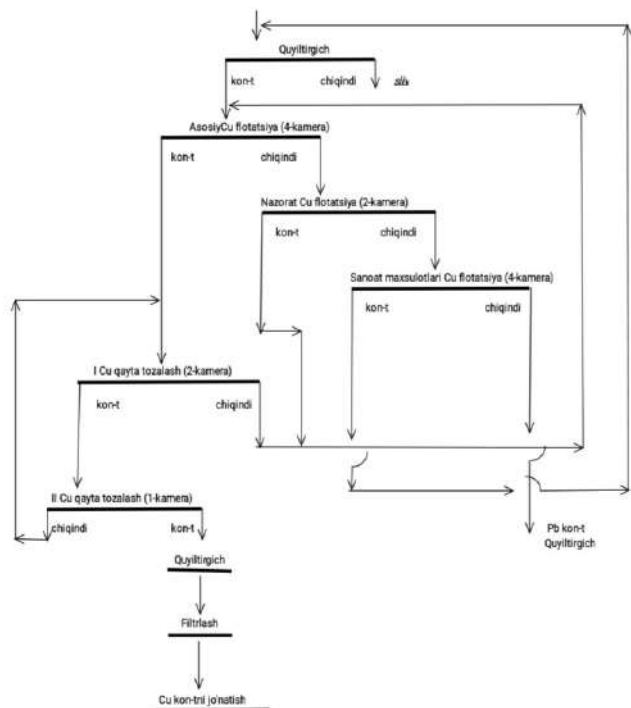
**2-rasm. Mis flotatsiyasining sxemasi (rekonstruksiya keyin).**

Boyitish fabrikasi rekonstruksiya qilishdan oldingi va keyingi jarayonlarda mis, rux va qoʻrgʻoshinlarning boyitmalarining taqqoslama koʻrsatkichlari jadval koʻrinishida.

1-jadval

**Texnologik sxema oʻzgarishidan oldin va keyin asosiy koʻrsatkichlar**

No	Nomlanishi	Oʻl. Bir.	Texnologik sxema oʻzgarishidan oldin	Texnologik sxema oʻzgarishidan keyin	(-Kamayish; + koʻpayish)
1	Qayta ishlangan ruda	tn.	394 361	1 934 718	+1 540 357
2	Qayta ishlangan rudadagi misning % miqdori	%	0,55	0,61	+0.06
2.1	Mis metalini ajratib olinishi (извлечени я)	%	41,70	55,85	+14,15
2.2	Mis boyitmasi tarkibidagi mis metali	tn.	905,7	6 553,1	+5 648,1



**1-rasm. Mis flotatsiyasining sxemasi (rekonstruksiya oldin).**

2.3	Mis boyitmasi olinishi (выпуск)	tn.	5 094	33 765	+28 671
3	Qayta ishlangan rudadagi qo'rg'oshin ning tarkibi	%	2,03	2,16	+013
3.1	Qo'rg'oshin metalini ajratib olinishi (izvlecheniya)	%	50,58	59,56	+8,98
3.2	Qo'rg'oshin boyitmasi tarkibida qo'rg'oshin metali	tn.	4 045,4	24 895,1	+20 849,7
3.3	Qo'rg'oshin boyitmasi olinishi (выпуск)	tn.	11 981	70 588	+58 607

**Xulosa.** Xondiza boyitish fabrikasida amalga oshirilgan texnologik rekonstruksiya ishlari va innovatsion yondashuvlar natijasida ishlab chiqarish samaradorligi sezilarli darajada oshganligini ko'rishimiz mumkin. Boyitish jarayonlariga kiritilgan o'zgartishlar va flotatsiya sxemasining takomillashtirilishi natijasida mis, qo'rg'oshin va rux metallarining boyitmalari sifati va ajratib olinish ko'rsat-

kichlari yaxshilangan. Xususan, misning ajratib olinishi 41,7% dan 55,85% gacha oshgan, qo'rg'oshin uchun esa ushbu ko'rsatkich 50,58% dan 59,56% gacha ko'tarilgan. Shuningdek, metall yo'qotishlarni kamaytirishga qaratilgan choralar chiqindilarning ta'sirini pasaytirib, ishlab chiqarishning unumdorligi oshirilmogda.


2018–2020 yillarda amalga oshirilgan kengaytirish va rekonstruksiya tadbirlari natijasida korxonada quvvati oshirilib, texnologiyalarning energiya va resurs tejamliligini yaxshilashga erishildi. Mis va qo'rg'oshin konsentratlarining quyultirish jarayoniga qo'shilgan innovatsion uskunalar konsentratlarning namligini kamaytirib, tashish va qayta ishlash jarayonlarini optimalashtirildi.

Ushbu ilg'or texnologiyalar polimetall rudalarni boyitish sohasida yangi imkoniyatlarni ochib bergan holda, sanoatdagi boshqa korxonalar uchun namuna sifatida qo'llashimiz mumkin. Qilingan ishlar rudalarni qayta ishlashda yuqori darajada samarali usullardan foydalanish imkonini beradi, konchilik va metallurgiya sanoati rivojiga xizmat qiladi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Хакимов, К. Ж., Каюмов, О. А. У., Эшонкулов, У. Х. У., & Соатов, Б. Ш. У. (2020). ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ-ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИИ УЗБЕКИСТАНА В ОЦЕНКЕ ОТВАЛЬНЫХ ХВОСТОВ ФИЛЬТРАЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД. *Universum: технические науки*, (12-1 (81)), 54-59.
2. A.Yusupxodjaev S.Xudoyarov, "Metallurgiyada ishlab chiqarish texnologiyasi" Toshkent "Turon iqbol" 2007.
3. Yusupxodjaev A.A. Xojiev Sh.T., Mirzajonova S.B. Анализ состояния системы в металлургии. – Т.: LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2020. – 189 s.
4. I.Umarova "Foydali qazilmalarni boyitish texnologiyasi" darslik Toshkent 2013.

UO‘K: 622.621

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.30

## BURG‘ULASH-PORTLATISH ISHLARIDA TOG‘ JINSLARI MASSIVIGA

### TA’SIRI



**Mislubayev Ilxom  
Tuychibayevich**

Navoiy davlat konchilik va  
texnologiyalar universiteti,  
Konchilik ishi fakultet decani, t.f.d.,  
professor, Navoiy, O‘zbekiston  
ORCID ID: 0009-0004-6530-6729



**Nurxonov Xusan Almirza  
o‘g‘li**

Qarshi davlat texnika universiteti  
“Geologiya va konchilik ishi”  
kafedrası, texnika fanlari falsafa  
doktori, dotsent,  
Qarshi, O‘zbekiston  
ORCID ID: 0000-0003-4526-7211



**Latipov Zuhridin Yoqub  
o‘g‘li**

Qarshi davlat texnika universiteti  
“Geologiya va konchilik ishi”  
kafedrası, texnika fanlari falsafa  
doktori, dotsent,  
Qarshi, O‘zbekiston  
E-mail:  
[zuhridin.latipov7@gmail.com](mailto:zuhridin.latipov7@gmail.com)  
ORCID ID: 0000-0002-6540-6672

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada yer osti konlarini burg‘ilash va portlatish ishlari orqali massivdan ajratib olishda, tog‘ jinslari yoriqlilik darajasi aniqlashda dasturiy ta‘minotlar foydalangan holda tahlil qilingan. Tog‘ jinslari yoriqlilik darajasi aniqlashda massiv bloklarining tasnifiga bo‘lingan hamda massiv ajralmalarning turli tarkibli jinslar uchun o‘rtacha ajralish o‘lchamlari aniqlangan. Tog‘ jinslarining ichki tuzilishida tabiiy yoriqlarning zichligi va tarqalish xususiyatlari ko‘rib chiqilgan.

**Kalit so‘zlar:** yoriqlilik, blok, burg‘ilash-portlatish ishlari, massiv, ajralma, zichlik, g‘ovakdorlik, suv o‘tkazuvchanlik, ye osti kon lahimi, mustahkamlik, qatlam, struktura, granulometrik.

## ВЛИЯНИЕ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА МАССИВ ГОРНЫХ ПОРОД

**Мислибаев Илхом  
Туйчибаевич**

Навоийский государственный  
горный и технологический  
университет, декан горного  
факультета, д.т.н., профессор,  
Навои, Узбекистан

**Нурхонов Хусан  
Алмирза угли**

Каршинский государственный  
технический университет,  
кафедра «Геология и горное  
дело», доктор философии по  
техническим наукам, доцент,  
Карши, Узбекистан

**Латинов Зухриддин  
Ёкуб угли**

Каршинский государственный  
технический университет,  
кафедра «Геология и горное  
дело», доктор философии по  
техническим наукам, доцент,  
Карши, Узбекистан

**Аннотация.** В данной статье проведен анализ процесса отделения массива при проведении буровзрывных работ в подземных рудниках, а также определения степени трещиноватости горных пород с использованием программного обеспечения. При определении степени трещиноватости горных пород выполнено разделение массива на блоки, а также определены средние размеры отделения массива для пород различного состава. Рассмотрены плотность и особенности распространения естественных трещин во внутренней структуре горных пород.

**Ключевые слова:** трещиноватость, блок, буровзрывные работы, массив, отделение, плотность, пористость, водопроницаемость, подземная горная выработка, прочность, пласт, структура, granulometria.

## IMPACT ON THE ROCK MASS IN DRILLING AND BLASTING OPERATION

**Mislibaev Ilkhom**

**Tuychibaevich**

Navoi State University of Mining  
and Technology, Dean of the  
Faculty of Mining, Doctor of  
Technical Sciences, Professor,  
Navoi, Uzbekistan

**Nurkhonov Khusan**

**Almirza ugli**

Karshi State Technical University,  
Department of Geology and Mining,  
Doctor of Philosophy in Technical  
Sciences, Docent,  
Karshi, Uzbekistan

**Latipov Zuhridin Yokub**

**ugli**

Karshi State Technical University,  
Department of Geology and Mining,  
Doctor of Philosophy in Technical  
Sciences, Docent,  
Karshi, Uzbekistan

**Abstract.** This article analyzes the separation of the rock mass during underground mining through drilling and blasting operations, as well as the determination of the fracture degree of rock formations using software tools. In determining the fracture degree of rock formations, the rock mass was classified into blocks, and the average separation sizes for different types of rock compositions were identified. The density and distribution characteristics of natural fractures within the internal structure of the rock formations were also examined.

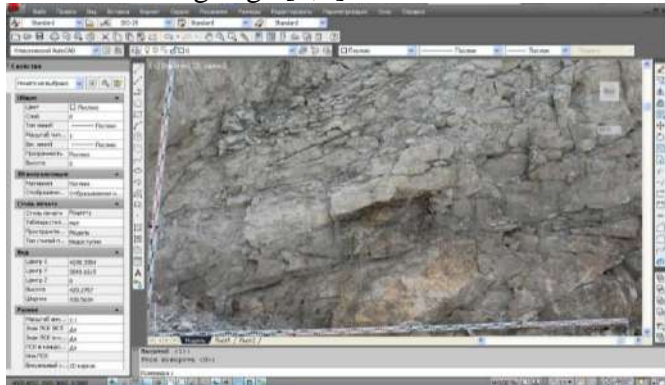
**Keywords:** fracture, block, drilling and blasting operations, rock mass, separation, density, porosity, permeability, underground mine working, strength, layer, structure, granulometric.

**Kirish.** Hozirgi kunda dunyodagi ko‘plab tog‘-kon sanoatida yer osti kon-qazish ishlari davomida burg‘ulash-portlatish ishlarining (BPI) parametrlari tajriba ma‘lumotlari asosida aniqlanadi. Ular eksperimental ishlar va ilmiy-texnik asoslashni talab qiladi. Bunda BPI parametrlarini tanlashning asosiy mezon sifatida portlovchi moddalar (PM)ning sarfi olinadi. Bu turli xil fizik-mexanik xossalarga ega bo‘lgan tog‘ jinslari, qo‘llanilayotgan portlovchi moddalarining kimyoviy-fizik xususiyatlari, shuningdek, zaryadlarni portlatilayotgan massiv ichida joylashishini hisobga olishi kerak. Amaliyotda keng tarqalgan yondashuvlarda BPI parametrlarini aniqlash bo‘yicha izlanuvchi ko‘rsatkichlar portlashning boshlang‘ich parametrlari sifatida qabul qilinadi, ya‘ni portlovchi moddalarning sarfi va kon lahimlari portlatilgan qatlamlar parametrlari hisobga olinadi. Tayyorlovchi va qazish lahimlari uchun portlatilgan qatlamlarda zaryadlarning joylashuvi parametrlarini aniqlashga bag‘ishlangan ishlar ushbu masalalarni to‘liq yoritmagan. Bu qisqacha umumlashtirilgan ma‘lumotlar shuni ko‘rsatadiki, ko‘plab tadqiqotlarning mavjudligiga qaramay, yer osti tog‘ qazish ishlarida burg‘ulash-portlatish ishlarining parametrlarini ilmiy asosda aniqlash metodikasini yaratish tog‘-kon fanlari va ishlab chiqarishning dolzarb va muhim vazifasidir. Burg‘ulash-portlatish ishlari yer osti tog‘ qazish ishlarida muhim texnik-geologik tadbirlar majmuasini tashkil etadi. Ularni to‘g‘ri tanlash keyingi texnologik jarayonlarning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarini oldindan belgilaydi.

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** Tog‘ jinslari massivi yoriqligi, massivning suv o‘tkazuvchanligi hamda turli yer osti kon lahimlarini barqarorligiga va portlatilgan jinslarning sifatiga katta ta‘sir ko‘rsatadi. Tog‘ jinslari yoriqligi portlatilgan tog‘ jinslari zarrachalar yirikligiga ta‘siri uzoq vaqtdan beri ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan o‘rganilgan. Tadqiqotchilardan M.M.Protodyakonov tog‘ jinslarida yoriqlarning hosil bo‘lishi ularning portlatish orqali maydalanishini sezilarli darajada osonlashtirishini ta‘kidlagan. M.M.Protodyakonov tomonidan ishlab chiqilgan tog‘ jinslarini mustahkamlik koeffitsienti bo‘yicha yer osti kon lahimlarini o‘tishda uchraydigan deyarli mustaxkam jinslar uchun ishlab chiqilgan. Shu sababli, tog‘ jinslarining portlatishga moyilligi ularning mustahkamligi bilan bog‘liq deb o‘rganilgan [1,3,7]. A.F.Suxanov tomonidan tog‘ jinslarining portlatishga moyilligi bo‘yicha guruhlanishi ishlab chiqilgan bo‘lib, yoriqlilik darajasiga asoslangan tasniflash amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega ekanligini aytilgan. Ba‘zi hollarda aynan yoriqlilik tog‘ jinslarini massivdan ajratishda sabab bo‘luvchi omil bo‘lib xizmat qiladi. Tog‘ jinsi qanchalik yoriqligi yuqori bo‘lsa, uni qazib olish shunchalik erishiladi.

Tadqiqotlar natijasi shuni ko‘rsatadiki, tog‘ jinslari massivi bitta o‘rtacha o‘lchamdagi qatlamlardan tashkil topgan deb taxmin qilingan edi. Turli massivlarda yoriqlilik darajasi turli tog‘ jinslarda farqlanishi mumkinligi ham qabul qilingan. Aslida esa yoriq hosil bo‘lgan tog‘ jinslari massivi turli

o'Ichamdagi qatlamlardan iborat bo'lib, o'ziga xos donador tarkibga ega [1,6].



**1-rasm. Turli xil jinslarda bortning qiyalik qismidan olingan fotosurat.**

Tog' jinslarining mayda blokli hamda yirik donador ohaktosh.

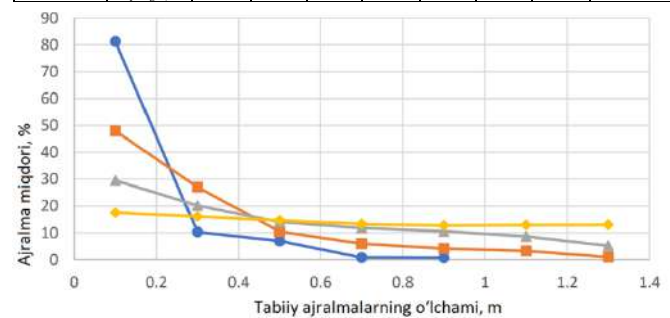
Ushbu tadqiqotlarni birinchi bo'lib A.J.Mashanov, V.K.Rubtsov va V.N.Oparin katta e'tibor qaratgan. V.K.Rubtsov yoriqlilikni tavsiflash uchun o'rtacha yoriqlar orasidagi masofa hamda massiv tarkibidagi yirik qatlamlarning foiz miqdori kabi ko'rsatkichlardan foydalanishni taklif qilgan. Turg'un qiyaliklarni asoslash uchun, fotosuratlar har 3–5 metrda maxsus fotoapparat yordamida aniqlangan. Barcha blok o'lchamlaridagi tabiiy ajralmalarining donador tarkibini aniqlash uchun har bir tekshirilayotgan blok uchun alohida amalga oshirilgan. Tadqiqotlar natijalari AutoCAD dasturi yordamida tog' jinslari massividagi tabiiy ajralmalarining donador tarkibini kompyuter dasturlari orqali baholashga oid namunaviy tasvirlar 1-rasmida har xil bloklilik turidagi massivlar uchun keltirilgan [2,4,8].

**Natijalar.** Tabiiy qatlam ajralmalarining o'rtacha o'lchami bo'yicha tog' jinslari massivlari to'rt sinfga bo'linadi: mayda blokli – juda kuchli yoriqlangan jinslar; o'rta blokli – kuchli yoriqlangan jinslar; yirik blokli – o'rtacha yoriqlangan jinslar; juda yirik blokli – kam yoriqlangan jinslar [5,9,11,12]. Ushbu bloklarning turli nisbatlarda birikishi va foiz tarkibi tog' jinslari massividagi tabiiy ajralmalarining donador tarkibini belgilaydi. Tajriba ishlarida konlarning aniqlik ma'lumotlari bo'yicha 1-jadvalda umumlashtirilgan natijalar tabiiy ajralmalar (bloklarning) o'lchami 0 dan 1,4 metrgacha oraliqda o'zgartirildi. 1-jadvalda tog' jinslari massividagi tabiiy ajralmalarining donador tarkibi keltirilgan.

1-jadval

**Massiv bloklarining sinflar bo'yicha tasnifi**

Massivda bloklarining sinflar bo'yicha tasnifi	Massiv bloklari (yoriqlilik darajasi)	Massivdagi ajralmalarining o'lchamiga qarab foiz tarkibi (m)						O'rtacha ajralma diametri, m	
		<0,20	0,21-0,40	0,41-0,60	0,61-0,80	0,81-1,00	1,01-1,20		>1,21
I	Mayda blokli (juda kuchli yoriqlangan)	81,2	10,3	7,0	0,8	0,7	-	-	0,15
II	O'rta blokli (kuchli yoriqlangan)	48,0	27,0	10,5	6,0	4,2	3,3	1,0	0,31
III	Yirik blokli (o'rtacha yoriqlangan)	29,5	20,2	14,0	11,8	10,6	8,7	5,2	0,50
IV	Juda yirik blokli (kam yoriqlangan)	17,5	16,1	14,6	13,2	12,7	12,9	13,0	0,66



**2-rasm. Tabiiy ajralmalarining turli massivlardagi o'lchamlariga bog'liq holda foiz tarkibi:**

● – mayda blokli, ■ – o'rta blokli, ▲ – yirik blokli, ◆ – juda yirik blokli.

1-jadvaldagi ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, tabiiy ajralmalar tog' jinslari massivining struktura elementlarini tashkil etadi. Ularning o'lchamlari quyidagi kategoriyalar bo'yicha ajratilgan: 0,2 m gacha; 0,21 m dan 0,40 m gacha; 0,41 m dan 0,6 m gacha; 0,61 m dan 0,8 m gacha; 0,81 m dan 1,60 m gacha; 1,01 m dan 1,20 m gacha; 1,2 m dan katta. Bu o'lchamlar tabiiy ajralmalarining strukturaviy darajalarini ifodalaydi. Tabiiy ajralmalarining turli o'lchamlar bo'yicha foiz tarkibining analitik ifodasi va ularning grafik tasviri tog' jinslari massivlarining strukturali modelini hosil qiladi. Bunday modelni yaratish uchun 1-jadval ma'lumotlariga asoslanib, tabiiy ajralmalarining o'lchamlariga qarab foiz tarkibini aniqlash uchun analitik bog'lanishlar topilishi kerak. Keyinchalik, standart dasturlar yordamida ularning tekis diagramma chiziqchilari va har bir blok sinfi bo'yicha aniqlik ko'rsatkichi aniqlanadi [1].


**Xulosa.** 1-jadval ma'lumotlari shuni shuni ko'rsatadiki, turli tabiiy ajralmalarining foiz tarkibi bo'yicha hisoblangan qiymatlar barcha blok sinflari uchun amalda o'lchangan qiymatlar bilan deyarli mos keladi. Biroq, mayda blokli massivlarning birinchi ikki fraksiyasi bundan farq qiladi. Shunday bo'lsada, ajralmalarining bunday tarkibi amaliyotda haqiqiy holatni yanada aniqroq aks ettiradi. Umuuman olganda, tabiiy ajralmalarining granulometrik

tarkibini aniqlash bo'yicha hisoblash usuli bel- | gilangan vazifani hal qilishda samarali yechimdir.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Мусахан А.Б. Автоматизированное проектирование рациональных параметров взрывных работ при проходке подземных горизонтальных выработок // Диссертация. Республика Казахстан Алматы, 2023. 33-40 ст.
2. Мислибаев И.Т., Нурхонов Х.А. Методика расчета параметров для гладкого взрывания для обеспечения сохранности проектного контура в условиях рудника Каракутан//Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – Vol. 2. – Issue 9. – Tashkent, 2022. – pp. 412-421. ISSN 2181-1784 (SJIF 2022: 5.947).
3. Фугзан М.И. Изучение действия взрыва в предварительно напряженной среде // Физико-технические исследования разработки и обогащения руд. М.: 1973 . –248 с.
4. Nurkhonov Kh.A., Misliboev I.T. Design of contour explosion parametrs // Web of scientist: international scientific research journal. – Indonesia, Nov., 2022. – Vol. 3. – Issue 11. (WoS) – pp. 605-611. ISSN: 2776-0979 (SJIF 2022: 5.949).
5. Нурхонов Х.А. Способы снижения интенсивности выбросов породы с использованием зарядов специальной конструкции//Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – Vol. 2. – Issue 6. – Tashkent, 2022. – pp. 536-540. ISSN 2181-1784 (SJIF 2022: 5.947).
6. Андреев Р.Е. Повышение эффективности контурного взрывания при проходке горных выработок глубоких горизонтов подземных рудников // Дисс...канд. тех.наук.-Санкт-Петербург, 2009. –137 с.
7. Нурхонов Х.А. Классификация методов контурного взрывания подземной разработки месторождений полезных ископаемых // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2019. – №4. – С. 55-56 (05.00.00; №7).
8. Нурхонов Х.А., Каримов Ё.Л., Хужакулов А.М., Латипов З.Л. Методика расчета параметров контурного взрывания предварительного щелеобразования // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2020. – №2. – С. 83-86 (05.00.00; №7).
9. Akbarov T.G., Toshtemirov U.T., Nurkhanov Kh., Khojakulov A. Recommended Support Structures for Excavations in Difficult Mining and Geological Conditions // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (IJARSET). – India, February 2020. – Vol. 7. – Issue 2. – pp. 12798-12802 (05.00.00; №8).
10. Nurxonov X.A., Mansurova S.A. Qisqa muddatli portlash sodir bo'lganda tog' jinslarining buzilish radiusini aniqlash orqali burg'ulash-portlatish ishlari pasporti parametrlarini ishlab chiqish // Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – Vol. 1. – Issue 1. – Tashkent, 2021. – pp. 147-150. ISSN 2181-1784 (SJIF 2021: 5.423).
11. Нурхонов Х.А. Результаты исследования характера распределения напряжений вокруг зарядов сложной конструкции // Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – Vol. 2. – Issue 5/2. – Tashkent, 2022. – pp. 756-760. ISSN 2181-1784 (SJIF 2022: 5.947).
12. Нурхонов Х.А., Мислибаев И.Т., Назаров З.С. Обоснование конструкций шпурового заряда для контурного взрывания при проходке горизонтальных подземных выработок // Инновационные технологии. – Карши, 2022. – №3. – С. 3-6. (05.00.00; №38).

UO‘K: 622.271.3

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.4

## GIDRAVLIK BURG‘ILASH MASHINASINING TEXNIK KO‘RSATKICHLARI VA SAMARDORLIK TAHLILI



**Abduazizov Nabijon  
Azamatovich**

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



**Jurayev Akbar  
Shavkatovich**

*Texnika fanlari falsafa doktori,  
dotsent, Navoiy davlat konchilik va  
texnologiyalar universiteti,  
Navoiy, O‘zbekiston*



**G‘aybullayeva Gulchirov  
Zavqijon qizi**

*Magistrant, Navoiy davlat konchilik  
va texnologiyalar universiteti,  
Navoiy, O‘zbekiston*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada foydali qazilmalarni ochiq usulda qazib olish jarayonida gidravlik burg‘ilash mashinalarining ishlash ko‘rsatkichlari o‘rganilgan. Kon-geologik sharoitlarning murakkablashuvi va zamonaviy texnologiyalarga bo‘lgan talabning ortishi gidravlik tizimlarning konstruksiyasini takomillashtirish zaruratini keltirib chiqarmoqda. Tadqiqotda burg‘ilash samaradorligi, gidravlik tizimning barqarorligi, quvvat manbalari va ekspluatatsiya xarajatlari tahlil qilinib, bu ko‘rsatkichlarning burg‘ilash jarayonlariga ta‘siri yoritilgan. Ushbu tahlillar burg‘ilash texnologiyalarining samaradorligini oshirishga qaratilgan amaliy tavsiyalarni ishlab chiqishga xizmat qiladi.

**Kalit so‘zlar:** gidravlik burg‘ilash mashinasi, texnik ko‘rsatkichlar, samaradorlik, mexanik tizim, gidravlik tizim, ekspluatatsiya xarajatlari.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ БУРОВОЙ МАШИНЫ

**Абдуазизов Набижон  
Азаматович**

*Доктор технических наук,  
профессор, Навоийский  
государственный горно-  
технологический университет,  
Навои, Узбекистан*

**Джураев Акбар  
Шавкатович**

*Доктор философии по  
техническим наукам, доцент,  
Навоийский государственный  
горно-технологический  
университет,  
Навои, Узбекистан*

**Гайбуллаева Гульчирой  
Завкиджон кизи**

*Магистрант, Навоийский  
государственный горно-  
технологический университет,  
Навои, Узбекистан*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются эксплуатационные показатели гидравлических буровых машин, используемых при открытой добыче полезных ископаемых. Усложнение горно-геологических условий и рост требований к современным технологиям вызвали необходимость совершенствования конструкции гидравлических систем. В исследовании проанализированы эффективность бурения, стабильность гидравлической системы, источники питания и эксплуатационные расходы, а также их влияние на процессы бурения. Эти анализы служат основой для разработки практических рекомендаций по повышению эффективности технологий бурения.

**Ключевые слова:** гидравлическая буровая машина, технические показатели, эффективность, механическая система, гидравлическая система, эксплуатационные расходы.

## TECHNICAL PERFORMANCE AND EFFICIENCY ANALYSIS OF HYDRAULIC DRILLING MACHINES

**Abduazizov Nabijon  
Azamatovich**

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

**Juraev Akbar  
Shavkatovich**

Doctor of Philosophy in Technical  
Sciences, Associate Professor,  
Navoi State University of Mining  
and Technology, Navoi, Uzbekistan

**Gaybullaeva Gulchiroy  
Zavkijon kizi**

Master's student, Navoi State  
University of Mining and  
Technology, Navoi, Uzbekistan

**Abstract.** This article examines the operational performance of hydraulic drilling machines used in open-pit mineral extraction. The increasing complexity of geological conditions and the rising demand for modern technologies have necessitated the improvement of hydraulic system designs. The study analyzes drilling efficiency, hydraulic system stability, power sources, and operational costs, highlighting their impact on drilling processes. These analyses provide practical recommendations for enhancing the efficiency of drilling technologies.

**Keywords:** hydraulic drilling machine, technical performance, efficiency, mechanical system, hydraulic system, operational costs.

**Kirish.** Mamlakatimiz konlarida burg'ilash dastgohlarining turlari keng qo'llanilishi yo'lga qo'yilgan bo'lib hozirda qattiq tog' jinslarini qazib olishga dastgohlarning uzatish qismlaridagi yuklama kuchlarining to'liq samarali yetkazilishi burg'ilash jarayonini tezlashishi va skvajinalar sonini rejadagi vaqtga yetkazishga olib keladi. Mamlakatimizda avvaldan keng va ishonchli qo'llanilib kelayotgan burg'ilash dastgohlaridan biri SBSH bo'lib hozirda 1-jadvalda keltirilgan xorijiy burg'ilash dastgohlari ham konlarimizda o'z faoliyatlarini amaliyotda ijobiy ko'rsatib kelmoqda.

Gidravlik burg'ilash mashinasining gidravlik tizimida gidronasoslar ishchi suyuqliklarni bosim ostida harakatga keltirib gidravlik energiyani yuzaga keltiradi. Gidravlik quvurlar, himoyalovchi, boshqaruvchi va nazorat qiluvchi gidro elementlar esa bu energiyani mexanik harakatga keltiradigan gidrodvigatellarga uzatadi. Natijada aylanma, burlima va to'g'ri chiziqli ilgarilanma qaytma harakatlar yuzaga keladi.

**Adabiyot tahlil va metodlar.** Tog'-kon mashinalarining ishonchligini ta'minlash, ularga texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash tizimini takomillashtirishning fan va amaliyotini rivojlantirishga Bashta T.M., Baryshev V.I., Berman V.M., Brenner V.A., Brodskiy G.S., Kantovich L.I., Koval P.V., Kovalevskiy V.F. tomonidan katta hissa qo'shildi. Kovalenko V.P., Krasnikov Yu.D., Pastoev I.L., Poderni R.Yu., Rahutin G.S., Rokshevskiy V. A., Skritskiy V.Ya., Solod G.I.,

Stolpovskix I.N., Toshov J.B., Finkelshtein Z.L., Akira Tsutsui, doktor. Etsujiro Imanishi, Feliks Nga, Jaklin Glass, Ley Ge, Long Quan, Milosh Vukovich, Roland Leyfeld, Takao Nanjo va boshqalar gidravlik kon mashinalarining konstruksiyalarini takomillashtirish va unumdorligini oshirishda katta muvaffaqiyatlarga erishdilar.

Gidravlik burg'ilash mashinasining asosiy tizimlari hozirgi kungacha takomillashtirilib kelingan va hozirga kelib quyidagi asosiy tizimlardan tashkil topgan:

1. Mexanik tizimi:

- metall konstruksiya;
- pastki rama;
- buriluvchi platforma;
- ishchi qurilmalar;
- harakatlanish mexanizmi.

2. Gidravlik tizimi:

- gidravlik silindr;
- gidronasos;
- gidromator;
- zolotniklar;
- yuqori bosim rukavasi;
- filtr;
- boshqaruvchi va himoyalovchi qurilmalari.

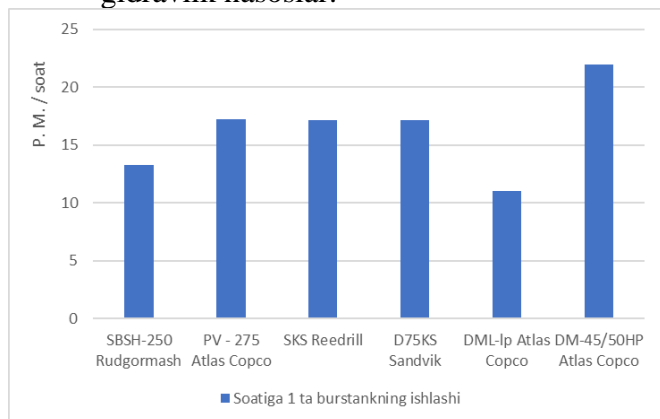
3. Elektrik tizimi:

- zolotniklarni boshqaruv salenoidlari;
- yoritish, isitish, ishchi qurilmalarni past haroratda isitish, haroratni boshqaruvchi datchiklar tizimi;

- bosim, bort kompyuteridagi ko'rsatkichlarni boshqarish, operatorga ma'lumotni yetkazish qurilmalari.

4. Quvvat manbai:

- ichki yonuv dvigateli;
- elektrodvigel;
- buralish reduktori;
- harakatlanish va uzatma reduktori;
- gidravlik nasoslar.



**1-rasm. SBSH va xorijiy gidravlik burg'ilash dastgohining 1 soatdagi burg'ilash unumdorligining solishtirma grafigi.**

1-jadval

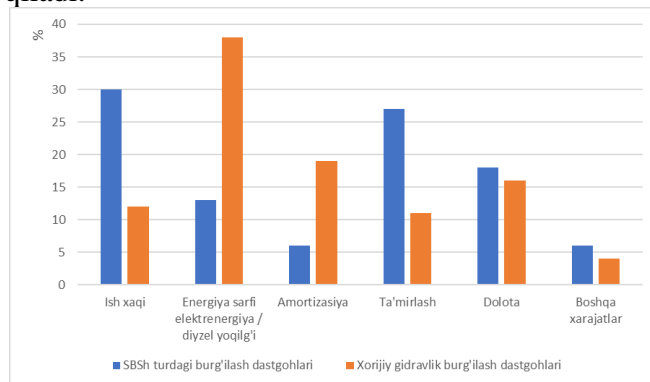
**Burg'ilash mashinalarining asosiy texnik parametrlari**

Parametrlar	Rudgormash Voronej	Terex Reedrill USA	Tamrok Finlyandiya	Atlas Kopko Shvetsiya
Mashina turi	SBSH-250	SKS	D-75KS	Pit Viper 275/271
Quduqning 60diametri shartli, mm	250 – 311	270-311	228-279	200-270
Burg'ilash quvurining uzunligi, m	8,2 – 18	10,7	10,6	12,2-17
Maksimal burg'ilash chuqurligi, m:	55	53,3	53,3	60
Uzatish kuchining yuqori chegarasi, kN	350	391	340	340
Maksimal aylanish momenti, Nm	15187-21000	15187	17425	11800
Xarakat tezligi	1,6	1,8	2,4	1,8
Kompressorning ishlashi; m <sup>3</sup> /min	32, 40, 50	44	37; 45; 57	54/41

Xorijiy gidravlik burg'ilash dastgohining ish massasining yengillashuvi evaziga harakat manovrligining oshishi va uzatish yuklamasining 50 % ga oshishi kabi afzalliklar kuzatilmoqda va buning natijasida ushbu dastgohlardan konlarimizda keng foydalanishga ehtiyoj tug'ilmoqda. 1-rasmda SBSH

va xorijiy gidravlik burg'ilash dastgohining 1 soatdagi burg'ilash unumdorligining solishtirma grafigi keltirilgan.

SBSH turidagi va gidravlik burg'ilash dastgohlaridan foydalanishda o'ziga xos xarajatlar yuzaga keladi. Bunda ishchilar ish haqi, energiyalar sarfi, amortizatsiya, ta'mirlash xarajatlari, dolota xarajatlari va boshqa xarajatlar ko'zda tutiladi. Gidravlik burg'ilash dastgohining tan narxi yuqori bo'lsa-da, ta'mirlash muddatiga kelishini bir muncha uzunligi, dastgohni ishlatish ish kuchini kamligi bilan muvozanatlashtiradi. SBSH va xorijiy dastgohlar bilan burg'ilash xarajatlari tarkibini tahlil qilish (rasm. 2) [2] shuni ko'rsatadiki, oxirgi burg'ilash paytida dizel yoqilg'isi xarajatlari barcha xarajatlarning 38 % ini tashkil qiladi. Agar burg'ilash narxini taqqoslasak 1 p. m. har bir mashina uchun va 100% SBSH-270IZ narxini oling, keyin SBSH-250 MNA uchun bu 110-140%, SKS uchun – 160-220% va D75KS uchun – 200% ni tashkil qiladi.



**2-rasm. SBSH va xorijiy dastgohlar bilan burg'ilash xarajatlari tarkibini tahlili.**

**Muhokama.** Demak gidravlik burg'ilash mashinasining ishlash ko'rsatkichlarini tahlili shuni ko'rsatadiki uning samaradorligi, ishonchliligi va ishlash xavfsizligini belgilaydigan bir nechta asosiy jihatlarni o'z ichiga oladi.

Ushbu xususiyatlar:

**Unumdorlik.**

Burg'ilash tezligi: gidravlik o'rnatish quvvatiga, burg'ilash asbobining turiga, tosh xususiyatlariga va ish rejimiga bog'liq bo'lgan eng muhim omillardan biri. Yuqori burg'ilash tezligi stansiyaning umumiy ish faoliyatini yaxshilashga imkon beradi.

Burg'ilash chuqurligi: mashina burg'ilash

mumkin bo'lgan maksimal chuqurlik uning konstruksiya xususiyatlariga va gidravlik tizimining kuchiga bog'liq.

Quduq diametri: burg'ilash ustuni va burg'ilash asbobining diametri mashina burg'ilashi mumkin bo'lgan quduq diametrlarining diapazonini aniqlaydi.

#### **Gidravlik tizimning ko'rsatgichlari.**

Gidravlik tizimning kuchi: tizimning samaradorligini belgilaydigan muhim ko'rsatkich. Quvvat mashinaning ishlashi va tosh qarshiligini yengish qobiliyatiga bevosita ta'sir qiladi.

Suyuqlik bosimi va oqimi: gidravlik tizimlar ish suyuqligining bosimi va oqimi asosida ishlaydi. Burg'ilash uskunasi barqaror ishlashini ta'minlash uchun ushbu parametrlar optimal tarzda sozlanishi kerak.

Gidravlik tizimning barqarorligi: tizimning ishlash parametrlarini (bosim, oqim tezligi), uzoq vaqt davomida ushlab turish qobiliyatini, shuningdek, ortiqcha yukdan keyin tizimni tiklash tezligini o'z ichiga oladi.

#### **Ishonchlilik va yeyilishga qarshilik.**

Materiallari va sifatli tayyorlanganligi: burg'ilash asbobidan tortib gidravlik nasoslar va bo'g'inlargacha bo'lgan barcha mashina komponentlari yeyilishga va mexanik yuklanishga chidamli yuqori sifatli materiallardan tayyorlanishi kerak.

Ta'mirlash qobiliyati: burg'ilash mashinasi eskirgan qismlarni almashtirish yoki ta'mirlashni osonlashtiradigan konstruksiya xususiyatlariga ega bo'lishi kerak.

Kapital ta'mirlashdan oldingi o'rtacha masofa: kapital ta'mirlash yoki komponentlarni almashtirish o'rtasida o'tadigan vaqtni hisobga olish muhimdir.

#### **Chaqqonlik va harakatchanlik.**

O'lehamlari va vazni: ba'zi bir ish turlari mashinaning yuqori harakatchanligini talab qiladi va bu uning hajmini, massasini va tashish imkoniyatini aniqlaydi.

Ko'tarish va o'rnatish tizimi: gidravlik tizimlar bilan jihozlangan bo'lib mashinaning barqarorligini va burg'ilashning aniqlikligini ta'minlash uchun muhimdir.

#### **Energiya samaradorligi.**

Energiya iste'moli: zamonaviy gidravlik burg'ilash qurilmalari maksimal energiya samaradorligini oshirishga intiladi. Bu esa operatsion

xarajatlarni kamaytiradi. Energiya qanchalik samarali ishlatilishini va yoqilg'i sarfini yoki elektr energiyasini optimallashtirishning mumkin bo'lgan usullarini hisobga olish muhimdir.

Ekotizimga ta'siri: ba'zi hollarda mashinaning ekologik ta'sirini, masalan, emissiya darajasi, yoqilg'i sarfi va atrof-muhitga ta'sirini baholash muhimdir.

#### **Ekspluatatsion xavfsizligi.**

Haddan tashqari yukdan himoya qilish tizimlari: o'rnatish haddan tashqari yuk yoki favqulodda vaziyatlarda shikastlanishning oldini oladigan himoya tizimiga ega bo'lishi kerak.

Uskunaning holatini kuzatish va diagnostika qilish: zamonaviy burg'ilash qurilmalari ko'pincha sensorlar va diagnostika tizimlari bilan jihozlangan bo'lib, ular barcha asosiy elementlarning, shu jumladan gidravlik tizim, elektr tizimi va boshqa muhim qismlarning holatini kuzatishga imkon beradi.

Operatorning qulayligi va xavfsizligi: ish joyining ergonomikasi, boshqaruv va Avtomatlashtirish tizimlari va himoya mexanizmlarining mavjudligini o'z ichiga oladi.

#### **Ekspluatatsion shartlari.**

Ish harorati va namlik: ko'pgina gidravlik qurilmalar juda past yoki yuqori harorat hamda ma'lum bir iqlim sharoitida ishlashga mo'ljallangan.

Ish rejimlari: shlangi burg'ilash qurilmalari turli xil rejimlarda ishlashi mumkin: uzluksiz, davriy yoki tizimni tiklash uchun vaqti-vaqti bilan.

#### **Ekspluatatsion xarajatlar.**

Xizmat narxi: materiallarni (masalan, filtrlar, moylar, muhrlar) muntazam parvarish qilish va almashtirish xarajatlarini baholash.

Foydalanish narxi: yoqilg'i, energiya resurslari, mehnat xarajatlari va mashinaning umumiy ishlash narxiga ta'sir qiluvchi boshqa omillarni o'z ichiga oladi.

#### **Har xil turdagi ishlarda qo'llash.**

Tog'-kon ishlari: turli xil jinslarda burg'ilash uchun gidravlik qurilmani qo'llashni baholash-yumshoqdan qattiqlikkacha.

Neft va gaz quduqlari: neft va gaz sanoati uchun quduqlarni burg'ilashda foydalanish xususiyatlari, bu yerda burg'ilashning aniqligi va chuqurligi uchun qo'shimcha talablar bo'lishi mumkin.

Geologik tadqiqotlar: geologik tadqiqotlar uchun burg'ilashning aniqligi va ishonchligini

baholash.


**Xulosa.** Gidravlik burg‘ilash mashinasining ishlash ko‘rsatkichlarini tahlil qilish turli xil obyektlarda o‘rnatishning eng samarali va xavfsiz ishlashini ta‘minlash uchun ushbu parametrlarning bar-

chasini hisobga olishi kerak. Nafaqat burg‘ilash uskunalarning chidamliligi, balki burg‘ilash jarayonlarining iqtisodiyotiga bevosita ta‘sir ko‘rsatadigan ishlash ham to‘g‘ri ishlash va muntazam texnik xizmat ko‘rsatishga bog‘liq.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Абдуазизов Н.А. Разработка методов повышения эффективности карьерных гидрофицированных экскаваторов на основе оптимизации их гидравлических систем Узбекистан // Дисс. док. техн. наук. – Алмалык, 2020. – 200 с.
2. Слесарев Б. В. Обоснование параметров и разработка средств повышения эффективности эксплуатации карьерных гидравлических экскаваторов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М.: Институт горного дела, 2005. — 24 с.
3. Rakhutin M.G., Giang Quoc Khanh, Krivenko A.E., Tran Van Hiep. Evaluation of the influence of the hydraulic fluid temperature on power loss of the mining hydraulic excavator. Journal of Mining Institute.2023. Vol. 261, p. 374-383.
4. Беленков Ю.А., Нейман В.Г., Селиванов М.П.,и др.Надежность объемных гидроприводов и их элементов. М., Машиностроение, 1977 г. — 167 с.
5. Abduazizov N.A., Toshov J.B. Analysis of the influence of the temperature of the operating liquid on the performance of hydraulic excavators // “GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2019, №3 (78) pp. 89-91.
6. Atakulov L.N., Haydarov Sh.B. Improving the excavator bucket loop. International Engineering Journal For Research & Development. – India, 2021. – Vol. 6, Issue 4. – pp. 1-9.
7. Buri Toshov, Akbar Khamzayev, Shaxlo Namozova. Development of a circuit for automatic control of an electric ball mill drive// AIP Conference Proceedings 2552, 040018 (2023).
8. Usmonov M. Studies of factors affecting tire wear //texnicheskie nauki: problemy i resheniya. – 2021. – s. 117-121.

УДК: 669.295:621.9:621.35

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.31

## ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ, ПЕРЕРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ РЕНИЯ В ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



**Хасанов Абдирашид  
Салиевич**

*Заместитель главного инженера  
по науке АО "Алмалыкский ГМК,"  
доктор технических наук,  
профессор, Алмалык, Узбекистан*



**Хакимов Камол  
Жураевич**

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



**Ахмедов Урал  
Чориевич**

*Доктор философии по химии,  
доцент, Термезский  
государственный университет  
инженерии и агротехнологий,  
Термез, Узбекистан*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются физико-химические свойства рения, его методы получения и сферы применения. Обсуждаются способы переработки первичного и вторичного сырья, включая гидрометаллургические и пирометаллургические методы извлечения рения. Особое внимание уделено процессам рециклинга и технологическим аспектам получения металлического рения. Приводятся данные о промышленном производстве, спросе и значении рения в авиационно-космической промышленности и нефтехимии.

**Ключевые слова:** Рений, редкие металлы, переработка рения, рециклинг, суперсплавы, гидрометаллургия, пирометаллургия, авиационная промышленность, катализаторы.

## YUQORI SANOAT TARMOQLARIDA RENIYNI OLIISH, QAYTA ISHLASH VA QO‘LLASH TEXNOLOGIYALARI

**Hasanov Abdirashid  
Saliyevich**

*"Olmaliq kon-metallurgiya  
kombinati" AJ bosh muhandisining  
ilm-fan bo'yicha o'rinbosari,  
texnika fanlari doktori, professor,  
Olmaliq, O'zbekiston*

**Xakimov Kamal  
Jurayevich**

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

**Axmedov O'ral  
Choriyevich**

*Kimyo fanlari bo'yicha falsafa  
doktori, dotsent, Termiz davlat  
muhandislik va agrotexnologiyalar  
universiteti, Termiz, O'zbekiston*

**Аннотация.** Ушбу мақолда ренийнинг физик-кимйовий хossalari, olinish usullari va qo'llanilish sohalari ko'rib chiqiladi. Birlamchi va ikkilamchi xom ashyolarni qayta ishlash usullari, jumladan, reniyni ajratib olishning gidrometallurgik va pirometallurgik usullari muhokama qilinadi. Rений metalini olishning texnologik jihatlari va retsikling jarayonlariga alohida e'tibor qaratilgan. Rенийning sanoat ishlab chiqarishi, talabi va aviatsiya-kosmik sanoati va neft kimyosidagi ahamiyati haqida ma'lumotlar keltirilgan.

**Калит so'zlar:** Rений, nodir metallar, reniyni qayta ishlash, retsikling, superqotishmalar, gidrometallurgiya, pirometallurgiya, aviatsiya sanoati, katalizatorlar.

## TECHNOLOGIES FOR OBTAINING, PROCESSING, AND APPLYING RHENIUM IN HIGH-TECH INDUSTRIAL SECTORS

**Khasanov Abdirashid  
Saliyevich**

*Deputy Chief Engineer for Science  
of JSC "Almalyk MMC," Doctor of  
Technical Sciences, Professor,  
Almalyk, Uzbekistan*

**Khakimov Kamol  
Juraevich**

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

**Akhmedov Ural  
Chorievich**

*PhD in Chemistry, Docent, Termez  
State University of Engineering and  
Agrotechnologies,  
Termez, Uzbekistan*

**Abstract.** This article discusses the physicochemical properties of rhenium, its production methods, and applications. Methods for processing primary and secondary raw materials, including hydrometallurgical and pyrometallurgical methods for extracting rhenium, are discussed. Particular attention is paid to the processes of recycling and technological aspects of obtaining metallic rhenium. Data on industrial production, demand, and the importance of rhenium in the aviation and space industry and petrochemicals are presented.

**Keywords:** Rhenium, rare metals, rhenium processing, recycling, superalloys, hydrometallurgy, pyrometallurgy, aviation industry, catalysts.

**Введение.** Рений по промышленной классификации относится, наряду с галлием, индием, таллием, германием, селеном и теллуrom, к рассеянным редким металлам. Основаниями для включения рения в эту подгруппу редких металлов являются, во-первых, достаточно низкое содержание его в природе (7·10<sup>-8</sup> %) и, во-вторых, отсутствие собственных минералов (извлекают рений, в основном, из молибденовых и медно-молибденовых руд как побочный продукт). В то же время, рений по физическим и химическим свойствам резко отличается от своих соседей по подгруппе: его плотность составляет 21,0 г/см<sup>3</sup> (четвертое место после осмия, иридия и платины), температура плавления – 3180 ± 20 °C (второе место после вольфрама). Рений с тугоплавкими редкими металлами (вольфрамом, молибденом, танталом и ниобием) образует твердые растворы с его предельным содержанием до 50 мас. %, что является основанием для создания сплавов рения с этими металлами (а также с никелем, кобальтом и хромом).

Рений производят в очень небольших количествах: в 2020 г. мировой объем его производства составил порядка 70 т. Стоимость рения (в виде перрената аммония) в последние годы удерживается на уровне 1000 дол./кг.

**Литературный анализ и методология.**

Впервые рений нашел применение в нефтехимии как частичный заменитель платины в составе катализаторов. В последние десятилетия произошли значительные изменения в структуре потребления рения. В настоящее время до 80 % суммарного спроса на данный металл приходится на авиакосмическую отрасль, где его используют как компонент высокожаропрочных сплавов на основе никеля (так называемых суперсплавов), применяемых для литья монокристаллических турбинных лопаток, работающих в критических секциях авиационных и ракетных двигателей. Наибольшая часть остальных 20 % его потребления связана с производством катализаторов дегидрогенизации и крекинга нефти [1-5].

Высокий спрос на рений и его дороговизна предопределили повышенное внимание к рециклингу рения, то есть получению его из вторичного сырья. В общем балансе производства рения получение его из первичного (минерального) сырья занимает порядка 80 %, остальное приходится на вторичное, причем доля рения, извлекаемого из вторичного сырья, непрерывно возрастает. Согласно статистике, уровень переработки рения в секторе жаропрочных сплавов ежегодно увеличивается на 5%.

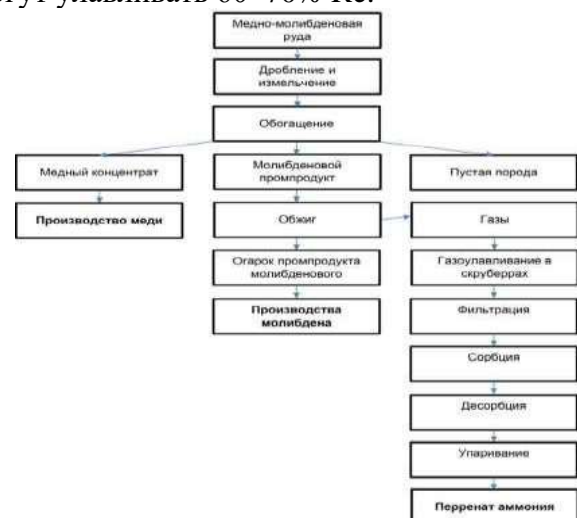
К вторичным ресурсам рения относятся

отходы производства порошкового металлического рения, его сплавов с молибденом, вольфрамом и никелем, отходы суперсплавов, отработанные алюмоплатинорениевые катализаторы, отходы производства полуфабрикатов и изделий из рения. Практически все образующиеся ренийсодержащие отходы перерабатываются, что обусловлено, в том числе, и установлением высокой цены на них. Для извлечения рения из вторичного сырья применяют различные пиро- и гидрометаллургические методы, основными из которых являются окислительный обжиг, вакуумная плавка, хлорирование и фторирование, а также анодное растворение [4-9]. Выбор той или иной технологической схемы переработки в каждом отдельном случае определяется видом вторичного сырья, типом сплава, а также имеющимся технологическим оборудованием. В любом случае при выборе технологии утилизации рения, в первую очередь, используют те, которые обеспечивают максимальную степень его извлечения. В настоящем сообщении рассмотрены варианты переработки отходов суперсплавов с целью извлечения из них рения в той или иной форме.

**Обсуждение.** В наибольших количествах существуют окисленные молибденовые руды, которые имеют плохую обогащаемость методами флотации, и, наконец, всевозможные отходы, хвосты, кеки от переработки руд и концентратов, которые занимают значительную долю в металлургии молибдена. Основные способы переработки сульфидных молибденовых концентратов представлены в предыдущих разделах. Первой и важнейшей стадией в процессе переработки молибденового концентрата является обжиг. Молибденовый концентрат, поступающий на переработку, содержит 75-95% сульфида молибдена и рения, а также сульфиды сопутствующих металлов меди, железа, цинка, свинца и нерудные примеси: оксиды кремния, алюминия, карбонаты кальция, магния. В молибденовом концентрате молибдена 45-55%, серы 30-35%. Обжиг необходим для удаления всей серы. Сульфатная и сульфидная сера, присутствующая в обожженном концентрате также недопустима, так как легко растворяется и загрязняет растворы, получаемые при дальнейшем гидро-

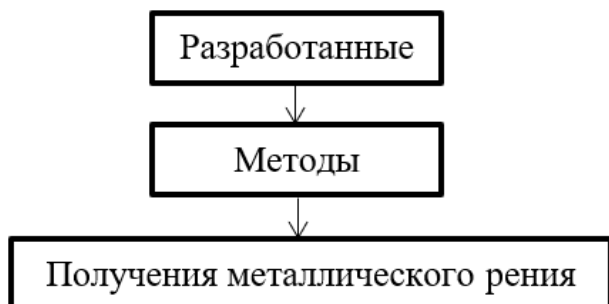
металлургической обработке огарков. При создании окислительной атмосферы в печи необходимо выжечь из концентрата весь свободный углерод, масла и флотореагенты. Из флотореагентов особенно необходимо удаление коллекторов, покрывающих сульфиды и оксиды пленкой, делающей их гидрофобными. Уменьшение смачиваемости концентрата приводит к снижению извлечения молибдена в раствор при гидрометаллургической переработке. В большинстве молибденовых концентратов содержится рений.

При обогащении медно-молибденовых (рис. 2) руд Re следует за Mo, который сам часто является попутчиком Cu. При флотации до 80% Re попадает в концентрат. Так, молибденовые концентраты, получаемые при обогащении медно-порфировых руд, содержат 0,02- 0,17% Re. Окислительный обжиг сульфидных молибденовых концентратов проводят при 550÷650°C. Для обжига молибденовых концентратов традиционно используются следующие аппараты: муфельные или камерные печи с ручным перегреванием огарка; вращающиеся трубчатые печи; многоподовые печи; печи кипящего слоя. Содержащийся в концентрате рений образует  $Re_2O_7$ , который уносится с газовым потоком. Улавливание металла осуществляется с помощью специальных мокрых систем (скрубберы, барботеры) в сочетании с сухими аппаратами (циклоны, рукавные фильтры), которые могут улавливать 60–70% Re.



**Рис.1. Принципиальная технологическая схема получения перрената аммония в АО «Алмалыкский ГМК».**

Получения металлического рения осуществляется в следующем порядке:



Эти методы получения рения можно разделить на три группы:

- 1) восстановление перренатов калия и аммония водо родом;
- 2) электролитическое выделение (осаждение) рения из растворов - метод электролиза;
- 3) термическая диссоциация галогенидов рения.

При восстановлении перренатов аммония или калия водородом получается порошок рения. При электролитическом выделении получают порошок или чешуйки (губчатые осадки рения). Способом термической диссоциации получают рениевые покрытия.

*Восстановление перрената калия водородом.* Перренат калия восстанавливают водородом при температурах выше 600°C по следующей суммарной реакции:



Обычно восстановление проводят в две стадии. Первая стадия низкотемпературная, ниже температуры плавления  $\text{KReO}_4$ , равной 550°C, вторая – высокотемпературная, выше 600°C.

Разработано несколько способов восстановления перрената калия, отличающиеся режимами.

Предложено проводить восстановление перрената калия водородом при температуре красного каления. Для уменьшения воздействия свободной щёлочи на стенки сосуда и увеличения действия водорода, производят предварительное смешение перрената калия с  $\text{KCl}$  или  $\text{NaCl}$ , взятыми в количестве, несколько раз превышающим по весу  $\text{KReO}_4$ . Вместо хлорида можно примешивать порошок металлического рения, а для получения рениевого сплава –

металл или окись металла, с которыми рений в последствии должен быть сплавлен. Полученный металл содержит десятые доли процента калия, по всей вероятности в виде ренита калия  $\text{K}_2\text{ReO}_3$ , который не удаётся полностью удалить ни промыванием, ни даже повторным восстановлением. Это не имеет большого значения, если рений используется для легирования, так как калий при высоких температурах возгоняется.

По другому способу рений получают медленным нагреванием перрената калия до 1000°C в атмосфере водорода в неглазированной лодочке из твёрдого фарфора. Полученный кристаллический порошок рения также загрязнён калием. Для получения более чистого металла его промывают водой, к которой прибавлено немного уксусной или соляной кислоты, и дополнительно восстанавливают при 1000°C в атмосфере водорода.

Описан также способ восстановления перрената калия, по которому измельчённый до – 0,25 мм (60 меш)  $\text{KReO}_4$ , предварительно высушенный в течение часа при 175°C, восстанавливают водородом в серебряной лодочке два часа при 250°C, а затем при 500°C тоже 2 часа. Восстановленную смесь при 1000°C до получения металла нужной чистоты. Чистый металл содержит 99,0-99,8% рения при выходе 85- 95%.

Известен также способ получения порошка металлического рения, по которому перренат калия загружают в серебряную трубку, которую помещают в печь, наполненную водородом. Температуру в печи регулируют в пределах 235-350°C. По окончании реакции восстановления печь медленно охлаждают. Смесь удаляют из печи и промывают горячей дистиллированной водой для удаления невосстановившегося рения. Полученный высушенный порошок рения имеет серовато-чёрный цвет.

В промышленных условиях, на заводе Леопольдсгале в Германии нашёл применение следующий способ. Тонкоизмельчённый перренат калия перемешивают с двойным по весу количеством хлорида калия и восстанавливают в токе водорода при тёмно-красном калении. Хлористый калий добавляют для того, чтобы он впитал в себя легко плавкий перренат калия, в результате чего создалась бы большая поверх-

ность для воздействия водорода. Продукт восстановления промывают водой, горячей разбавленной соляной кислотой, затем снова водой и сушат. Получают чистый продукт, содержащий в качестве примесей лишь несколько десятых процента калия, 0,1-0,2% кислорода, 0,001% железа, тысячные доли процента кальция и магния. Особенно вредна примесь калия, которую не удаётся удалить ни дополнительным восстановлением, ни самым тщательным промыванием. Можно предположить, что во время восстановления часть калия внедряется в кристаллическую решётку рения. Примесь калия делает порошок непригодным для получения пластического рения. Штабики из такого порошка плохо спекаются; их плотность не удаётся довести выше 60% от теоретического.

Ниже приведены уточнённые режимы получения рения из перрената калия. Оптимальной температурой восстановления следует считать 480-500°C, так как ниже 480°C процесс восстановления протекает замедленно, а температура начала плавления перрената калия находится в пределах 518-552°C. Продолжительность восстановления два часа. Скорость пропускания водорода при восстановлении, например, 20 г перрената калия составляет: за первые 0,5 ч – 100-110 мл/мин, за вторые 0,5 ч – 70-80 мл/мин, в дальнейшем – 30-40 мл/мин. При нагревании и охлаждении печи достаточна скорость пропускания водорода, равная 15-20 мл/мин. Наилучшим материалом для лодочки является никель марки I.

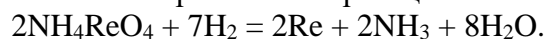
Полученный металлический рений промывают горячей водой и затем 5%-ным раствором HCl. Выход металла от перрената калия составляет 97-98%.

Промывные воды, содержащие рений, утилизируются. Полученный металлический рений содержит в качестве примесей, % никеля – 0,001; железа – 0,005; меди – 0,005; калия – 0,018; кальция – 0,010; натрия – 0,005; молибдена – 0,001; алюминия – 0,005.

Расход основных материалов на получение 1 кг Re составляет водорода – 1100 л, воды – 40 л, соляной кислоты (33%) – 0,4 л, перекиси водорода (30%) – 0,08 л, KOH – 0,8 кг.

#### **Восстановление перрената аммония**

**водородом.** При восстановлении перрената аммония водородом получается более чистый металл (не загрязнённый калием), так как образующийся аммиак улетучивается. Процесс восстановления протекает по реакции:

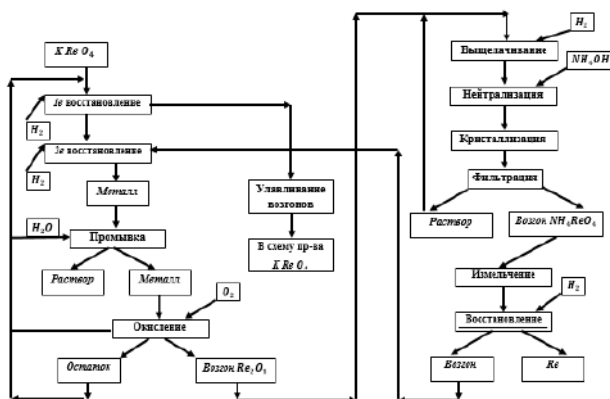


Полученный перренат аммония восстанавливают в токе водорода при температуре 1000-1100°C. Полученный рений – достаточно чистый продукт, представляет собой тонко измельчённый серый порошок, похожий на пепел.

Если исходным продуктом является перренат калия, то процесс получения металлического рения ведут через операцию конверсии перрената калия в перренат аммония. Для этого перренат калия восстанавливают водородом в две стадии: при 500-600°C в серебряной лодочке на первой стадии и при 1000-1050°C в фарфоровой лодочке – на второй стадии. Полученный загрязнённый металл нагревают в токе кислорода при 500°C для образования семиоксида рения.  $\text{Re}_2\text{O}_7$  растворяют в аммиаке и перекиси водорода. Получают чистый  $\text{NH}_4\text{ReO}_4$ , который восстанавливают описанным способом. Схема получения металлического рения с применением данного метода приведена на рис. 2. По этой схеме перренат калия восстанавливают в две стадии, затем промывают порошок рения с целью максимального удаления калия в виде гидроксида. Полученный металл окисляют до  $\text{Re}_2\text{O}_7$  и выщелачивают водой. Раствор нейтрализуют гидроокисью аммония для получения перрената аммония, который выделяют из раствора методом кристаллизации. Перренат аммония измельчают до крупности – 0,044 мм в шаровых мельницах, футерованных резиной, и восстанавливают в атмосфере водорода. Крупность полученного металлического порошка рения находится в пределах 1 – 25 мкм.

Описан также способ восстановления перрената калия, по которому измельчённый до – 0,25 мм (60 меш)  $\text{KReO}_4$ , растворяют в 10%-ным раствором HCl и из полученного раствора при помощи сероводорода осаждают семи-сернистый рений. Полученный  $\text{Re}_2\text{S}_7$  растворяют при нагревании до 40°C в 10%-ном растворе  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 30%-ном растворе  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Раствор упаривают досуха и остаток обрабаты-

вают  $\text{HNO}_3$  для удаления  $\text{SO}_2$ . Затем остаток растворяют в аммиаке и вновь упаривают досуха. Полученную смесь  $\text{NH}_4\text{ReO}_4$  и  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , высушенную при  $110^\circ\text{C}$ , медленно нагревают в токе водорода до  $1100^\circ\text{C}$  в кварцевой лодочке в течение двух часов, а затем также медленно охлаждают. Выход металлического рения по этому способу составляет 80-90%. Металл получается очень чистым.



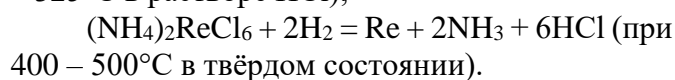
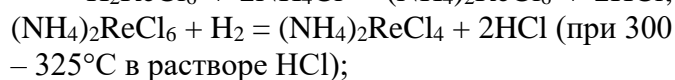
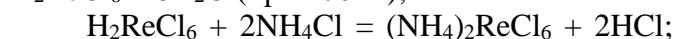
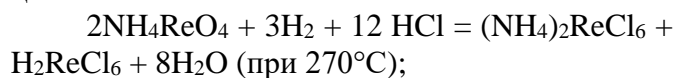
**Рис.2. Схема получения металлического рения.**

Перренат аммония из перрената калия может быть получен и другими способами, подробно изложенными в разделе 5.7.2.

*Восстановление перрената калия и аммония водородом под давлением (в растворах и твёрдом состоянии).* Установлено, что перренаты калия и аммония как в растворах, так и в твёрдом виде восстанавливаются водородом при сравнительно низких температурах ( $200-300^\circ\text{C}$ ) под давлением 20-100 атм. При восстановлении безводных перренатов калия или аммония водородом под давлением в 50 атм металлический рений получается всего за 1-2 ч.

При восстановлении водородом под давлением растворов перренатов калия или аммония в присутствии соляной кислоты можно получить ряд промежуточных соединений рения низшей валентности, например  $(\text{NH}_4)_2\text{ReCl}_6$  и  $(\text{NH}_4)_2\text{ReCl}_4$ , которые могут быть использованы для получения металлического рения высокой

степени чистоты, не содержащего кислород. Восстановление протекает по следующим реакциям:



К «хлорным» способам относится также способ, заключающийся в хлорировании технического рения при температуре  $600-700^\circ\text{C}$ . Полученный пентахлорид рения,  $\text{ReCl}_5$  очищают вакуумной дистилляцией. Хлорид разлагают водой. При этом 65-70% рения осаждается в виде гидратированной двуокиси. Полное разложение хлорида достигается при  $\text{pH}=2,5-3,0$ . Отфильтрованный и промытый осадок сушат в вакууме и восстанавливают водородом в две стадии: сначала при  $400-600^\circ\text{C}$ , а затем при  $800^\circ\text{C}$ . Раствор окисляют перекисью водорода, нейтрализуют аммиаком и выделяют из него перренат аммония, который возвращают на восстановление. Метод обеспечивает хорошую очистку от примесей щелочных и щелочно-земельных металлов. В тоже время железо, кремний и ряд других примесей не отделяются.


**Заключения.** Рений является редким и ценным металлом, обладающим уникальными физико-химическими свойствами, что делает его незаменимым в авиационно-космической и нефтехимической промышленности. Несмотря на ограниченные природные запасы, переработка вторичного сырья и усовершенствованные методы получения рения позволяют удовлетворять растущий спрос на этот металл. Применение современных технологий переработки и утилизации ренийсодержащих отходов играет ключевую роль в снижении затрат и повышении эффективности использования данного редкого элемента.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

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 Джезказганского 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. Ташкент «Турон замин зиё» 2016 г. 493 с.
6. Хасанов, А. С., Хакимов, К. Ж., Шодиев, А. Н., & Эшонкулов, У. Х. (2018). Уран и Золото. *Мухофаза+ Ижтимиойсийосий, илмий-амалий ва бадий журнал*, (01 (157)), 13.
7. Хасанов, А. С., Эшонкулов, У. Х., & Каюмов, О. А. (2023). ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ИЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ СЫРЬЁ И РУДЫ. *BARQARORLIK VA YETAKCHI TADQIQOTLAR ONLAYN ILMIY JURNALI*, 3(4), 291-298.
8. Хасанов, А. С., & Эшонкулов, У. Х. (2023). ПОДГОТОВКА ИСХОДНОГО ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ К ПЕРЕРАБОТКЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ. *ARXITEKTURA, MUHANDISLIK VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR JURNALI*, 2(4), 34-46.
9. Эшонкулов, У. Х., Хасанов, А. С., & Хужакулов, А. М. (2022). НОВЫЕ СПОСОБЫ ОБОГАЩЕНИЯ КОНЦЕНТРАТОВ И ПРОЦЕССЫ ПОДГОТОВКИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ РУД. *Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья* (pp. 119-125).
10. Abdurashid Khasanov, & Uchkun Eshonkulov. (2023). STUDY OF METHODS OF IRON SEPARATION FROM IRON-CONTAINING RAW MATERIALS. *Best Journal of Innovation in Science, Research and Development*, 2(11), 119–123. Retrieved from <https://www.bjisrd.com/index.php/bjisrd/article/view/818>
11. Хасанов, А. С., & Эшонкулов, У. Х. (2023). ПОДГОТОВКА К ОБОГАЩЕНИЮ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗА. *Western European Journal of Modern Experiments and Scientific Methods*, 1(4), 143-151.
12. Khasanov, A. S., Eshonqulov, U. X., & Khojiev Sh, T. (2022). Technology for the Reduction of Iron Oxides in Fluidized Bed Furnaces. *Technology*, 6(12), 23-29.
13. Эшонкулов, У. Х. У. (2022). ХАРАКТЕРИСТИКА И ТИПЫ ЖЕЛЕЗНЫХ СЫРЬЁ. *BARQARORLIK VA YETAKCHI TADQIQOTLAR ONLAYN ILMIY JURNALI*, 2(11), 303-308.
14. 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: 622.7

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.11

## PAST NAVLI TEXNOGEN CHIQUINDILAR TARKIBIDAN NODIR METALLARNI AJRATIB OLISH TEXNOLOGIYASINI TADQIQ QILISH



**Voxidov Baxriddin Raxmidinovich**

*Texnika fanlar doktori, professor, Navoiy davlat konchilik va  
texnologiyalar universiteti, Navoiy, O‘zbekiston*

*E-mail: [baxriddin.vokhidov@mail.ru](mailto:baxriddin.vokhidov@mail.ru)*

*ORCID ID: 0000-0002-0819-6752*



**Yandashev Alisher Anvar o‘g‘li**

*Assistent Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,  
Navoiy, O‘zbekiston*

*E-mail: [karmana.tiger@gmail.com](mailto:karmana.tiger@gmail.com)*

*ORCID ID: 0009-0002-9683-3201*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada past navli texnogen chiqindilar tarkibidan nodir metallarni ajratib olish texnologiyasi tadqiq qilingan. Mualliflar texnogen chiqindilarning tabiiy resurslarga ta’sirini kamaytirish va nodir metallarni qayta ishlashning samarali usullarini izlash zaruratini ko‘rib chiqadi. Tadqiqotda, chiqindilardan nodir metallarni ajratib olishda qo‘llaniladigan fizik-kimyoviy jarayonlar, kimyoviy reaksiyalar va yangi texnologiyalar tahlil qilinadi. Xususan, maqolada ajratib olishning samaradorligi va iqtisodiy jihatlari, shu bilan birga ekologik ahamiyati o‘rganiladi.

**Kalit so‘zlar:** Texnogen chiqindilar, nodir metallar, chiqindilardan metallarni ajratib olish, qayta ishlash texnologiyasi, ekologik ta’sir, kimyoviy jarayonlar, fizik-kimyoviy jarayonlar, iqtisodiy samaradorlik.

## ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СОСТАВА ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ НИЗКОГО КАЧЕСТВА

**Вохидов Бахриддин Рахмидинович**

*Доктор технических наук, профессор, Навоийский  
государственный горно-технологический университет,  
Навои, Узбекистан*

**Яндашев Алишер Анвар угли**

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

**Аннотация.** В данной статье исследуется технология извлечения редких металлов из состава техногенных отходов низкого качества. Авторы рассматривают необходимость поиска эффективных методов переработки техногенных отходов с целью минимизации их воздействия на природные ресурсы и извлечения редких металлов. В статье анализируются физико-химические процессы, химические реакции и новые технологии, используемые для извлечения редких металлов. В частности, рассматриваются эффективность извлечения, экономические аспекты, а также экологическая значимость этих процессов.

**Ключевые слова:** Техногенные отходы, редкие металлы, извлечение металлов из отходов, технология переработки, воздействие на окружающую среду, химические процессы, физико-химические процессы, экономическая эффективность.

## STUDY OF THE TECHNOLOGY FOR EXTRACTING RARE METALS FROM LOW-GRADE TECHNOGENIC WASTE

**Vokhidov Bakhriddin Rakhmidinovich**

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

**Yandashev Alisher Anvar ugli**

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

**Abstract.** This article investigates the technology for extracting rare metals from low-grade technogenic waste. The authors examine the need for effective methods of processing technogenic waste to minimize their impact on natural resources and extract rare metals. The article analyzes the physical-chemical processes, chemical reactions, and new technologies used for extracting rare metals. Specifically, the efficiency of extraction, economic aspects, and ecological significance of these processes are discussed.  
**Keywords:** Technogenic waste, rare metals, extraction of metals from waste, recycling technology, environmental impact, chemical processes, physicochemical processes, economic efficiency.

**Kirish.** Metallurgik ishlab chiqarish jarayonlari natijasida hosil bo'lgan texnogen chiqindilar nafaqat atrof-muhitga ta'sir ko'rsatadi, balki ichida qimmatbaho resurslar saqlaydi. Nadir va noyob metallar, masalan, indiy, galliy, hafniy, lantanidlar, va boshqa elementlar, yangi texnologiyalar va elektronika sanoatida keng qo'llaniladi. Texnogen chiqindilarni qayta ishlash hozirgi kunda ekologik va iqtisodiy jihatdan muhim masala bo'lib qolmoqda. 2-GMZ texnogen chiqindilari tarkibida mavjud qimmatbaho metallarni, ayniqsa, oltin va kumushni ajratib olish jarayonlari, ularni samarali qayta ishlashning yangi texnologiyalarini ishlab chiqish zaruratini yaratadi. Ushbu maqolada, texnogen chiqindilardan oltin va kumushni ajratib olishning gravitatsiya boyitish va sianidlashtirish usullari orqali amalga oshirilgan tadqiqot natijalari taqdim etiladi.

#### **Texnogen chiqindilar turlari:**

**1. Konsentratlar:** Metallurgik jarayonlardan olingan konsentratlar, ko'pincha ruda sifatida saqlanadi va unda metallarning yuqori foizi bo'ladi.

**2. Shlaklar:** Metall ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'lgan slaklar, ayrim hollarda, noyob metallarni o'z ichiga oladi.

**3. Katalizatorlar:** Kimyo sanoatida ishlatilgan va o'zining ishlov berish jarayonidan keyin chiqadigan katalizatorlar.

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** So'nggi yillarda texnogen chiqindilardan nodir metallarni ajratib olish bo'yicha ko'plab ilmiy tadqiqotlar o'tkazilgan. Ilgari o'rganilgan texnologiyalar orasida kimyoviy eritmalar va fizik-kimyoviy jarayonlar alohida o'rin tutadi. Xususan, suyuqlik-ekstraksiya usuli, past navli chiqindilardan metallarni ajratishda eng samarali metodlardan biri sifatida tan olingan. Biroq, ushbu usulning yuqori energiya sarfi va uzoq davom etadigan jarayonlari ekologik va iqtisodiy

nuqtai nazardan samaradorligini kamaytiradi. Ion almashinuvi va elektrokimyoviy texnologiyalar hamda yangi biotexnologik usullar esa ushbu jarayonni takomillashtirishga yordam beradi. Tadqiqotlarda shuningdek, yuqori samarali nanotexnologiyalarning qo'llanilishi va ularning texnogen chiqindilarni qayta ishlashdagi potentsiali o'rganilgan. Ekologik ta'sir va iqtisodiy samaradorlikni hisobga olgan holda, yangi texnologiyalarni joriy etishning istiqbollari sezilarli darajada oshdi [1].

2-GMZ texnogen chiqindilaridan metallarni ajratib olish jarayonlari ekologik xavfsizlikni yaxshilash va qayta ishlash samaradorligini oshirishda katta rol o'ynaydi. Ayniqsa, boyitish jarayonlarida zararli moddalar miqdori kamayishi, chiqindilarni qayta ishlash va tabiiy resurslardan samarali foydalanish kabi muhim jihatlar metallurgiya sohasining afzalliklaridan biri hisoblanadi. Tadqiqotda, 2-GMZ texnogen chiqindilarini gravitatsiya usulida boyitish hamda sianlash jarayonlarining metodlarining samaradorligi turli eksperimental sharoitlarda o'rganilgan. Har bir metodning afzalliklari va cheklovlari aniq belgilab, ularning o'zaro ta'sirini yaxshilash va jarayonlarni optimallashtirish yo'llari ko'rsatilgan [3].

#### **Ajratish usullari**

**1. Kimyoviy ajratish:** Noyob metallarni ajratish uchun turli kimyoviy reaksiya va eruvchanlikdan foydalaniladi. Masalan, eritmalar orqali anion va kationlarni ajratish.

**2. Fizik metodlar:** Fizik jarayonlar, masalan, magnit ajratish yoki flotatsiya orqali metallni ajratib olish.

**3. Biologik metodlar:** Ba'zi bakteriyalar va mikroorganizmlar, noyob metallarni o'z ichiga olgan chiqindilarni qayta ishlashda qo'llanilishi mumkin.

**4. Termal usullar:** Termal usullar, masalan,

yuqori haroratda eritish, metallning ajratilishini ta'minlaydi.

**Natijalar.** Tadqiqotda texnogen chiqindilarni gravitatsiya usulida boyitish hamda sianlash usullar sinovdan o'tkazildi. Har bir usulning samaradorligi va parametrlar bo'yicha olingan natijalar quyida keltirilgan.

**Gravitatsiya boyitish jarayonining natijalari.** Gravitatsiya boyitish jarayonida olingan boyitma va chiqindilar tahlil qilingan. Quyidagi jadvalda gravitatsiya boyitish natijalari keltirilgan:

- Rotor ayl. Tezligi;
- Boyitmadagi miqdor;
- Chiqindidagi miqdor.

1-jadval

**Gravitatsion usulda boyitish natijalari**

Mahsulot nomi	Chiqish, %	Miqdori Au, g/t	Ajratib olish, %	Tajriba shartlari
Boyitma	56,9	2,4	71,6	60% -0,074+0 mm
Grav-ya chiqindisi	43,1	0,2	28,4	Rotor ayl. tezligi 40%
Dast. tex. chiqindi	100	0,45	100	7 daqiqa, 2,8-3 l/min suv sarfi

2-jadval

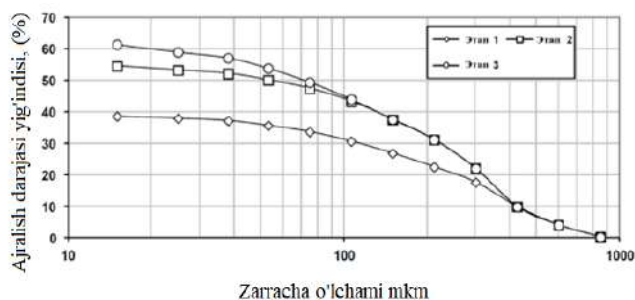
**Gravitatsiya boyitishning boshqa natijalari**

Mahsulot nomi	Chiqish, %	Miqdori Au, g/t	Ajratib olish, %	Tajriba shartlari
Boyitma	48,7	3,1	64,3	70% - 0,074+0 mm
Gravitatsiya chiqindisi	51,3	0,25	35,7	Rotor ayl. tezligi 40%
Dast. tex. chiqindi	100	0,39	100	7 daqiqa, 2,8-3 l/min suv sarfi

Tajribalar shuni ko'rsatdiki, gravitatsiya boyitish jarayonining samaradorligi yuqori, ammo ajratib olish darajasi materialning granulometrik tarkibiga bog'liq. Ko'proq yanchilgan materiallar, ya'ni -0,074 mm dan kichik zarralar gravitatsiya boyitish jarayonida samarali ajratib olinadi.



**1-rasm. Knelson MD3 markazdan qochirma konsentratiori sxemasi.**



**2-rasm. Har bir bosqich uchun zarrachalar o'lchamini ajralish darajasiga bog'liqlik grafigi.**

**Sianlash jarayonining natijalari.** Sianlash jarayonida, NaCN konsentratsiyasi va kislorodning to'yinganligi oshirilishi natijasida ajratib olish samaradorligi yuqori bo'ldi. Quyidagi jadvalda sianlash jarayonidagi oltin va kumushning ajratib olish darajasi ko'rsatilgan:

- Sian konsentratsiyasi;
- Boshlang'ich miqdori;
- Eritmadagi miqdori, mg/l;
- Qoldiq kekdagi miqdori, %;
- Ajratib olish darajasi, %.

3-jadval

**Sianlash jarayonidagi ajratib olish darajasi**

Namuna №	Sian konsentratsiyasi, %	Boshlang'ich miqdori, g/t	Eritmadagi miqdori, mg/l	Qoldiq kekdagi miqdori, %	Ajratib olish darajasi, %
Namuna №1	0,055-0,060	7,20	5,65	0,25	78,51
Namuna №2	0,05-0,055	8,40	6,79	0,34	80,86
Namuna №3	0,05-0,055	10,13	7,95	0,45	78,45

4-jadval

**Sianlash jarayonidagi kumushning ajratib olish darajasi**

Namuna №	Sian konsentratsiyasi, %	Boshlang'ich miqdori, g/t	Eritmadagi miqdori, mg/l	Qoldiq kekdagi miqdori, %	Ajratib olish darajasi, %
Namuna №1	0,055-0,060	18,92	6,79	1,78	69,45
Namuna №2	0,05-0,055	21,22	9,53	1,7	74,30
Namuna №3	0,05-0,055	18,33	5,63	1,55	69,95

Si natijalari gravitatsiya boyitish jarayoniga nisbatan yuqori ajratib olish darajasini ko'rsatdi, bu esa o'z navbatida oltin va kumushni ajratib olishning samarali usulini tasdiqladi.


**Xulosa.** Ushbu tadqiqotda past navli texnogen chiqindilardan nodir metallarni ajratib olish texnologiyasi o'rganildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, mavjud texnologiyalar ekologik va iqtisodiy jihatdan bir qator muammolarni keltirib chiqarishi mumkin. Biroq, texnologiyalarni takomillashtirish, innovatsion yondashuvlar va yangi metodlarni joriy etish bu jarayonlarni yanada samarali qilish imkoniyatini beradi. Shuningdek, biotexnologik usullar

va nanotexnologiyalarning qo'llanilishi ekologik xavf-xatarlarni kamaytirishga yordam beradi va texnologiyaning iqtisodiy samaradorligini oshiradi. Kelajakda, texnogen chiqindilardan metallarni ajratib olish texnologiyalarining joriy etilishi nafaqat atrof-muhitni himoya qilish, balki yangi iqtisodiy imkoniyatlarni yaratishda ham muhim rol o'ynaydi. Bu sohada yangi ilmiy ishlanmalar va tadqiqotlar davom ettirilishi kerak.

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI**

1. Y.A. Kotlyar M.A. Meretukov L.S. Strijko. Nodir metallar metallurgiyasi. Tarjimonlar: B.R. Voxidov, O.U. Fuzaylov, I.M.Rajabboyev, G.F. Mamaraimov, J.N. Narzullayev, I.N. Murodov Navoiy 2021 y.
2. Q.S.Sanaqulov, V.N.Sitenkov, P.A. Shemetov «Ko'p qatlamli qoplamalardan oltinni uyumda tanlab yeritish» O'zbekiston Respublikasi fanlar Akademiyasining, «Fan» nashriyoti, Toshkent – 2011. Tarjimonlar “Metallurgiya” kafedrasida professor-o'qituvchilari: A.O. Azimov, N.B. Xujaqulov, A.R. Aripov, I.M. Rajabboev, B.R. Voxidov, A.B. Bo'ronov, S.Z. Namazov.
3. B.R.Voxidov, A.S.Xasanov. Texnogen xomashyolardan platinoidlarni ajratib olish texnologiyasini yaratish // Kompozitsion Materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali, Tashkent 2022 y. №1. B.188-192. (02.00.00; №4).
4. Miller P.C. The design and operating practice of bacterial oxidation plant using moderate thermophiles. In: Rawlings, D.E. (Ed.), Biomining: Theory, Microbes and Industrial Processes. Springer Verlag, Berlin.- 1997.-297p.
5. Вохидов Б.Р., Хасанов А.С. // Исследование и разработка технологии извлечения металлов платиновых групп из техногенного сырья АО «АГМК» // ХИВ Международная научно-практическая конференция «Металлургия светных, редких и благородных металлов». Сибирского отделения РАН, г. Красноярск, Россия 2021 г. 6-9 Сентября С.29-32.
6. Voxidov B.R. // «Umumiy metallurgiya» nomli o'quv qo'llanmasi // Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 31.05.2020y. dagi 237-546-sonli qarori, Navoiy 2021y. 440 b.

UO‘K: 66.02

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.12

## SAPONIT MINERALINI KONVERSIYA YO‘LI BILAN QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQUISH



**Umirov Farxod  
Ergashovich**

*Texnika fanlar doktori, professor,  
Navoiy davlat konchilik va  
texnologiyalar universiteti,  
Navoiy, O‘zbekiston  
E-mail: [umirov3@yandex.ru](mailto:umirov3@yandex.ru)*



**Pirnazarov Feruz  
Gulomovich**

*Doktorant Navoiy davlat konchilik  
va texnologiyalar universiteti,  
Navoiy, O‘zbekiston  
E-mail: [fg.pirnazarov@mail.ru](mailto:fg.pirnazarov@mail.ru)*



**Qurbonov Mehrob  
Nuriddinovich**

*Assistent Navoiy davlat konchilik va  
texnologiyalar universiteti,  
Navoiy, O‘zbekiston  
E-mail:  
[mehrobqurbonov99@gmail.com](mailto:mehrobqurbonov99@gmail.com)  
ORCID ID: 0009-0000-4897-9455*

**Annotatsiya.** Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti olimlari tomonidan Navoiy viloyatining Navbahor tumanida joylashgan Vaush konida dolomit minerali tarkibida saponit minerali mavjudligini kimyoviy va zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari bilan aniqlangan bo‘lib, ushbu mineralning kimyoviy va mineralogik tarkibi tahlil qilingan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki saponit minerali tarkibida kalsiy va magniy oksidi 20-23% ni tashkil etadi. Ushbu saponit mineralini xlorid kislotasi bilan qayta ishlash jarayoni va kalsiy xlorid tuzi bilan qo‘shib kuydirish jarayoni orqali magniy xlorid eritmasini ajratib olish va uni magniy xloratigacha o‘tkazish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar keltirilgan.

**Kalit so‘zlar:** natriy gipoxlorit, saponit, mineral, magniy xlorid, magniy xlorat, kalsiy xlorid, defoliant, kaustik soda.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛА САПОНИТ ПУТЕМ КОНВЕРСИИ

**Умиров Фарход  
Эргашович**

*Доктор технических наук,  
профессор, Навоийский  
государственный горно-  
технологический университет,  
Навои, Узбекистан*

**Пирназаров Феруз  
Гуломович**

*Докторант Навоийского  
государственного горно-  
технологического университета,  
Навои, Узбекистан*

**Курбонов Мехроб  
Нуриддинович**

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

**Аннотация.** Учёными Навоийского государственного горного и технологического университета было установлено наличие минерала сапонит в составе доломита месторождения Вауш, расположенного в Навбахорском районе Навоийской области. Это было подтверждено с помощью химических и современных физико-химических методов анализа. Были проведены исследования химического и минералогического состава данного минерала, которые показали, что содержание оксида кальция и магния в сапоните составляет 20-23%. В статье также описан процесс переработки минерала сапонит с использованием хлоридной кислоты и обжиг с добавлением хлорида кальция для выделения раствора хлорида магния и его дальнейшего преобразования в магний хлорат.

**Ключевые слова:** натрий гипохлорит, сапонит, минерал, хлорид магния, магниевый хлорат, хлорид кальция, дефолиант, каустическая сода.

## DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR CONVERSION PROCESSING OF THE MINERAL SAPONITE

**Umirov Farkhod  
Ergashovich**

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

**Pirnazarov Feruz  
Gulomovich**

*PhD student at Navoi State Mining  
and Technological University,  
Navoi, Uzbekistan*

**Qurbonov Mekhrob  
Nuriddinovich**

*Assistant, Navoi State Mining and  
Technological University, Navoi,  
Uzbekistan*

**Abstract.** Scientists of Navoi State Mining and Technological University established the presence of saponite mineral in the composition of dolomite of Vaush deposit, located in Navbahor district of Navoi region. This was confirmed using chemical and modern physico-chemical methods of analysis. Studies of chemical and mineralogical composition of this mineral were carried out, which showed that the content of calcium and magnesium oxide in saponite is 20-23%. The paper also describes the processing of saponite mineral using chloride acid and roasting with the addition of calcium chloride to release magnesium chloride solution and its further conversion into magnesium chlorate.

**Keywords:** sodium hypochlorite, saponite, mineral, magnesium chloride, magnesium chlorate, calcium chloride, defoliant, caustic soda.

**Kirish.** Saponit minerali birinchi bo'lib Ukraina davlatining Xmelnitski viloyatida topilgan bo'lib, u dunyodagi eng boy saponit kon hisoblanadi. Adabiyotlardan ma'lumki, Saponit minerali "yuvuvchi tosh" nomi bilan yuritilib, montmorillonit guruhiga kiruvchi silikatlar hisoblanadi, och qizg'ish – qoramtir rangli, hidsiz va tamsiz modda.

Kimyoviy formulasi  $(Ca,Na)_{0.3}(Mg,Fe)_3(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$  tarkib bo'lib, ko'p xollarda Fe, Cr ga almashgan bo'ladi, bundan tashqari tarkibida Ni, Zn, Cu, Li va boshqa metallar ham uchraydi [1-3]. Hozirgi kunda saponit minerali quyidagi sohalarda: oqava va texnologik suvlarni tozalashda, radioaktiv moddalarni yutuvchi tabiiy sorbentlar, yuqori adsorbsiyalanish, katalitik va filtrlovchi xossasiga ega bo'lgan modda, chorva mollari uchun ozuqa komponentlarini, qishloq xo'jaligi uchun mikroelementli o'g'itlar, metallurgiya sanoatida metallarni quyish, tibbiyot va farmatsevtikada davolovchi preparatlar sifatida ishlatilib kelinmoqda [7,8]. O'zbekistonda saponit mineralini o'rganish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar hozirda olib borilmoqda [4-7]. O'zbekiston Respublikasining Qizilqum vohasi mahalliy xomashyolarga boy va eng ko'p kimyoviy elementlar tarqalgan maskan hisoblanib, bu yerda Qizilqum fosforiti, Navbahor dolomiti, Uchtut bentoniti, Karmana ohaktoshi, ser-

petiniti, Gazg'on marmari, Nurota bazalti v.b. uchraydi. Ushbu konlar Respublikamizning xalq xo'jaligining va kimyo sanoatining rivojlanishiga katta hissa qo'shib kelmoqda. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti olimlari tomonidan Navoiy viloyatining Navbahor tumanida joylashgan Vaush konida dolomit minerali tarkibida saponit minerali mavjudligini aniqlashgan. Shu sababli ushbu maqolada saponit minerali bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar bayon etilgan [8-10]. Maqolada tarkibida magniy oksidi saqlagan mineral saponitni xlorid kislota bilan qayta ishlash jarayoni orqali magniy xlorid eritmasini ajratib olishdagi olingan natijalar va kalsiy xlorid bilan qo'shib kuydirilgandaki natijalar keltirilgan. Bizga ma'lumki respublikamizda magniy xlorid asosan Turkmaniston va Xitoydan valyuta hisobiga olib kelinadi. Ushbu magniy xlorid magniy xloratini sintez qilish uchun ishlatiladi. Magniy xlorati yetishtiriladigan paxtaning bargini to'kuvchi defoliant sifatida islatiladi. Bu esa defoliant tannarxining yuqori bo'lishiga sabab bo'lmoqda [7-8].

**Metodologiyasi.** Saponit mineralida bir qancha namunalar olindi va tajribalar o'tkazish uchun Retsch RM-200 rusumli harakatlanuvchi analitik maydalagich qurilmada maydalandi. Maydalangan saponit minerali 0,01-4,0 mm li AS-200 BASIC

rusumli mexanik laboratoriya qurilmasi elaklaridan o'tkazilib, namunalarga ajratildi. Olingan namunalar kimyoviy analiz, alanga-fotometriyasi – Model-410 rusumli qurilmada, X-ray phases, IK spektri IRTRACER-100 SHIMADZU IK-Fur'e spektrometrida, derivatogrammasi LABSYSEVO–rusumli zamonaviy qurilmada, rentgenoflyoresent va mikroskopik tahlil qilish usullari o'rganilgan.

**Natijalar.** Navbahor tumanida joylashgan Vaush konida dolomit minerali tarkibida saponit minerali mavjudligi aniqlangan bo'lib, ushbu mineralning kimyoviy va mineralogik tarkibi tahlil qilindi. Natijalar shuni ko'rsatdiki saponit minerali tarkibida kalsiy va magniy oksidi 20-23% ni tashkil etadi va ushbu mineral asosida magniy birikmasini ajratish bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar keltirilgan.

Ushbu tadqiqotlar olib borishdan avval dastlab saponit mineralining kimyoviy tarkibi o'rganildi. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

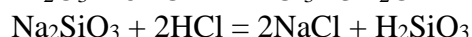
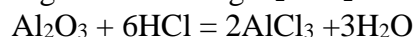
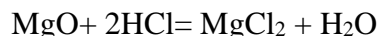
1-jadval

**Vaush konidagi saponit mineralining kimyoviy tarkibi**

Modda miqdori, mass. %							
SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO
29,1	0,7	2,8	6,8	2,1	0,14	21,74	23,71
K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CuO	ZnO	NiO	Sr	qo'shimchalar	H <sub>2</sub> O
2,4	1,54	0,5	0,9	0,8	0,11	2,8	2,44

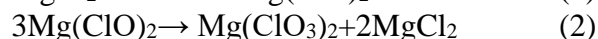
Ushbu natijalar saponit mineraliga mos kelishini va yanada aniqligini ko'rish uchun IK spektri, derivatogrammasi va rentgenofazali tahlillar o'tkazildi. IQ-spektroskopik tahlili IRTRACER-100 (Shimadzu, Yaponiya) spektrometrida 400-4000 sm<sup>-1</sup> chastota sohasida o'tkazildi. Namunalar KBr asosida tabletka qilish orqali tayyorlanadi. IQ spektrlarida Saponit Si-O 798,53; 930,54; 1000,85 sm<sup>-1</sup> valentlik tebranish mintaqasida aniq yutilish chiziqlarini hosil qiladi. Kremniy-kislorodli tetraedrlarning simmetriyasi saponitning kristall panjarasini tashkil etuvchi kationlarning kattaligiga bog'liq, chunki magnezianing oshishi bilan Si-O tebranishlarining chastotasi oshadi. Saponitdagi temir-magniy almashinuviga eng sezgir 930-1000 sm<sup>-1</sup> mintaqadagi chiziqli chastota reaksiyasi. Shu-

ningdek, saponitning IQ spektrlarida OH guruhlarining tebranishlari tufayli 3630-3903 sm<sup>-1</sup> mintaqada ko'plab yutilish guruhlari kuzatiladi [9]. Differensial termik tahlil Setaram LabSys Evo derivatografida 20-800°C harorat oralig'ida o'tkazildi. Pechni isitish tezligi 10°C/min. Standart sifatida sintetik samfir ishlatiladi. Saponitning sinov namunasini 800°C ga qizdirganda massa yo'qotilishi 10,22% ni tashkil qiladi. 90-160°C sohasidagi endoeffektlar saponitni tashkil etuvchi kristallararo minerallarning ichki yuzasida adsorbsiyalangan suvni olib tashlashga to'g'ri keladi. 675- 800°C da karbonat minerallarining parchalanish sohasida massa yo'qotish tezligi sezilarli darajada oshadi, 9,11% namunalarning massa yo'qotilishi asosan kalsitning intensiv parchalanishiga javob beradi. Olib borilgan kimyoviy va fizik-kimyoviy tahlil natijalari saponit mineralining tarkibi, xossalari uni kimyo sanoati, qishloq xo'jaligi va xalq xo'jaligining boshqa sohaslariga ishlatish mumkinligini tasdiqlaydi. Shuning uchun saponit mineralini konsentrlangan va suyultirilgan xlorid kislotada eritilib xlorid tuzlarini hosil qilishni o'rganildi. Unda xlorid kislotada bilan saponitni eritganimizda quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi.

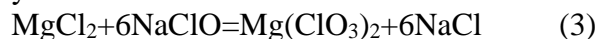


Tajribada magniy xlorid hosil qilish uchun eritma ishqoriy muhitga o'tkazildi.

Saponit minerali asosida olingan magniy xloridi [9] eritmasi bilan natriy gipoxloritini konversiya jarayoni quyidagicha amalga oshirildi. Dastlab uch og'izli sig'imi 500 sm<sup>3</sup> bo'lgan kolba ichiga sensorli termoboshqaruv bilan ta'minlangan aralashtirgich birlashtirilgan. Kolbaga 20g magniy xlorid tuzi va ekvivalent miqdordagi natriy gipoxlorit solindi. Ma'lum haroratni ushlovchi termostatli kolba solindi va intensiv aralashtirilib jarayon 60, 75 va 90°C harorat va 30 dan 90 daqiqa oralig'ida amalga oshirildi va quyidagi kimyoviy reaksiyalar borishini ko'rsatdi:



Bu jarayonni umumiy quyidagi kimyoviy reaksiya bilan ko'rsatish mumkin.



Unda oraliq mahsulot magniy gipoxloriti hosil bo'lishi va qo'shimcha natriy gipoxloriti qo'shish

orqali magniy xlorati hosil bo'lishi aniqlandi.

Konversiya jarayoni bug'latmasdan olib borilganda (2-jadval), konversiya darajasining haroratga bog'liq ravishda ortib borishi aniqlandi. 60, 75 va 90°C haroratlarda dastlabki 60 minut vaqt mobaynida konversiya darajasi mos ravishda 15,06%, 15,83% va 25,90% ni tashkil qildi. 90 minutdan keyin konversiya darajasi yuqoridagi haroratlarga mos ravishda 17,30%, 18,65% va 32,85% gacha ko'tarildi. Suyuq fazadagi magniy xloratining miqdori yuqoridagi haroratlarda 90 minutdan keyin mos ravishda 12,52%, 13,50% va 23,77% ni tashkil qildi. Konversiya davomiyligining keyingi uzaytirilishi amalda konversiya darajasining ortmasligini ko'rsatdi.

2-jadval

**Bug'latmasdan olib borilgan konversiyaning tezlik konstantasi va konversiya darajasining haroratga va jarayon davomiyligiga bog'liqligi**

Harorat °C	Vaqt (τ), min.	Suyuq fazadagi Mg(ClO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> miqdori, %	Konversiya darajasi (Ck), %	Tezlik konstantasi, K·10 <sup>-2</sup> τ <sup>-1</sup>
60	30	5,86	8,1	0,254
	45	9,55	13,2	0,261
	60	10,90	15,06	0,258
	90	12,52	17,3	0,261
	o'rtacha 0,257			
75	30	7,62	10,53	0,457
	45	9,80	13,54	0,462
	60	11,46	15,83	0,463
	90	13,50	18,65	0,463
	o'rtacha 0,462			
90	30	6,91	9,55	0,664
	45	12,77	17,65	0,670
	60	18,74	25,90	0,668
	90	23,77	32,85	0,671

Konversiya jarayonini bug'latish orqali olib borilganda, jarayon intensivligi sezilarli darajada ortadi, buni 3-jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ham ko'rish mumkin. 60°C haroratda 90 minutdan keyin reaksiyon aralashmadan 19,65% suvning bug'latilishi konversiya darajasini 30,85% gacha, 75 °C haroratda 90 minutdan keyin reaksiyon aralashmadan 47,33% suvning bug'latilishi konversiya darajasini

61,81% gacha ko'tarilishiga olib keladi. Harorat ortishi bilan konversiya jarayoni tezlashadi va suv bug'latish darajasi ortadi. Harorat 90°C da va davomiylik 90 minut bo'lganda suv bug'latish darajasi va konversiya darajasi mos ravishda 79,15% va 75,21% ni tashkil qildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, konversiyada hosil bo'lgan eritma (Mg(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) ning tarkibi kimyoviy, fizikkimyoviy usullarda yordami analiz qilindi. Tarkibidagi ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> ioni mavjudligi permanganometrik usul yordamida, Mg<sup>2+</sup> atom absorbsion fotometriyasi va kompleksometrik usullar yordamida tahlil qilindi va quyidagi natijalar olindi.

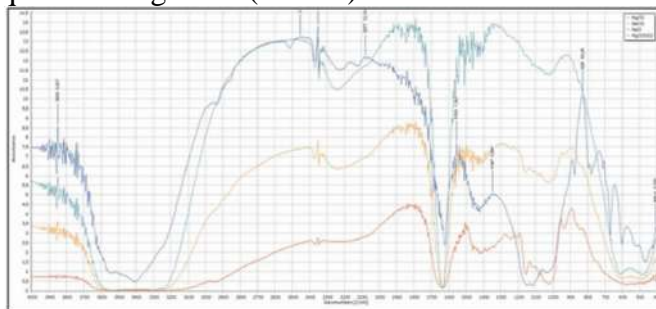
3-jadval

**Suyuq faza tarkibi va konversiya darajasining haroratga va suvning bug'latish darajasiga bog'liqligi**

Harorat °C	Vaqt (τ), min.	Suyuq fazadagi Mg(ClO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> miqdori, %	Konversiya darajasi (Ck), %	Tezlik konstantasi, K·10 <sup>-2</sup> τ <sup>-1</sup>	Harorat °C
60	30	8,30	7,76	7,35	0,542
	45	16,70	15,61	11,85	0,558
	60	23,79	22,24	15,85	0,554
	90	30,85	28,84	19,65	0,553
	o'rtacha 0,552				
75	30	23,99	22,43	17,25	2,635
	45	33,28	31,11	30,20	2,671
	60	51,68	48,31	40,60	2,686
	90	61,81	57,78	47,33	2,694
	o'rtacha 2,666				
90	30	27,43	25,64	36,50	9,149
	45	39,24	36,68	55,87	9,163
	60	69,76	65,21	69,55	9,323
	90	75,21	70,31	79,15	9,317
	o'rtacha 9,271				

Olingan nazariy magniy xloratning tarkibi mass. %: Mg<sup>2+</sup> -14,95; ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> - 43,77; Na<sup>+</sup> - 15,34; Cl<sup>-</sup> -34,06; OH<sup>-</sup> -1,74; H<sub>2</sub>O -3,5 Amaliy olingan magniy xlorat tarkibi mass. %: Mg<sup>2+</sup> -13,75; ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> -39,13; Na<sup>+</sup> -17,13; Cl<sup>-</sup> -38,07; OH<sup>-</sup> -1,74; H<sub>2</sub>O -3,3 mavjudligi aniqlandi. IQ spektroskopik tahlil strukturani sifat jihatidan aniqlash va yangi birikmalarni aniqlash uchun qo'llaniladigan usullardan biridir. Strukturani aniqlash va kimyoviy bog'lanish tur-larini aniqlash maqsadida, NaClO va MgCl<sub>2</sub> ning boshlang'ich moddalari hamda ajratib olingan birikmaning tarkibini o'rganish uchun Mg(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> va NaCl ning IQ spektrlari va uning tarkibiy

qismlari o'rganildi (1-rasm).



**1-rasm. Konversiya uchun xomashyo ( $MgCl_2$ ) va ( $NaCl$ ), konversiyada hosil bo'lgan mahsulotlar  $Mg(ClO_3)_2$  va  $NaCl$  ning IQ spektroskopiyasi.**

IQ spektroskopiyasining  $3600-3000\text{ cm}^{-1}$  mintaqadagi natriy gipoxlorit spektrlarida kristallanish suviga tegishli tebranishlar kuzatiladi. Xuddi shu guruhning deformatsiya tebranishlari  $1633\text{ cm}^{-1}$  mintaqada paydo bo'ladi.  $1400\text{ cm}^{-1}$  da natriy xloridning antisimmetrik cho'zish tebranishlari bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Spekrda hali ham  $935-950\text{ cm}^{-1}$  da qizg'in chiziqlar mavjud va bu  $[ClO_3]$ -ionlarining simmetrik cho'zilish tebranishlarini bildiradi.  $NaClO$  uchun xarakterli chiziqlar  $3630\text{ cm}^{-1}$  mintaqada,  $[ClO]$ -ionlarining simmetrik cho'zilish tebranishlari va uning antisimmetrik cho'zish tebranishlari  $671-700\text{ cm}^{-1}$  da kuzatiladi.

Shunday qilib, IQ spektroskopiyasi ma'lumotlariga asoslanib, konversiya jarayoni natijasida  $[ClO]$ -ioni  $[ClO_3]$ - va  $Cl^-$  ( $NaCl$ ) ionlariga aylanadi, degan xulosaga kelish mumkin. Olingan IQ-spektroskopik natijalar konversiya jarayonida  $Mg(ClO_3)_2$  va  $NaCl$  ning hosil bo'lishini tasdiqladi.

Saponit minerali tarkibidagi magniy silikat tuzlarini magniy xloridga o'tkazish maqsadida saponit mineralini kalsiy xlorid tuzi bilan qo'shib termik ishlov berish jarayoni tadqiq qilindi. Jarayon 50:10, 50:20 va 50:50 massa nisbatlarida  $200^\circ C$  dan  $600^\circ C$  gacha vaqt davomida olib borildi.

Saponit mineralini  $CaCl$  tuzi bilan turli temperaturalarda 60 minut vaqt mobaynida kuydirildi. Kuydirilgan aralashmani 500 ml suvda aralastirilib xona haroratida eritilib, olingan eritmani filtrdan o'tkazilib qattiq va suyuq fazaga ajratildi. Ajratilgan qattiq faza tarkibi o'rganildi va quyidagi jadvalda foiz tarkibi keltirildi.

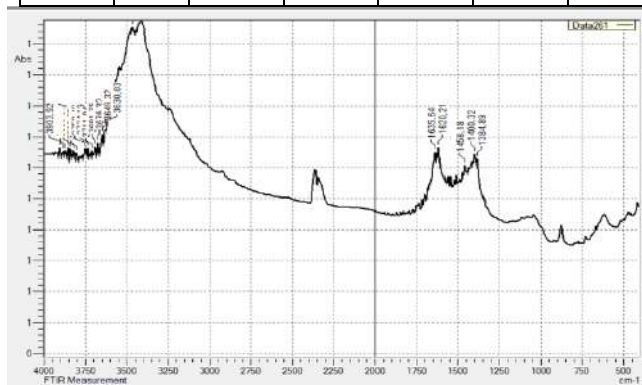
Jadval natijalaridan ko'rinib turibdiki Saponit mineralini kalsiy xloridi bilan termik ishlov berish natijasida magniyning eritmaga o'tishi 50g:20g

massa nisbatda 9,42 foizdan 50g:50g massa nisbatda 15,4 foizgacha oshib borar ekan.

4-jadval

**Saponit mineralini  $CaCl$  tuzi bilan birgalikda kuydirilganidan keyin olingan natijalar**

Element	200°C 50g+ 50g tuz	300°C 50g+ 10g tuz	400°C 50g+ 20g tuz	400°C 50g+ 50g tuz	500°C 50g+ 50g tuz	600°C 50g+ 50g tuz
Na	ND %	ND %	50.9 %	ND %	ND %	ND %
Mg	13 %	13.7 %	9.42 %	13.6 %	15.4 %	12.1 %
Al	5.68 %	6.02 %	3.55 %	5.62 %	6.01 %	6.02 %
Si	14.5 %	15.7 %	8.47 %	13.7 %	14.3 %	11.5 %
Ca	61.5 %	60.0 %	26.4 %	62.1 %	59.9 %	65.4 %
Fe	5.34 %	4.62 %	1.18 %	4.94 %	4.44 %	5.03 %



**2-rasm.  $500^\circ C$  haroratda 50:50 g nisbatdagi saponit va  $CaCl$  aralashmasining IQ Spekr olingan  $400-4000\text{ cm}^{-1}$  diapazondagi FTIR analiz diagrammasi.**

Saponit uchun  $3468\text{ cm}^{-1}$  va  $3406\text{ cm}^{-1}$  nuqtalarida keng piklarning paydo bo'lishi mineral ichida strukturaviy suv va  $Mg-OH$  yoki  $Al-OH$  bog'lari bilan bog'langan gidroksil guruhlarining mavjudligini ko'rsatadi.  $2350\text{ cm}^{-1}$  sohasidagi piklar mineral strukturasi ushlab qolingani  $CO_2$  yoki boshqa gazlarning mavjudligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Ba'zi hollarda, bu pik mineral yuzasida karbonat kislotasi adsorbsiyasiga bog'liq bo'lishi mumkin. Ushbu diapazon ko'pincha gilli mineralning asosiy tuzilishi uchun xarakterli emas va mineralning tashqi muhit bilan o'zaro ta'sirini yoki aralashmalarni ko'rsatishi mumkin.  $1600-1650\text{ cm}^{-1}$  diapazonidagi piklar smektitlar guruhidagi mineralning qatlamlararo joylarda joylashgan suv

molekulalarining deformatsion siljishlari bilan bog'liq. Saponit adsorbsiyalangan suvni o'z ichiga oladi, bu esa ushbu diapazonda xarakterli chiziqning paydo bo'lishiga olib keladi. Qo'shimcha ravishda,  $1404\text{ sm}^{-1}$  atrofida keng diffuz chiziq paydo bo'lishi, bu karbonatlarning hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, saponit strukturasi ma'lum darajada buzilganligini anglatadi. Saponit uchun xarakterli pik  $1000\text{--}1050\text{ sm}^{-1}$  diapazonida joylashgan; bu yuqoridagi diagrammada  $1041\text{ sm}^{-1}$  ga to'g'ri keladi va tetraedrik ramkada Si-O-Si bog'lari bilan bog'liq.  $600\text{--}900\text{ sm}^{-1}$  diapazonida  $880\text{ sm}^{-1}$  va  $602\text{ sm}^{-1}$  piklari saponitning oktaedrik qatlamlarida joylashgan Al-OH yoki Mg-OH guruhlarining deformatsion siljishlari bilan bog'liq.  $460\text{ sm}^{-1}$  va  $420\text{ sm}^{-1}$  sohalaridagi piklar Si-O egilish siljishlari bilan bog'liq bo'lib, bu silikat minerallari, jumladan,


saponitda ko'p uchraydi. Ushbu past energiyali siljishlar silikatlarining tuzilishini aks ettiradi.

**Xulosa.** O'zbekistonda saponit mineralini mavjudligi aniqlanib, uni kimyoviy va mineralogik tarkibi, IK-spektri, derivatogrammasi va rentgenofazali tahlillar aniqlangan bo'lib, natijalar saponit mineraliga mos kelishini ko'rsatdi. Ushbu saponit mineralini xlorid kislotasi bilan qayta ishlash jarayoni orqali magniy xlorid eritmasini ajratib olish natijalari o'rganildi: harorat -  $40\text{--}95^\circ\text{C}$ , HCl konsentratsiyasi - 20%, magniy oksidi miqdoridan kelib chiqib xlorid kislotasi normasi 100%,  $t = 2$  soat magniy oksidi eritmaga o'tish darajasi (90,36%) bo'lishi aniqlandi. Saponit mineralini  $200^\circ\text{C}$  dan  $600^\circ\text{C}$  gacha bo'lgan haroratlarda CaCl qo'shib qizdirish natijasida Mg miqdorini oshirish o'rganildi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Умиров Ф.Э., Номозова Г.Р., Шодикулов Ж.М. Физико-химические свойства и агрохимическая эффективность новых дефолиантов на основе хлоратов натрия, магния и кальция, содержащих ПАВ // *Universum: Химия и Биология*. Москва -2021. №1 1(79). С. 33-35. 2.
2. Умиров Ф.Э., Номозова Г.Р., Вахобов Ж.В. Исследование получения хлоратов натрия, магния и кальция на основе гипохлорита натрия. *International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences* Vol.1(1), 2020 P.12-17 3.
3. Умиров Ф.Э., Музафаров А.М., Пирназаров Ф.Г. Investigation of the production of surfactants containing sodium chlorate based on sodium hypochlorite. *Research, Journal of Critical Reviews* [http://www.jcreview.com/index.php JCR](http://www.jcreview.com/index.php>JCR). 2020; 7(10): 2577-2581.
4. Умиров Ф.Э., Номозова Г.Р., Шодикулов Ж.М. Solubility Diagram of the Sodium Hypochlorite–Sodium Chloride–Water System. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 2022, Vol. 67, No.4, pp. 514–518. © Pleiades Publishing, Ltd., 2022. ISSN 0036- 0236.
5. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М. Научно-технологические принципы комплексного использования серпентинита Карманинского месторождения. *Обогащение руд* №1(397), 2022 С. -41-45.
6. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М., Умиров У.Ф. Исследование процессов получения хлорат-магниевое дефолианта на основе серпентинита Арветенского месторождения. «Путь науки» (№ 10 (80), 2020 С.-19-22.
7. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М. Научно-технологические принципы комплексного использования серпентинита Карманинского месторождения. *Обогащение руд* №1(397), 2022 С. -41-45.
8. Umirov F. E., Nomozova G. R., Shodikulov Zh. M. Solubility Diagram of the Sodium Hypochlorite–Sodium Chloride–Water System. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 2022, Vol. 67, No. 4, pp. 502–507.
9. Umirov F. E., Пирназаров Ф.Г. Studying the composition of local raw material saponite mineral rich in magnesium oxide and recovering chloride-chlorate from it // *The American Journal of Engineering and Technology* (ISSN – 2689-0984) September 15, 2023. 13-20с.

UO‘K: 669.332.3

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.13

## MIS SANOATI SHLAKLARINI QAYTA ISHLASHDA ZAMONAVIY TADQIQOTLAR SHARHI (TAHLIL)



**Turdiyeva Aziza Yoqub qizi**

Toshkent davlat texnika universiteti “Materialshunoslik”  
mutaxassisligi magistranti, Toshkent, O‘zbekiston  
E-mail: [turdiyevaaziza34@gmail.com](mailto:turdiyevaaziza34@gmail.com)  
ORCID ID: 0009-0006-6045-8082



**Norxudjajev Fayzulla Ramazonovich**

Texnika fanlari doktori, professor, Toshkent davlat texnika  
universiteti “Materialshunoslik” kafedrasi mudiri,  
Toshkent, O‘zbekiston  
E-mail: [norxojaev.fayzulla@mail.ru](mailto:norxojaev.fayzulla@mail.ru)  
ORCID ID: 0000-0002-5513-1521

**Annotatsiya.** Hozirgi sanoatlashgan dunyo talablaridan kelib chiqqan holda bugungi kunda juda ko‘plab metallurgik zavodlar ikkilamchi xom-ashyoni qayta ishlashni yo‘lga qo‘ygan. Bunga sabab qilib ruda zahirasi kamligi va metallurgik korxonalaridan chiqqan chiqindilar ekologik falokatni keltirib chiqarishi ko‘rsatilishi mumkin. Yer osti zahiralaridan oqilona foydalanish va uni tejashning eng samarali usuli bu kon-metallurgiya sanoati chiqindilaridan foydalanishni jadallashtirish hisoblanadi. “Olmaliq KMK” AJ – O‘zbekiston Respublikasining eng yirik sanoat korxonalaridan biri bo‘lib, unda sanoat jarayonlaridan yiliga jami 500 ming tonna mis shlaklari hosil bo‘ladi. Odatda mis shlaklarida tahminan 32-37% gacha temir mavjud va 0,5-1,5% misdan iborat, bu uning qayta ishlash uchun qimmatli ikkilamchi manba ekanligini ko‘rsatadi. Shunday qilib, mis shlaklaridan oqilona foydalanish hamda ekologik xavotir kuchayib borayotganligi sababli, xavfli materiallar sifatida tavsiflangan mis shlaklaridan har tomonlama foydalanish uchun tegishli texnologiyani ishlab chiqish bugungi kun uchun juda dolzarbdir. **Kalit so‘zlar:** shlak, kremniy, mis, temir, rux, flyus, shteyn, oltingugurt, uglerod, flotatsiya, konsentrat, pirit, xalkopirit, xalkozin, arsenopirit, mishyak, pirometallurgiya, boyitish, kislota.

## ОБЗОР (АНАЛИЗ) СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ШЛАКОВ МЕДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Турдиева Азиза Ёкуб кизи**

Магистрант по специальности «Материаловедение»  
Ташкентского государственного технического университета,  
Ташкент, Узбекистан

**Норхуджаев Файзулла Рамазонович**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой  
«Материаловедение» Ташкентского государственного  
технического университета,  
Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** Исходя из требований современного индустриального мира, сегодня многие металлургические заводы наладили переработку вторичного сырья. Это может быть связано с низкими запасами руды и экологической катастрофой, вызванной отходами металлургических предприятий. Наиболее эффективным способом рационального использования и экономии подземных ресурсов является интенсификация использования отходов горно-металлургической промышленности. АО «Алмалыкский ГМК» - одно из крупнейших промышленных предприятий Республики Узбекистан, где в результате промышленных процессов ежегодно образуется в общей сложности 500 тысяч тонн медных шлаков. Обычно медные шлаки содержат около 32-37% железа и 0,5-1,5% меди, что указывает на то, что он является ценным вторичным источником для переработки. Таким образом, в связи с рациональным использованием медных

шлаков и растущей экологической обеспокоенностью, разработка соответствующей технологии всестороннего использования медных шлаков, которые классифицируются как опасные материалы, очень актуальна на сегодняшний день.

**Ключевые слова:** шлак, кремний, медь, железо, цинк, флюс, штейн, сера, уголь, флотация, концентрат, пирит, халькопирит, халькозин, арсенопирит, мышьяк, пирометаллургия, обогащение, кислота.

## REVIEW OF MODERN RESEARCH ON THE PROCESSING OF COPPER INDUSTRY SLAGS (ANALYSIS)

*Turdieva Aziza Yokub kizi*

*Master's student in Materials Science at Tashkent State Technical  
University, Tashkent, Uzbekistan*

*Norkhujaev Fayzulla Ramazonovich*

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department  
of "Materials Science" of Tashkent State Technical University,  
Tashkent, Uzbekistan*

**Abstract.** Based on the requirements of today's industrialized world, many metallurgical plants have established the processing of secondary raw materials. This can be attributed to low ore reserves and the environmental disaster caused by waste from metallurgical enterprises. The most effective way to rationally use and conserve underground reserves is to intensify the use of mining and metallurgical industry waste. JSC "Almalyk MMC" is one of the largest industrial enterprises of the Republic of Uzbekistan, where a total of 500 thousand tons of copper slags are formed annually from industrial processes. Usually, copper slags contain approximately 32-37% iron and 0.5-1.5% copper, which indicates that it is a valuable secondary source for processing. Thus, due to the rational use of copper slags and growing environmental concern, the development of appropriate technology for the comprehensive use of copper slags, characterized as hazardous materials, is very relevant today.

**Keywords:** slag, silicon, copper, iron, zinc, flux, matte, sulfur, carbon, flotation, concentrate, pyrite, chalcopyrite, chalcocite, arsenopyrite, arsenic, pyrometallurgy, enrichment, acid.

**Kirish.** OKMK AJ ning mis eritish zavodida mis konsentratlarini uzoq muddatli qayta ishlash natijasida 7 million tonnadan ortiq chiqindi shlaklari to'plangan. Hozirgi vaqtda eski shlakning bir qismi OKMK 2-Mis boyitish fabrikasida flotatsiya usuli bilan qayta ishlanib, mis, oltin va kumush olinmoqda. Shlaklarni qayta ishlash texnologiyasining hozirgi holatini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, Cu, Fe, Ag va Au kabi barcha qimmatli tarkibiy qismlarni ajratib olish texnologiyasi bilan birga yangi turdagi qotishmalar, jumladan, sement o'rnini bosuvchi kompozit materiallar tayyorlash imkoniyati mavjudligi ma'lum.

Shlak to'planishi katta maydonlarning band qilinishi hamda atrofdagi suv va tuproqning zararlanishi tufayli ekologik muammolarni keltirib chiqaradi. Muammoga ilmiy yondashuv mis shlaki miqdorini kamaytirish va uni foydali mahsulotlarga qayta ishlashni o'z ichiga olgan texnologiyalardan foydalanishni ifodalaydi. Cu-Fe-S-Si-O-(Zn) sistemasida rux va boshqa elementlarning shlak, shтейн va metall fazalari orasida taqsimlanishi 1200°C

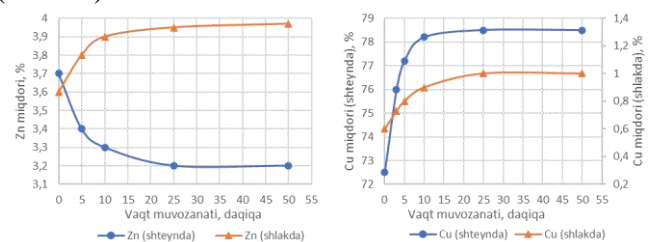
(1473 K) haroratda aniqlangan. Metall faza suyuq mis yoki qattiq metall temirdan iborat bo'lgan. Metall faza bilan muvozanat sharoitlari mis shlakini tozalash va qayta ishlash uchun suyuqlanmani kamaytirish texnologiyalarini ishlab chiqish uchun amaliy ahamiyatga ega.

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** Mis asosan mis-temir-oltingugurt minerallaridan, [1] jumladan xalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ) va bornit ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ), shuningdek xalkozin ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) va enargit ( $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$ ) dan olinadi. Ular odatda sof holda uchramaydi, balki bir-biri bilan va turli xil aralashmalar ayniqsa pirit ( $\text{FeS}$ ) bilan birgalikda mavjud bo'ladi. Mis rudalarida silikat birikmalarining miqdori 95% dan kam bo'lmaganligi sababli, xomashyo maydalanadi va flotatsiyaga yuboriladi, natijada mis konsentratlari va chiqindi hosil bo'ladi, so'ng eritish zavodiga yuboriladi. Eritishning maqsadi misning yo'qotilishini minimallashtirgani holda, iloji boricha ko'proq keraksiz temir, oltingugurt va iqtisodiy qiymatga ega bo'lmagan minerallarini yo'qotishdir. Bunga quyidagilar orqali erishiladi: (I) temirni

ushlab qoladigan alohida fayalit ( $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ ) fazasini hosil qilish uchun tegishli miqdordagi kremniy dioksidi ( $\text{SiO}_2$ ) ni qo'shish va (II) yuqori haroratda oltingugurt ni oltingugurt dioksidi sifatida chiqarib tashlash uchun kislorod qo'shish orqali oltingugurt trioksidi ( $\text{SO}_3$ ) suv bilan reaksiyaga kiritilib,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Shu sababli, ko'plab mis eritish zavodlari chiqindi gazlardan foydalanadigan kislotada ishlab chiqarish korxonalarini bilan birlashtirilgan (Biswas va Davenport, 2013). Biroq, har bir tonna mis ishlab chiqarilganda, taxminan ikki tonna temir-silikat shlakni hosil bo'ladi (Byung-Su Kim et al., 2013). Ular tarkibida qimmatli komponentlar, jumladan  $\text{FeO}$  (35-49%),  $\text{SiO}_2$  (28-40%),  $\text{CaO}$  (1-10%),  $\text{MgO}$  (1-3%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (2-15%),  $\text{Cu}$  (taxminan 1%), shuningdek 1% dan kam miqdorda  $\text{Mn}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Co}$  mavjud bo'lishiga qaramay chiqindi sifatida uyumlarga yuboriladi. Manbada mis shlakini qayta ishlashning texnologik sxemasi taklif etilmoqda: (I) mis shlakini  $800^\circ\text{C}$  dan yuqori haroratda 2 soat davomida havo yordamida oksidlash; (II) oksidlangan shlakka natriy gidroksid eritmasi (140 g/l) bilan  $190^\circ\text{C}$  da 3 soat davomida gidrotermik ishlov berish; (III) qattiq moddani suyuq fazada yuqori haroratda filtrlash orqali ajratish; (IV) pH ni o'zgartirish yo'li bilan suyuq silikat fazasini gidroliz qilish orqali gel hosil qilish; (V) amorf  $\text{SiO}_2$  ni (kremniy dioksidi geli)  $80^\circ\text{C}$  da qotirish yo'li bilan olish. Kremniy ajratib olish uchun shlakka ishlov berish jarayonlari aniqlanib, optimallashtirildi. Oksidlovchi gazdagi kislorod parsial bosimining ortishi oksidlanish mexanizmini o'zgartirish va oksidlanish jarayonini sezilarli darajada kuchaytirish aniqlandi. Gidrotermik ishlov berish jarayonida  $\text{SiO}_2$  ni ajratib olishda  $\text{NaOH}$  konsentratsiyasi hal qiluvchi omil bo'ldi. Uning 60 dan 140 g/l gacha oshirilishi qoldiq  $\text{SiO}_2$  miqdorini ikki barobardan ko'proq kamaytirdi va qattiq fazada seolit minerali ( $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6\cdot\text{H}_2\text{O}$ ) hosil bo'lishini sezilarli darajada pasaytirdi.

Rux mis sulfidli ma'danlar uchun umumiy element bo'lib, mineral sfalerit,  $\text{ZnS}$  sifatida, shuningdek, murakkab ma'danlarda bir qator boshqa sulfidli va oksidli minerallarning qattiq eritmalarida mavjud [2]. Natijada misni birlamchi eritish uchun asosiy xomashyo bo'lgan ko'plab mis sulfid konsentratlarida rux uchraydi. Mis va rux, shuningdek,  $\text{Cu-Zn}$  qotishmalarini qayta ishlashda hosil

bo'lgan shlaklar va shteynlar kabi ikkilamchi materiallarda, sanoat chiqindilarida va ishlab chiqarish muddati tugagan mahsulotlarda hosil bo'ladi. Misni birlamchi eritish yoki konvertatsiya qilishda rux potentsial ravishda gaz, suyuq shlak, qattiq oksidlar (masalan, spinel, sinkit yoki villemmit), shteyn va metall fazalari orasida tarqalishi mumkin. Yallig' qaytaruvchi pechida, Noranda reaktorida, Outokumpu eritish pechida, va IsaSmelt yoy pechida mis eritishning sanoat sharoitlari uchun shlak va shlakdagi rux konsentratsiyasi o'lchandi (1-rasm).



**1-rasm. Shlak va shteyn fazalarining o'lchangan kompozitsiyalariga muvozanatlash vaqtining ta'siri.**

Shlak, shteyn va metall muvozanatining past  $R$  ( $\text{SO}_2$ ) sharoitlarini o'rganishning yana bir sababi mis ishlab chiqaruvchi korxonalarining shlakni tozalash jarayonlariga sarmoya kiritishga bo'lgan qiziqishining ortishidir. Asosiy harakatlantiruvchi kuch mis shlaklarini qayta ishlash va ulardan qurilish materiallari sifatida foydalanish salohiyati bo'lib, bu zararli aralashmalarni olib tashlashni talab qiladi, ya'ni.  $\text{Pb}$ ,  $\text{As}$  va  $\text{Zn}$ .  $\text{Cu}$  va boshqa qimmatbaho metallarni qo'shimcha ravishda ajratib olish  $\text{Ni}$ ,  $\text{Co}$  ni shlakni tozalashda ham olish mumkin.

Kalsiy mishyak shlakni (KMS) mis ( $\text{Cu}$ ), qo'rg'oshin ( $\text{Pb}$ ) va rux ( $\text{Zn}$ ) kabi rangli metallarni ishlab chiqarish metallurgiya jarayonida hosil bo'ladigan ikkilamchi mahsulotdir [3]. KMS tarkibida kalsiy arseniti ajralib chiqishi va inson salomatligiga potentsial xavf tug'dirishi mumkin. Shu sababli, KMSni xavfsiz va samarali utilizatsiya qilish hamda boshqarish usullarini joriy etish muhim ahamiyatga ega.

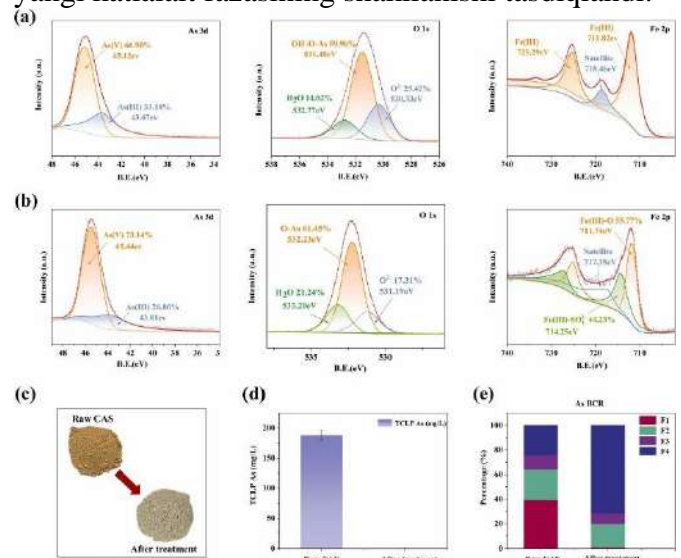
Tarkibida mishyak bo'lgan qattiq chiqindilarni an'anaviy barqarorlashtirish usullariga asosan jarayoni mishyakni immobilizatsiya qilish va ajralib chiqishini oldini olish uchun bir nechta mexanizmlarni o'z ichiga oladi: kimyoviy fik-

satsiya, kapsulalash va qotirish. Kimyoviy fiksat-siya shlak va qo‘shimchalar o‘rtasidagi reaksiyalar natijasida sodir bo‘lib, kalsiy arsenatlari kabi yangi birikmalarni hosil qiladi. Kapsulalash jarayoni shlakni bog‘lovchi material ichida fizik jihatdan izolyatsiyalashni o‘z ichiga olib, mishyak ajralib chiqishiga to‘sqinlik qiladi. Qotirish esa shlakni qattiq holatga aylantiradi va mishyak harakat-chanligini kamaytiradi. Ushbu mexanizmlar birga-likda mishyakni saqlashni yaxshilaydi va ekologik xavflarni minimallashtiradi. Biroq, barqarorlash-tirish jarayoni sezilarli miqdorda barqarorlash-tiruvchi moddalarni talab qiladi, bu esa hajm, og‘irlik va pH miqdoriga ta’sir qiladi, ya’ni kislota miqdori oshadi. Bundan tashqari, yuqori ishqoriylik esa kalsiy saqlovchi moddalarning samaradorligini cheklaydi.

**Materiallar va uslublar.** Tadqiqotda kalsiy arsenit silikatidagi mishyakni barqarorlashtirish uchun mis shlakidan foydalanishni va bug‘latish hamda kristallanish jarayonlari orqali kalsiy arsenit silikatida mishyakning mineral fazasini qayta tiklashni taklif etadi. Bu usul nafaqat chiqindini foydali mahsulotga aylantiradi, uni iqtisodiy va ekologik jihatdan samarali qiladi, balki mishyak-ning kimyoviy barqarorligini oshiradi va shu orqali uning atrof-muhitga sizib chiqishini kamaytiradi. Mis shlakidagi temir ionlari va silikatlar barqaror mineral fazalarni hosil qilish orqali mishyakni barqarorlashtirishda muhim rol o‘ynaydi. Bundan tashqari, silikatlar yangi hosil bo‘lgan temir arsenat minerallari bilan birikib, kalsiy arsenit silikatida mishyakning barqarorligini yanada oshiradi va uning tarqalishini cheklaydi. Qolaversa, bu yonda-shuv an’anaviy barqarorlashtirish usullariga nisba-tan chiqindilarning umumiy hajmini kamaytiradi, mishyakni uzoq muddat samarali saqlash imkonini beradi.

Kalsiy arsenit silikati va ishlov berilgandan keyingi qoldiqning XPS spektrlari 2a va b-rasmlarda ko‘rsatilgan. XPS spektri (2a-rasm) Kalsiy arsenit silikat namunasida mishyakning asosiy shakli 45,12 eV bog‘lanish energiyasiga ega bo‘lgan mishyak (V) ekanligini ko‘rsatdi. Bu 66,90% ni tashkil etib, kalsiy arsenit silikatda amorf  $Ca_3(AsO_4)_2$  mavjudligini tasdiqlaydi. XPS spektri (b-rasm) ishlov berilgandan so‘ng mishyak(III) ning 6,24% I As (V) ga (45,44 eV) aylanganligini ko‘rsatdi. Bu mishyakni immobilizatsiya qilish

uchun foydali bo‘ldi mishyakni As (V) ning bog‘lanish energiyasi 45,12 eV dan 45,44 eV ga siljidi, bu As va boshqa elementlar o‘rtasida yangi koordinatsion munosabatlar shakllanganligini ang-latadi. XRD, infraqizil va Raman tahlillari asosida yangi kaatialayt fazasining hosil bo‘lganligi tasdiq-landi. RTT, infraqizil va Raman tahlillari asosida yangi katilait fazasining shakllanishi tasdiqlandi.



**2-rasm. Kalsiy arsenit silikati va ishlov berilgandan keyingi qoldiqning XPS spektrlari.**

XPS spektrlari: (a) Kalsiy arsenit silikat oldingi; (b) ishlov berilgandan so‘ng qoldiq uchun; (c) Kalsiy arsenit silikat ishlov berilgandan so‘ng qoldiqning optik tasviri; (d) va ishlov berilgandan so‘ng qoldiqning TCLP bo‘yicha umumiy As konsentratsiyalari; (e) Kalsiy arsenit silikat va ishlov berilgandan so‘nggi qoldiqdagi mishyak As ning morfologik taqsimoti (F1: oson eriydigan fraksiyalar; F2: qaytariluvchi fraksiya; F3: oksid-lanuvchi fraksiya; F4: qoldiq fraksiya).

Qattiq chiqindilarni utilizatsiya qilish – bu barqaror rivojlanishni ta’minlash uchun turli sanoatlardan chiqadigan chiqindilardan foydala-nishni ham o‘z ichiga oladi. Mis shlaki [4] misni eritish va tozalash jarayonida hosil bo‘ladi. Bu chiqindi materiallar abraziv chiqindilar bo‘lib, turli sanoatlardan chiqadigan chiqindilardan foydalanish barqaror rivojlanishni ta’minlashda fuqarolik va atrof-muhit muhandislarining oldida turgan asosiy muammolardan biridir. Shu bilan birga, bu mavjud materiallar xarajatlarini hisobga olish bilan bog‘liq. Chiqindi mis shlaki abraziv asboblari, yo‘l qurilishi va og‘ir materiallar sifatida ishlatilishi mumkin. Mis

shlakining qayta ishlanishi ortib borayotgan bo'lsa-da, uning yillik ishlab chiqarilishi hali ham katta hajmdagi chiqindilar sifatida yig'ilib, saqlanmoqda. Mis shlakini qayta ishlashda eng katta imkoniyatlardan biri sement va beton ishlab chiqarishda foydalanishdir. Ko'plab tadqiqotchilar mis shlakini sement, ohak kukuni, chang, sement o'rnini bosuvchi materiallar sifatida, shuningdek, qattiq va yumshoq agregatlarning qisman o'rnini bosuvchi sifatida beton va sement ishlab chiqarishda ishlatishni o'rgandilar. Mis shlakining sement va betonda ishlatilishi barcha tegishli sanoatlar uchun, ayniqsa mis shlaki ko'p ishlab chiqariladigan hududlarda atrof-muhit va iqtisodiy foyda keltirishi mumkin. Ushbu maqola mis shlakining qo'llanilish sohalarini va uning turli faoliyatlarda ruxsat etilgan foydalanilishini ko'rib chiqadi.

Mis ishlab chiqarish jarayonida [5] og'ir metallar tutgan katta miqdordagi mis shlaki hosil bo'ladi va uning tarkibidagi 0,5 - 8,0% og'irlikdagi mis yo'qoladi, bu esa qayta ishlanishga arziydi. Ushbu tadqiqotda mis shlakini tozalash uchun chiqindi koks va gips qo'llanildi, yo'qotilgan mis qaytarilib, oltingugurtlanib, shteyn tomchilari boyitilgan. Biroq, oddiy tortishish kuchi sharoitida shteyn tomchilarining erkin cho'kishi uchun 1350°C yuqori harorat talab etiladi. Shu asosda, tozalangan shlakdan shteyn tomchilari 1200°C past haroratda 3 daqiqa ichida o'ta yuqori tortishish kuchi yordamida samarali ajratib olindi. Bunda misni qayta tiklash darajasi 99,56 foizgacha yetdi, shteyn fazasida va tozalangan shlakdagi mis miqdori mos ravishda 85,84 va 0,08 foiz og'irlikni tashkil etdi. Bundan tashqari, og'ir metall elementlari (Pb, Zn, Ni va boshqalar) ko'chishi, taqsimlanishi va tanlab eritmaga o'tish xususiyatlari o'rganildi va tahlil qilindi, shuningdek, uchuvchan moddalar va qoldiqlarni qayta ishlash hamda ulardan foydalanish masalalari muhokama qilingan. Tadqiqotda mis shlakini tozalash va bir vaqtning o'zida mis resurslarini qaytarish-oltingugurtlash eritish va past haroratda o'ta yuqori tortishish kuchi yordamida ajratish orqali qayta tiklashning ekologik toza usuli taklif etiladi. Bu esa issiq mis shlakini chiqindi koks va gips bilan birgalikda qayta ishlash uchun ilmiy yechim taqdim etadi.

Mis-shlakni ajratish samaradorligiga harorat, oksidlanish sharoiti, xomashyo sifati, shlak tarkibi va xususiyatlari har tomonlama ta'sir qiladi, bu esa

shlakda katta miqdorda mis yo'qotilishiga olib keladi. Mis kimyoviy erish va mexanik tortilish orqali oksidlovchi muhitda metall mis sulfidi, oksid yoki silikat shaklida shlak tarkibida qoladi, natijada shlakdagi mis miqdori ba'zan mis rudasi tarkibidan yuqori bo'ladi. Qisqacha aytganda, past sifatli xomashyoda mis yo'qotilishining asosiy manbai mexanik yo'l bilan yutilgan metall mis yoki xomashyo bo'lsa, 70% dan yuqori mis tarkibli xomashyo uchun kimyoviy yo'qotishlar asosiy sababdir. Mis xomashyosining odatdagi sifati 45-65% mis ekanligini hisobga olsak, shlakdagi mis yo'qotilishi asosan mexanik qoplanish natijasida sodir bo'ladi, chunki mis shlakida muqarrar ravishda ortiqcha Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (magnetit) hosil bo'lishi tufayli shlakning erish harorati va qovushqoqligi oshadi. Co, Ni, Pb, Zn, Au, Ag kabi ba'zi qimmatbaho elementlar va Bi, Sb, Hg, As kabi boshqa zararli elementlar ham silikat asosidagi matritsa fazasida joylashgan bo'lib, aynan shu sababli mis shlaki sanoat qattiq chiqindisi sifatida qadrlanadi. So'nggi yillarda sanoatdagi mis shlakini drenajlash va elektr shlak-tozalash pechiga o'tkazilgandan so'ng tozalash uchun pirometallurgik usullar qo'llaniladi, bunda shlakning qovushqoqligini kamaytirish va mis fazasining cho'kishini osonlashtirish uchun ba'zi tiklovchi va flyus elementlari qo'shiladi.

Chiqindi mis shlaki turli [6] qimmatbaho elementlarni o'z ichiga olgan tipik xavfli qattiq chiqindi hisoblanib, hozirgacha samarali utilizatsiya qilinmagan. Ushbu tadqiqotda chiqindi mis shlakidan qimmatbaho elementlarni (mis, temir, qo'rg'oshin va rux) ajratib olish uchun bosqichma-bosqich ekstraksiya jarayoni taklif etilgan. Aniq bosqichlar quyidagicha: 1) Misni boyitish uchun flotatsiya jarayoni qo'llanilgan va flotatsion konsentratdagi mis miqdori 21,50% bo'lganda, misning ajratib olish darajasi 77,78% ni tashkil etgan. 2) Flotatsiya chiqindilari ohaktosh bilan granulalangan, so'ngra yashil granulalar qaytarilgan va magnit separatsiya jarayoni o'tkazilgan. Magnit konsentratdagi temir va mis miqdori 90,21% Fe va 0,4% Cu bo'lganda, mos ravishda 91,34% temir va 83,41% mis ajratib olingan. 3) Nomagnit chiqindilar oddiy portlandsement olish uchun klinker va standart qum bilan aralashtirilgan. Taklif etilgan jarayon orqali chiqindi mis shlakidan bir nechta mahsulotlar olingan: 21,50% Cu tarkibli konsentrat;

90,21%, 65,17% ZnO va 2,66% PbO tarkini to'g'ridan-to'g'ri qaytarish changi hamda qurilish uchun oddiy portlandsement. Chiqindi mis shlakini kompleks utilizatsiya qilish usuli chiqindisiz ishlab chiqarishga erishadi va amaliy qo'llash uchun katta salohiyatga ega.

**Muhokama va natijalar.** Eritish orqali qaytarish chuqur qaytarish jarayoni hisoblanadi; bu jarayon davomida FeO 1450°C dan yuqori haroratda qaytaruvchi modda yordamida cho'yan temirgacha qaytariladi Bu usul temirning yuqori darajada tiklanishiga erishish imkonini beradi, ammo pechning xizmat muddatini qisqartiradi. Mis shlakidan temirni to'g'ridan-to'g'ri qaytarish va magnitli ajratish orqali olish samarali usul hisoblanadi. MShni 1200-1300°C haroratda qaytarish orqali fayalit va mis sulfidini metall temir va misga aylantirish, so'ngra Fe-Cu qotishma fazasini hosil qilish mumkin. Keyinchalik Fe-Cu qotishmasini ajratib olish uchun magnitli separatsiya jarayoni qo'llaniladi. Biroq, magnitli ajratish chiqindilari samarali ishlatilmagan.

Tadqiqot ishida xom ashyo sifatida suyuq mis shlakidan foydalanib, to'g'ridan-to'g'ri qaytarish jarayonida mis, temir, qo'rg'oshin va rux kabi qimmatbaho komponentlarning boyitilishi va ko'chish qonuniyatlari o'rganilgan. Maqbul sharoitlarda (1500°C harorat, 1,06 ishqoriylik, 60 daqiqa eritish vaqti va mexanik aralashtirish) mis shlakidagi mis, temir, qo'rg'oshin va ruxning ajralib chiqish

darajasi tegishli 98,83%, 99,59%, 97,45% va 98,51% ni tashkil etgan.


**Xulosa.** Tahlil qilingan tadqiqot ishlari shuni ko'rsatadiki, mis sanoati qattiq chiqindilarini qayta ishlash texnologiyalari eng avvalo "yashil" sanoat talablari, atrof-muhit muhofazasi, resurslardan samarali foydalanishni ta'minlaydi. Bunda, chiqindisiz sanoat eng muhim faktor bo'lib, bugungi kunda ushbu talablarga javob beradigan kon-metallurgiya sanoati bir qancha rivojlangan mamlakatlarda yo'lga qo'yilgan. Sanoatga "yashil" talablarning qo'yilishi ko'p hollarda iqtisodiy jihatdan samarasiz deb qaraladi. Biroq ko'pyillik ilg'or tajribalardan ko'rinib turibdiki, avvaliga iqtisodiy samarasiz bo'lsada ekologik jihatdan muhim deb hisoblangan texnologiyalar, hozirda mamlakat taraqqiyoti uchun har tomonlama foydalidir.

Qayta ishlanayotgan kon rudalarining xususiyatlari, hudud talablaridan kelib chiqib, mis sanoati shlaklarini qayta ishlashning eng samarali usuli ishlab chiqilishi maqsadga muvofiq. Shundan kelib chiqib, dunyoda olib borilgan tadqiqotlar, shuningdek, Olmaliq kon-metallurgiya kombinati aksiyadorlik jamiyatining mis sanoati shlaklarining tarkibi, xususiyatlaridan kelib chiqib, ularni qayta ishlash, ulardan qimmatbaho komponentlarni maksimal ajratib olishning maqbul texnologiyasini ilmiy tadqiqotlar natijasida ishlab chiqish mumkin bo'ladi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Gyurov, S., Marinkov, N., Kostova, Y., Rabadjieva, D., Kovacheva, D., Tzvetkova, C., Penkov, I. (2017). Technological scheme for copper slag processing. *International Journal of Mineral Processing*, 158, 1–7. doi:10.1016/j.minpro.2016.11.008
2. Svetlana Sineva, Denis Shishin, Maksym Shevchenko, Peter C. Hayes, Evgueni Jak. Experimental study and thermodynamic modeling of distribution of elements among slag, matte and metal in the Cu-Fe-O-S-Si-(Zn)-(Al, Ca, Mg) system for copper slag cleaning applications, *Journal of Materials Research and Technology*, Volume 23,2023, Pages 5280-5300, ISSN 2238-7854, <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.02.120>.
3. Lanbin Wang, Wenjie Xie, Yangming Xu, Wenqi Zhang, Yan Sun, Yu Chen, Ruan Chi, Yaguang Du. Enhancing arsenic immobilization in calcium arsenate slag through mineral phase reconstruction using copper slag via acid evaporation // *Process Safety and Environmental Protection*. Volume 193, 2025, Pages 421-431, <https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.11.053>.
4. Murari, K., Siddique, R., & Jain, K. K. (2014). Use of waste copper slag, a sustainable material. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 17(1), 13–26. doi:10.1007/s10163-014-0254-x

UO‘K: 622.27

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.10

## KOVULDI OLTIN KONIDA QAZIB OLINGAN BO‘SHLIQNI TO‘LDIRISH TEKNOLOGIYASINING ASOSIY KO‘RSATKICHLARINI TAKOMILLASHTIRISH



**Bakirov G'ayrat**  
**Xoliqberdiyevich**

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali, "Konchilik ishi" kafedrasida dotsenti, Olmaliq, O'zbekiston*  
E-mail: [gayrat2018@inbox.ru](mailto:gayrat2018@inbox.ru)



**Alimov Shoxriddin**  
**Muxammadovich**

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali, "Konchilik ishi" kafedrasida v.v.b., dotsenti, Olmaliq, O'zbekiston*  
E-mail: [alimov\\_shm@mail.ru](mailto:alimov_shm@mail.ru)



**Mavlanov Abdulla**  
**Abdixakimovich**

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali, "Konchilik ishi" kafedrasida katta o'qituvchisi, Olmaliq, O'zbekiston*  
E-mail: [abdulamavlyanov@gmail.com](mailto:abdulamavlyanov@gmail.com)

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada Kovuldi koni sharoitida qazib olingan bo'shliqni to'lg'azma aralashmalaridan foydalangan holda to'ldirish ishlari haqidagi ma'lumotlari keltirilgan. Kon sharoitida to'lg'azma ishlarining texnologiyasi kon-geologik va kon-texnik sharoitlarida samarali qo'llanilishlarining ko'rsatkichlarini aniqlangan. Kovuldi konida qazib olingan bo'shliqni to'ldiruvchi aralashmalarni vertikal va gorizontal quvurlarda gidrostatik bosimi yordamida tortishish rejimiga asoslanib reologik xususiyatlarini yaxshilash hisobiga tashish ishlari ko'rib chiqilgan.

**Kalit so'zlar:** Qotuvchi to'lg'azma, kamera, "Sekushiy" ruda tanasi, selik, to'lg'azma massiv, transport qilish sxemasi, gidrostatik bosim, reologik xususiyatlari, sement.

## УЛУЧШЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ЗАПОЛНЕНИЯ ОЧИСТНОГО ПРОСТРАНСТВА НА ЗОЛОДОБЫВАЮЩЕМ РУДНИКЕ КАУЛЬДЫ

**Бакиров Гайрат**  
**Холикбердиевич**

*Доцент кафедры горного дела Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова, Алмалык, Узбекистан*

**Алимов Шохриддин**  
**Мухамматович**

*Доцент кафедры горного дела Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова, Алмалык, Узбекистан*

**Мавланов Абдулла**  
**Абдихакимович**

*Старший преподаватель кафедры горного дела Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова, Алмалык, Узбекистан*

**Аннотация.** В данной статье представлены сведения о работах по заполнению очистного пространства закладочными смесями в условиях рудника Каульды. Определены показатели эффективного применения технологии закладочных работ в горно-геологических и горно-технических условиях. Рассмотрена подача закладочной смеси очистного пространства по вертикальным и горизонтальным трубопроводам, за счет улучшения реологических свойств, ос-

нованного на использовании гравитационного режима гидростатического давления на руднике Каульды.

**Ключевые слова:** Твердеющий наполнитель, камера, рудное тело «Секущее», илам, заполняемый массив, схема транспортировки, гидростатическое давление, реологические свойства, цемент.

## IMPROVEMENT OF THE MAIN INDICATORS OF THE TECHNOLOGY OF FILLING THE EXTRACTION SPACE AT THE KAULDY GOLD ORE MINE

**Bakirov Gayrat**

**Kholikberdievich**

Associate Professor of the  
Department of Mining, Almalyk  
branch of the Tashkent State  
Technical University named after  
Islam Karimov, Almalyk,  
Uzbekistan

**Alimov Shokhriddin**

**Mukhammatovich**

Associate Professor of the  
Department of Mining, Almalyk  
branch of the Tashkent State  
Technical University named after  
Islam Karimov, Almalyk,  
Uzbekistan

**Mavlanov Abdulla**

**Abdikhakimovich**

Senior Lecturer, Department of  
Mining, Almalyk Branch of  
Tashkent State Technical University  
named after Islam Karimov,  
Almalyk, Uzbekistan

**Abstract.** This article presents information about the work of filling the extraction space with backfill mixtures in the conditions of the Kauldy mine. The indicators of the effective use of the backfill technology in mining-geological and mining-technical conditions are determined. The feeding of the backfill mixture of the cleaning space through vertical and horizontal pipelines is considered, due to the improvement of rheological properties based on the use of the gravitational mode of hydrostatic pressure at the Kauldy mine.

**Keywords:** Consolidating filler, stope, “Sekushiy” ore body, slime, filler massif, transportation scheme, gidrostatic pressure, rheological properties, cement.

**Kirish.** Hozirgi vaqtda yer osti konchilik ishlarining jadal ravishda rivojlanib borishi natijasida konning geologik sharoitlari murakkablashib bormoqda buning natijasida ish olib borilayotgan qatlamlarda kon ishlarini olib borishda qiyinchiliklar va kon bosimlarini boshqarishda muammolar yuzaga kelmoqda. Qiyinchilik va muammolarni bartaraf etish va oldini olish uchun qazib olingan boshliqni to‘ldirish texnologiyasiga bo‘lgan talab yer osti konchilik ishlarida ortib bormoqda.

Qazilgan boshliqni to‘ldirib qazib olish texnologiyasi konchilik sanoati rivojlangan Kanada, AQSh, Yaponiya, Shvetsiya, Finlyandiya, Hindiston, Germaniya, Avstraliya mamlakatlarida polimetall, mis, temir va boshqa rudalarni o‘zlashtirishda muvaffaqiyatli qo‘llanilmoqda. Qo‘llanilishining rivojlanish tizimlaridagi ulushi: gorizont qatlamlarni to‘ldirish bilan qazib olishda-38,3%, kamerali va nimqavatlariga bo‘lib qazib olishda-36,7%, ustun kamerali to‘ldirib qazib olish tizimi va boshqalarda-10,9% larni tashkil qiladi.

Hozirgi vaqtda rangli va qimmatbaho metall rudalarining MDH mamlakatlarida 25% ni,

Avstraliyada 30% ni, Kanadada 40% ni, Finlyandiyada 85% ni, Fransiyada 87% ni qazilgan boshliqni to‘ldirib qazib olish tizimlarida qazib olinmoqda. Bu usulda qazib olingan mahsulotlarning sifati va boyitish jarayonida kam xarajatligi bilan qotishmani tayyorlashdagi qo‘shimcha xarajatlarga qaramay, ushbu tizimining samaradorligi yuqoriligini ko‘rsatadi.

Hozirgi vaqtda respublikamiz hududida joylashgan yer osti konlarini qazib olishda qazilgan bo‘shliqni to‘ldirish texnologiyasi “Olmaliq konmetallurgiya kombinati” AJ ning Kovuldi oltin konida ham keng qo‘llanilib kelinmoqda [1, 2, 5-6].

**Adabiyot tahlil va metodlar.** Konlarni to‘lg‘azma materiallar bilan to‘ldirib qazib olish tizimlarini takomillashtirishga Bronnikov D.M., Vyatkin A.P., Makarov S.V., Beloborodov I.S., Volkov Ye.P., Medvedev V.V., Berkovich V.M., Dordjiev D.Yu., Jilkina N.F., Zubkov A.V., Lizunkin V.M., Lyashenko V.I., Linkov A.M., Matveev I.F., Maxno D.E., Osintsev V.A., Pavlov A.M., Pakulov G.V., Pirogov G.G., Petuxov I.M., Semenov Yu.M., Sosnovskiy L.I., Sosnovskaya Ye.L., Sidorov V.S., Xomyakov V.I., Fisenko G.L.,

Yasichenko V.B. va boshqalar hissa qo'shishgan. Ular har xil sharoitlar uchun to'lg'azma materiallarni tanlash, arzon biriktiruvchilardan foydalanish va qazib olingan bo'shliqni to'lg'azmalar bilan to'ldirish texnologiyalarini takomillashtirish bo'yicha ahamiyatli yutuqlarga erishganlar.

O'zbekiston Respublikasida yer osti usulida konlarni qazib olish texnologiyasini rivojlantirishga Raximov V.R., Isamuhamedov U.A., Akbarov T.G., Raimjanov B.R., Lobanov V.S., Kiselenko A.S., Orudjov U.S., Muxitdinov A.T., Xakimov Sh.I., Mislibayev I.T., Xasanov A.R. va boshqa olim va mutaxassislar katta hissa qo'shgan bo'lib, ularning ishlarida Angren va Zarmitan oltin ma'dan zonasi konlarining quyi gorizontlarida ma'dan qazib olish texnologiyasini yaratishning asosiy tendentsiyalari va yo'nalishlari tadqiq etilgan [2, 4].

Kovuldi konida to'lg'azma ishlari texnologiyasi (1-rasm) quydagicha, bu tizim quydagi kon-geologik va kon-texnik sharoitlarida samarali qo'llanilishi mumkin:

- ruda tanasi yotish burchagi  $10 - 30^{\circ}$  dan oshmasligi kerak;
- ruda tanasining qalinligi eng kamida 1,5 m bo'lishi kerak, qalinlik 3-30 m bo'lganda samarali qo'llaniladi;
- rudaning mustahkamlik koeffitsiyenti professor M.M.Protodyakonov shkalasi bo'yicha 13-14 dan yuqori bo'lishi kerak.

Konda tayyorlash va qazib olish ishlari quyidagi tartibda olib boriladi:

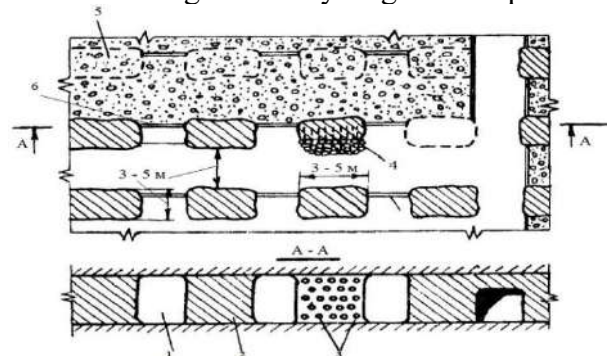
- qatlam shtreki o'tiladi;
- qatlam shtrekining yon tomonlaridan har 3 metrda birlamchi va ikkilamchi kameralar belgilab olinadi;
- belgilab olingan kameralarning birlamchisi qazib olinadi;
- qazib olingan birlamchi kameralar qotuvchi to'lg'azma bilan to'ldiriladi;
- birlamchi kameradagi to'lg'azma qotgandan so'ng ikkilamchi kamera qazib olinadi;
- qazib olingan ikkilamchi kameralar qotuvchi to'lg'azma bilan to'ldiriladi;
- har ikkala turdagi kameralar qotuvchi to'lg'azma bilan to'ldirilgandan so'ng qatlam shtregi to'lg'azma bilan to'ldiriladi.

Kovuldi oltin konini o'zlashtirish jarayonida

quyidagi asosiy muammolar yuzaga kelmoqda:

- ✓ Qotuvchi to'lg'azmaning mustahkamligi past, sababi qum fraksiyasi va zichligi yuqori, natijada tayyorlangan beton qorishmasidan sement yuvilib ketishi yuzaga kelmoqda;
- ✓ To'ldiriladigan tozalovchi kameralardagi to'siqlar masofasini kattaligi sababli to'lg'azma yotqiziladigan kamera tubida va to'siq atrofida to'lg'azma shippgacha to'lmasligi, natijada to'lg'azma va ship orasida bo'shliq yuzaga kelishi kuzatilmoqda;

To'lg'azma quvurlarida tiqilib qolish holatlari tez-tez yuzaga kelmoqda, kameraga smenalik hajmdagi qotuvchi to'lg'azma yotqizilgandan so'ng, quvur ichida qolgan qorishmani chiqarib tashlash uchun suvning o'zini quvur ichidan yurg'uziladi, natijada kameradagi sement yuvilib ketadi, yoki to'siq tashqarisida amalga oshirilsa gorizontda 20 - 30 sm sathli suvga to'lishi yuzaga kelmoqda.



**1-rasm. Qotuvchi to'lg'azma bilan to'ldirib, kameralardan seliklarni qazib olish tizimi.**

1 – kamera; 2 – selik; 3 – burg'ilangan shpurlar; 4 – selikdan qulatilgan ruda; 5 – to'lg'azma massivi; 6 – to'siq.

**Natijalar va muhokama.** Quyida Kovuldi oltin konida qotuvchi to'lg'azma tayyorlashning texnologik sxemasi ko'rsatib o'tilgan:

Kovuldi koni "Janubiy" qazib olish uchastkasi 720-gorizontdagi "Sekushiy" ruda tanasini o'zlashtirishdagi ruda tanasi va o'tiladigan kon lahimlari ko'rsatkichlari 1 va 2-jadvallarda keltirilgan.

Qirquvchi kon lahimi ya'ni qatlam shtregini o'tishni hisoblashda ruda tanasidan o'tiladigan qatlam shtrekining umumiy hajmi  $304.5 m^3$  ni tashkil qiladi.

Tozalovchi kon lahimi ya'ni birlamchi va ikkilamchi kameralarni o'tib qazib olishda  $1080 m^3$  (yoki  $\Sigma V_{tz} \cdot \gamma = 1080 \cdot 2,65 = 2862 t$ ) tozalash ishlari

amalgga oshiriladi.

Qazib olingan bo'shliqni qotuvchi to'lg'azma bilan to'ldirish ishlarini amalga oshirish uchun 1 993,5 m<sup>3</sup> to'lg'azma sarflanadi.

Kovuldi koni sharoitida qazib olingan bo'shliqni to'ldiruvchi aralashmalari vertikal va gorizontal quvur trubalar liniyasida o'z o'g'irligining statik bosimi yordamida tortishish rejimida (tortishish kuchlari ta'sirida) tashiladi.

1-jadval

**“Sekushiy” ruda tanasini ko'rsatkichlari**

Ruda tanasining ko'rsatkichlari	Qiymati
Qalinligi, m	9
Cho'ziqligi bo'yicha uzunligi, m	21-24
Kengligi, m	6-11
Yotish burchagi, α°	8-30

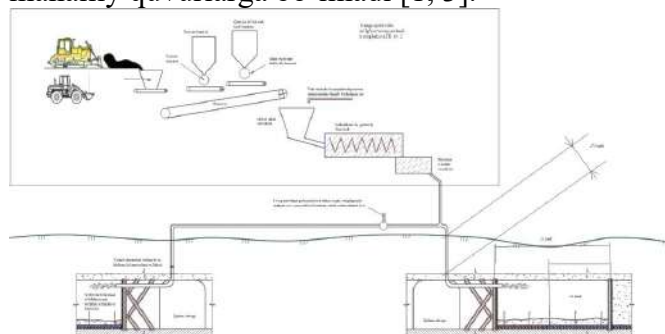
2-jadval

**O'tiladigan qirquvchi kon lahimlari ko'rsatkichlari**

O'tiladigan qirquvchi kon lahimi nomi va o'lchami	Qiymati
Qatlam shtregi uzunligi, m	24
Tozalash kamerasi uzunligi, m	11
Ruda tushirgichdan qatlam shtregigacha bo'lgan masofa, m	80
Qatlam shtregi ko'ndalang kesim yuzasi, m <sup>2</sup>	10,5
Tozalash kamerasi ko'ndalang kesim yuzasi, m <sup>2</sup>	9

To'ldiruvchi aralashmalar yig'ish quvurlari yordamida yetkazib boriladi. Ish unumdorligi quvur liniyasining diametri va uzunligiga, balandlik farqiga va aralashmaning reologik xususiyatlariga bog'liq.

Qazilgan bo'shliqni to'ldirish quvurlari asosiy quvurlarga (magistral, ko'tarish tomoni bo'ylab, skvajinalar, kon kapital ishlari bo'ylab yotqizilgan) va qazish bo'linmasi (blok, qatlam) ichidagi asosiy yoki yordamchi qurilmalar bo'ylab joylashgan mahalliy quvurlarga bo'linadi [1, 3].



**2-rasm. Qotuvchi to'lg'azmani tayyorlash texnologiyasi va transport qilish sxemasi.**

Qazib olingan maydonni to'ldiruvchi aralashma bilan to'ldirish texnologiyasi sun'iy massivlarni qurish sxemasiga va qazib olingan qatlamni qayta to'ldirish bilan ruda zaxiralarini qazib olish tizimida foydalanilgan gorizontal qatlamlarga ya'ni gorizontal qatlamlarni pastga yoki yuqoriga qarab qazib olinishiga bog'liq bo'ladi.

To'ldiruvchi aralashmani joylashtirish texnologiyasining birinchi sxemasi - har xil quvvatli (ikki yoki undan ko'p qatlamli) to'ldiruvchi aralashmalarni massivlarga bir hil qilib joylashtirish.

**Xulosa.** Kovuldi koni sharoitida to'lg'azma aralashmalarini tashish to'ldirish quvurining vertikal va qiya liniyalarida statik bosim tufayli o'z og'irlik kuchi ta'sirida (gravitatsion kuchlari ta'sirida) amalga oshiriladi.

To'lg'azma aralashmalari to'ldirish quvurlari orqali tashiladi. Tizim unumdorligi quvur liniyasining diametri va uzunligiga, balandliklardagi farq hamda aralashmaning reologik xususiyatlariga bog'liq.

To'ldirish quvurlari asosiy (ko'tarilmalar, skvajinalar, kon kapital ishlari orqali yotqizilgan magistral liniyalar) va qazish birligi (blok, qatlam) ichidagi asosiy yoki yordamchi ishlar bo'ylab joylashgan uchastka quvurlariga bo'linadi.

Kerakli reologik va mustahkamlik xususiyatlariga ega bo'lgan to'lg'azma aralashmasini olish uchun to'lg'azma aralashmasini tayyorlash jarayonida texnologik operatsiyalarni, shuningdek aralashma tarkibiy qismlarining sifatini va qotib bo'lgan to'lg'azma massasini nazorat qilish kerak.


To'lg'azma aralashmalarining tarkibiy qismlari, ularning maqbul tarkibi, tayyorlash texnologiyasi uchun ishlab chiqarish sharoiti talablariga muvofiqligi, qazib olingan bo'shliqqa tashish va yotqizish usullari, shuningdek sifat nazoratining barqarorligini ta'minlash hamda Kovuldi konidagi to'lg'azma massasining tuzilishi va mustahkamlik xususiyatlarini bashorat qilish imkoniyatlarini beradi.

Qazib olingan bo'shliqni to'lg'azma aralashmasi bilan to'ldirish texnologiyasi sun'iy massivlarni barpo etish sxemasiga va gorizontal qatlamlardagi ruda zaxiralarini qazib olish tizimida foydalaniladigan, qazib olingan maydonni to'lg'azma aralashmasi bilan to'ldirishga ya'ni, gorizontal qatlamlarni pastga yoki yuqoriga qarab qazib olinishiga bog'liq.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI**

1. Цыгалов М.Н. Разработка месторождений полезных ископаемых с монолитной закладкой. — М.: Недра, 1980. -176 с.
2. Mislibayev I.T., Alimov Sh.M., To‘uchiboyev Z.I. Qotuvchi aralashmalarining reologik xossalarini aniqlash // O‘zbekiston Konchilik xabarnomasi, Navoiy 2024. —№1. -79-81 b. ISSN – 2181-7383.
3. Малетин Л.В., Осеев О.Б., Левин В.С., Мохов А.И. Опыт развития и совершенствования технологии закладочных работ // Горный журнал. - 1991. - № 5. - С. 52-54.
4. Мислибоев И.Т., Гиязов О.М. Технологические особенности подземной разработки жильных месторождений // Горный вестник Узбекистана. – Navoiy, 2008. – № 4.-С. 46-40.
5. Hasanov O.A., Alimov Sh.M. Приготовление закладочной смеси с использованием отходов производственной угольной золы, пустых пород и мраморной крошки // «Tabiiy resurslardan samarali foydalanishda agroekotizimlar barqarorligining dolzarb muammolari» mavzusidagi Xalqaro ilmiy – amaliy anjumani maqolalar to‘plami. Buxoro, 2023. – 314-317 b.
6. Mislibayev I.T., Alimov Sh.M. Kovuldi konida qazib olingan bo‘shliqni to‘ldirish texnologiyasini takomillashtirish // Navoiy kon-metallurgiya kombinatining 65 yilligiga bag‘ishlangan «Zarafshon vohasini kompleks innovatsion rivojlantirish yutuqlari, muammolari va istiqbollari» mavzusidagi IV-xalqaro ilmiy-amaliy anjumani to‘plami. – Navoiy, 2023. – 41-42 b.
7. Меликулов А. Д. и др. Статья. Геомеханические факторы повышения эффективности геотехнологий с учетом их ресурсопродуктивности и ресурсосбережения в современных рыночных условиях //Журнал «Проблемы энерго-и ресурсосбережения. – 2019. – №. 3. – С. 52-63.
8. Бакиров Г. Х. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АРОЧНОЙ КРЕПИ ОТКАТОЧНОГО ШТРЕКА В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «КЫЗЫЛ-АЛМА» //Universum: технические науки. – 2022. – №. 8-1 (101). – С. 62-66.
9. Yu G. N. et al. MAINTENANCE OF UNDERGROUND MINING DEVELOPMENTS IN SEISMIC-TECTONIC ACTIVE AREAS //Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2022. – №. 5-6. – С. 26-36.
10. Bakirov G. et al. METALL ROMLI MUSTANKAMLAGICH EGILUVCHAN QISMINING ISH SHAROITLARINI VAHOLASH VA UNING REJIMINI BOSHQARISH //Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности. – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 64-70.
11. Бакиров Г. Х. и др. ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ И ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРЕПИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК //IJDOKOR O‘QITUVCHI. – 2023. – Т. 3. – №. 33. – С. 162-167.
12. Sohbov I. Y. et al. “QIZIL-OLMA” KONI SHAROITIDA KON LAHIMLARIDAGI KON BOSIMINI EXAMINE 2D KOMPYUTER DASTURIDA HISOBLASH ISHLARINING TAHLILI //Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities. – 2023. – Т. 11. – №. 5. – С. 2414-2424.
13. Бакиров Г. Х. УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА В ЗОНАХ ОПОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ СИСТЕМАХ С ОБРУШЕНИЕМ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД //European Journal of Interdisciplinary Research and Development. – 2022. – Т. 3. – С. 9-13.
14. Melikulov A. D., Bakirov G. X., Alimov S. M. QAZIB OLINAYOTGAN VA ISTIQBOLLI OLTIN RUDA KONLARINING GEOLOGIK VA TEKTONOFIZIK SHAROITLARINING GEOTEKNOLOGIYALARGA TA’SIR ETISHINING TAHLILI //Sanoatda raqamli texnologiyalar. – 2024. – Т. 2. – №. 4-1. – С. 62-67.
15. Almirzao‘G‘Li N. X., Bakirov G. KONTURLI PORTLATISH SAMARADORLIGIGA KONTURLI SHPURLAR ORASIDAGI MASOFA VA SHPURLARNI YAQINLASHISH KOEFFITSIENTINING TA’SIRI //Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности. – 2024. – Т. 2. – №. 4-1. – С. 31-36.

UO‘K: 662.7

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.23

**MURAKKAB TARKIBLI XOM-ASHYOLARDAN QIMMATBAHO  
METALLARNI AJRATIB OLIISH JARAYONIDA GIDROMETALLURGIK  
USULLARNING ILMIIY ASOSLARI VA AMALIY QO‘LLANILISHI**



**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](mailto:avaz.aripov.82@bk.ru)  
ORCID ID: 0000-0002-0428-507X



**Sayfullayev Farruxjon Ibodovich**

*Assistent, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O'zbekiston*  
E-mail: [farruxsayfullayev96@mail.ru](mailto:farruxsayfullayev96@mail.ru)  
ORCID ID: 0009-0005-0641-1956



**Qurbonov Mehrob Nuriddinovich**

*Assistent, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O'zbekiston*  
E-mail: [mehrobqurbonov99@gmail.com](mailto:mehrobqurbonov99@gmail.com)  
ORCID ID: 0009-0000-4897-9455



**Jabborova Surayo G'ulomovna**

*Assistent, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O'zbekiston*  
E-mail: [jabborovasurayo22@gmail.com](mailto:jabborovasurayo22@gmail.com)

**Annotatsiya.** Maqolada murakkab oltin tarkibli pirit-arsenoperit ruda va boyitmalarni gidrometallurgik 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. Degidratatsiya jarayonlari gidrometallurgik texnologiyalarning ajralmas qismidir. Effektiv bo'lmagan fazalarni ajratish jarayoni uskunaning samaradorligini pasaytirishi va energiya iste'molini oshirishi mumkin. Mualliflar xom-ashyo samaradorligini oshirish va ularning to'liq ishlatilishini yaxshilashga oid yechimlarni ko'rib chiqadilar.

**Kalit so'zlar:** gidrometallurgiya, qimmatbaho metallar, murakkab tarkibli xom-ashyo, eritish jarayoni, cho'ktirish, ekologik jihatlar, iqtisodiy samaradorlik, degidratatsiya jarayonlari, quyultirish, filtrlash.

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ**

**ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ПРОЦЕССЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ  
ДОРОГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ УПОРНОГО СЫРЬЯ**

**Aripov Avaz Rozikovich**

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

**Сайфуллаев  
Фаррухжон Ибодович**

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

**Курбонов Мехроб  
Нуриддинович**

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

**Джабборова Сурайё  
Гуламовна**

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

**Аннотация.** В статье обсуждаются процессы и различные методы гидromеталлургической 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. Не-

достатки 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.

## SCIENTIFIC FOUNDATIONS AND PRACTICAL APPLICATION OF HYDROMETALLURGICAL METHODS IN THE PROCESS OF EXTRACTING PRECIOUS METALS FROM REFRACTORY RAW MATERIALS

**Aripov Avaz Rozikovich**

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

**Sayfullaey Farruxjon  
Ibodovich**

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

**Qurbonov Mekhrob  
Nuriddinovich**

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

**Jabborova Surayo  
Gulomovna**

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

**Abstract.** The article discusses the processes and various methods of hydrometallurgical processing of complex gold-bearing pyrite-arsenopyrite ores and concentrates, taking into account the advantages and disadvantages of these processes. These methods include traditional technologies, bacterial oxidation, as well as selective leaching at high and low temperatures followed by cyanidation. The disadvantages of these methods include issues related to liquid-solid phase separation. Dehydration processes are an integral part of hydrometallurgical technologies. Inefficient phase separation can reduce equipment performance and increase energy consumption. The authors consider solutions aimed at improving raw material efficiency and its complete utilization.

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

**Kirish.** Mutaxassislarning fikriga ko'ra, ushbu asrda jahon oltin qazib olish hajmining asosiy o'sishi murakkab va qiyin boyitiladigan oltin tarkibli rudalar hamda boyitmalarni keng jalb etish orqali ta'minlanishi rejalashtirilgan [6]. Bu esa bunday rudalarni qayta ishlashga bo'lgan talablarning ortishiga olib keladi, chunki ularning samarali qayta ishlanishi yanada murakkab texnologiyalarni va ilg'or ishlab chiqarish jarayonlari sxemalarini talab qiladi. Bunday usullar qatoriga gravitatsion ajratish, flotatsiya, kuydirish, eritish va gidrometallurgik yuvish (tanlab eritish) kabi texnologiyalar kiradi [12].

Qiyin boyitiladigan rudalar dunyo bo'yicha jami oltin zaxiralarining 30% dan ortig'ini tashkil etadi. Ushbu rudalar asosan ikki asosiy toifaga bo'linadi:

– Oltin kremniy (kvars) minerallari bilan bog'langan rudalar;

– Oltin sulfidli birikmalar bilan bog'langan rudalar.

Rudani maydalash jarayonida sulfidlar bilan bog'langan mayda tarqalgan oltin zarrachalarining faqat kichik qismining yuzasi ochiladi. Asosiy qismi esa pirit yoki arsenopirit tarkibida qoladi. Sulfidli oltin rudalarining murakkabligi shundaki, oltin sulfid minerallarida nafaqat mayda tarqalgan tabiiy metall zarralari shaklida, balki qattiq eritma holatida, ya'ni kolloid zarrachalar ko'rinishida ham uchraydi [7].

Ushbu tadqiqotning maqsadi murakkab tarkibli xomashyolar, masalan, murakkab pirit-arsenopirit rudalari va boyitmalarini avtoklav-gidrometallurgik qayta ishlash texnologiyasining asosiy

afzalliklarini ko‘rib chiqish hamda avtoklavda oksidlovchi tanlab eritish jarayonidan olingan mayda dispers eritmalarini keyingi quyultirish jarayonlariga ba‘zi parametrlarning ta‘sirini o‘rganishdan iborat. Mavjud ishlov berish usullarini tahlil qilish asosida murakkab sulfidli oltin tarkibli xomashyolarni avtoklavli ishlov berish texnologiyasining afzalliklarini, xususan, past haroratda tanlab eritish jarayonini baholash va ushbu turdagi tanlab eritishdan keyin eritmada kuzatiladigan bir qator xususiyatlarni aniqlash hamda oksidlangan eritmalarini keyingi quyultirish jarayonlarining murakkabligini keltirib chiqaruvchi omillarni belgilash mumkin bo‘ladi. Taklif qilingan optimal shartlar quyultirish va filtrlash jarayonlarining qabul qilingan samaradorlik ko‘rsatkichlarini ta‘minlaydi.

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** Murakkab sulfidli oltin xomashyolar tarkibida oltin mayda dispers zarracha ko‘rinishida mavjud bo‘lib, ularni qayta ishlash usullari bir qator parametrlar, masalan, ruda va boyitma tarkibi, texnologik va mexanik xususiyatlarga bog‘liq. Hozirgi vaqtda sulfidli oltin xomashyolari tarkibidan oltinni ajratib olish uchun bir nechta texnologiyalar mavjud. Ular orasida termokimyoviy (kuydirish), kimyoviy (tanlab eritish) va mexanik (yanchish) jarayonlar, shuningdek, ularning kombinatsiyalashgan usullari mavjud [13].

Murakkab tarkibli oltin rudalaridan oltinni ajratib olishning an‘anaviy usullaridan biri flotatsiya usulida boyitish, olingan boyitmalarni oksidlovchi kuydirish va keyinchalik kuydirilgan boyitmalarni sianlash jarayonlarini o‘z ichiga oladi [12]. Ushbu usul juda oddiy bo‘lsa-da, jiddiy kamchiliklarga ega:

– Sulfid va yuqori darajadagi toksik arsenit chiqindilari bilan atrof-muhitning zararlanishi;

– Oltin zarrachalari yuzasida past erish nuqtasiga ega bo‘lgan birikmalarning qoplamalari hosil bo‘lishi va natijada oltinning past tiklanishi, shuningdek, arsenit sublimatsiyalariga zarrachalarning aralashishi;

– Yuqori darajadagi toksik arsenit oksidlarni zararsizlantirish jarayonlarining qimmatligi.

Hozirda kunda murakkab tarkibli oltin piritarsenopirit rudalaridan oltin ajratib olishning an‘anaviy usullari gidrometallurgik texnologiyalar bilan almashtirilmoqda. Sababi jarayonda sulfid va arsenit birikmalarining gaz chiqindilarining yo‘q-

ligi, shuningdek, arsenitning past toksik birikmalar shaklida chiqarilishi va ular chiqarilishi mumkin bo‘lgan oqova suvlar orqali to‘xtatish havzasiga chiqarilishi sababli, ushbu texnologiyalar atrof-muhitni muhofaza qilish talablariga maksimal darajada javob beradi. Bundan tashqari, gidrometallurgik texnologiyalar boshqa usullarga nisbatan yuqori oltinni ajratib olishni ta‘minlaydi.

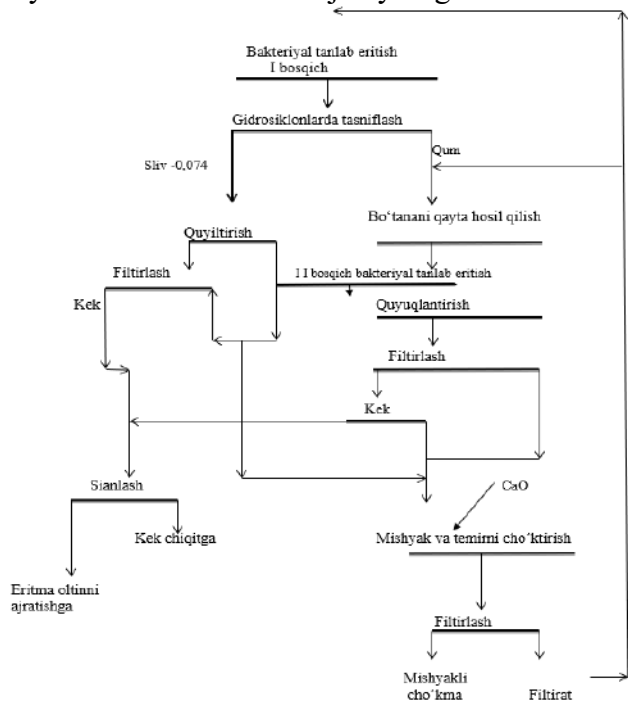
Hozirgi vaqtda kompleks murakkab oltin tarkibli xomashyolarni qayta ishlashda, bakterial va avtoklavli ajratish usullari hamda keyinchalik jarayonda hosil bo‘lgan keklarni sianlash kabi usullar ustunlik qilmoqda [4, 6, 7, 8]. Ushbu usullarning afzalliklari xomashyolarni qayta ishlashning yaxlitligi va barcha qimmatbaho komponentlarning yuqori miqdorda ajratib olinishi bilan bog‘liq.

Tadqiqotda murakkab oltin tarkibli rudalarining bakterial tanlab eritish texnologiyasi o‘rganildi, bunda oltin sulfidli minerallar, masalan, pirit va arsenopirit minerali ichida mayda dispers zarracha ko‘rinishida tarqalgan. Ushbu texnologiya sulfidli minerallarni bakterial parchalanishini, tanlab eritishdan keyin bakterial eritmalarining tozalash va qayta ishlash jarayonini hamda bakterial oksidlash jarayonidan olingan keklarni sianlash jarayonlarini o‘z ichiga oladi [3, 9]. Sulfidlarni kislotali bakteriyalar yordamida parchalanishi asosida bakterial tanlab eritish orqali oltin ajratib olish jarayonini yuzlab foizgacha oshirish mumkin. Shuning uchun bakterial tanlab eritish texnologiyasi turli oltin ishlab chiqaruvchi mamlakatlarda keng qo‘llanilmoqda (Janubiy Afrika, Avstraliya, Xitoy, O‘zbekiston va boshqalar) [14]. Oltin konsentratlarini bakterial oksidlash yordamida qayta ishlash jarayonining texnologik ketma-ketligi 1-rasmda ko‘r-satilgan.

Tadqiqotlar mikroorganizmlarning rudalar shakllanishi va o‘zgarishidagi katta rolini, shuningdek, ularning tabiiy sharoitlarda sulfid minerallarini oksidlash va eritish qobiliyatini ochib berdi.

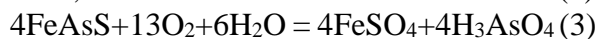
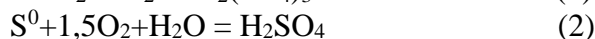
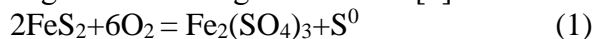
Bakterial oksidlash texnologiyasi oltin ajratib olish uchun manba bo‘lgan flotakonsentratining qayta ishlangan eritmalarida ammoniy sulfat eritmasi va sulfat kislota qo‘shilgan holda qayta aralashiriladi, shunday qilib, tayyorlangan suspenziyaning qattiq komponentining miqdori 15% dan kam bo‘lmasligini ta‘minlanishi kerak. Tayyorlangan suspenziya mexanik aralashtirish va aeratsiya bilan jihozlangan chanlarga yuboriladi va

keyinchalik tanlab eritish jarayoniga o'tkaziladi.



**1-rasm. Bakterial oksidlash yordamida oltin tarkibli boyitmalarni qayta ishlash jarayonining texnologik sxemasi.**

Sulfid minerallarining bakterial oksidlanishi, quyidagi reaksiyalar asosida sulfat va arsenit kislotalarining hosil bo'lishiga olib keladi [9]:

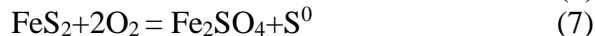
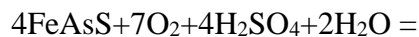
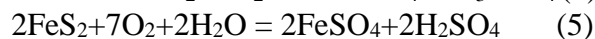
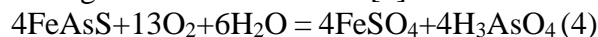


60 soatlik bakterial oksidlash jarayonidan so'ng arsenopiritning oksidlanish darajasi 80-90% ga yetadi. Bakterial oksidlashning samaradorligi avtoklavli oksidlash jarayoniga yaqin bo'lib, oksidlovchi kuydirish usulidan samaraliroq hisoblanadi. Biroq, avtoklavli oksidlash usuli sulfid minerallarining to'liqroq oksidlanishini ta'minlaydi va natijada oltinni yuqori darajada ajratib olish imkonini beradi. Bundan tashqari, bakterial oksidlash jarayonida katta hajmli uskunalardan foydalanishni talab qiladi, bu esa kapital xarajatlarning oshishiga olib keladi.

Avtoklavli oksidlash jarayonlari gidrometallurgik texnologiyalarda rangli metallarni bevosita ajratib olish samaradorligini oshirish, ularning selektiv ajratib olinishini yaxshilash hamda yangi birikmalarni hosil qilish imkonini beradi, bu esa eritmalarni osonroq qayta ishlashga yordam beradi [10]. Shuningdek, ushbu texnologiyalardan foyda-

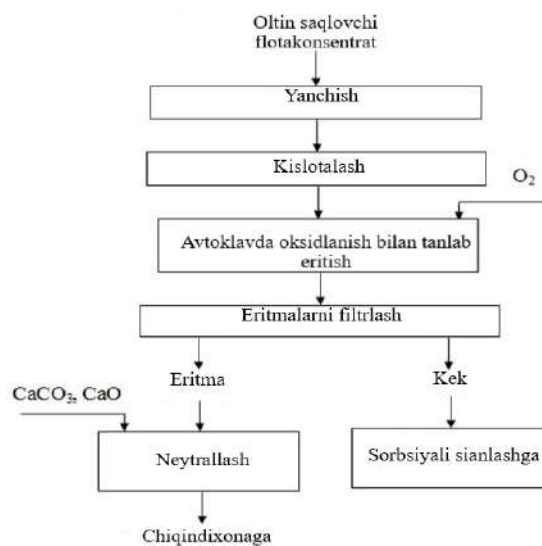
lanish oltinni chang bilan yo'qolishining oldini oladi hamda murakkab chang yig'ish va tozalash tizimlariga ehtiyojni bartaraf etadi.

Kislotali muhitda sulfidli minerallarining, xususan, arsenopirit va piritning avtoklavli oksidlovchi tanlab eritish jarayonida quyidagi reaksiyalar orqali amalga oshirilishi mumkin [7]:



Elementar oltingugurt jarayonga xalaqit beruvchi komponent hisoblanadi, chunki u 1120°C dan yuqori haroratda eriydi va oksidlanmagan sulfid zarralarini mayda tarqalgan oltin bilan qoplab oladi. Bu esa zarrachalarning to'liq oksidlanishiga yo'l qo'ymaydi va erimaydigan qoldiq hosil bo'lishiga olib keladi.

Elementar oltingugurt hosil bo'lishining oldini olish uchun jarayon 180 dan 300°C gacha bo'lgan yuqori haroratlarda olib boriladi. Ushbu harorat diapazoni sulfidli oltingugurtning to'liq oksidlanishini ta'minlab, sulfat-ion hosil bo'lishiga imkon yaratadi. Yuqori haroratda avtoklavli tanlab eritish usuli orqali oltin tarkibli pirit-arsenopirit boyitmalarini gidrometallurgik qayta ishlash jarayonining texnologik sxemasi 2-rasmda keltirilgan.



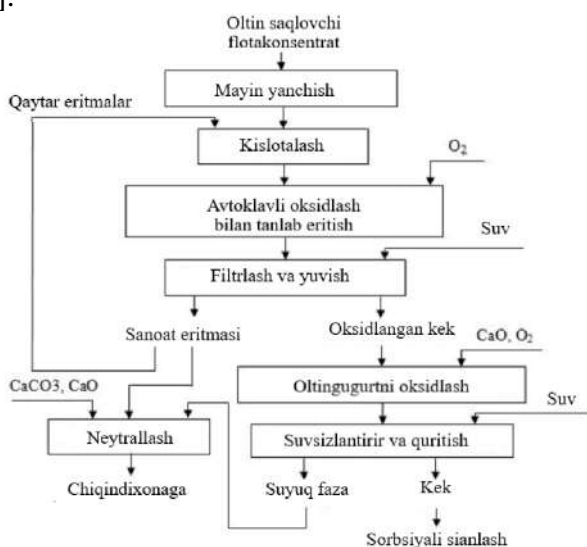
**2-rasm. Murakkab oltin tarkibli pirit-arsenopirit boyitmalarni avtoklavda yuqori haroratda qayta ishlash jarayonining texnologik sxemasi.**

Pirit va arsenopirit boyitmalarini qayta ishlash jarayonining umumiy texnologik sxemasi quyidagi

asosiy jarayon bosqichlarini o‘z ichiga oladi: oltin saqllovchi flotakonsentratni yanchish, dekarbonizatsiya (kislota bilan ishlav berish), ya’ni flotat-konsentratdan karbonat birikmalarini oldindan ajratish jarayoni, avtoklavli oksidlovchi tanlab eritish, qattiq va suyuq fazalarni ajratish (oksidlangan eritmani filtrlash), eritmani ohak yoki ohaktosh bilan neytrallash hamda yakuniy sorbsion-sianlash jarayoni.

Mavjud texnologiyalar doirasida, oltin saqllovchi sulfidli xomashyolarni avtoklavli oksidlovchi tanlab eritish asosida qayta ishlash jarayonlarida qat’iy fizik-kimyoviy sharoitlar talab qilinadi. Masalan, yetarlicha yuqori haroratdan foydalanish zarur, chunki bu elementar oltingugurt hosil bo‘lishining oldini olishga yordam beradi, aks holda jarayonning samaradorlik ko‘rsatkichlari pasayadi. Biroq, yuqori haroratli tanlab eritish jarayonida murakkab tarkibli xomashyolarni qayta ishlash texnologiyasining qiyinligi va katta xarajat talab etishi uni amaliy jihatdan qiyinlashtiradi. Shu munosabat bilan, ayni paytda sulfidli boyitmalarni oksidlanish sharoitlarini, xususan, past haroratli tanlab eritish imkoniyatlari o‘rganilgan [5].

Past haroratli oksidlovchi tanlab eritish texnologiyasidan foydalanilgan holda qiyin ajraluvchi oltin saqllovchi pirit-arsenopirit boyitmalarini qayta ishlashning texnologik sxemasi 3-rasmda keltirilgan [1].



**3-rasm. Nisbatan past haroratda tanlab eritish parametrlarida murakkab oltin tarkibli pirit-arsenopirit boyitmalarini avtoklavli qayta ishlash jarayonining texnologik sxemasi.**

Past haroratli oksidlovchi tanlab eritish jarayoni uchun zarur sharoitlar quyidagilardan iborat: suyuq va qattiq fazalar o‘rtasidagi nisbat 3:1 ga teng bo‘lishi kerak, oksidlanish harorati - 130°C, kislorodning qisman bosimi - 1.0 MPa, avtoklavli oksidlovchi tanlab eritish jarayonining davomiyligi kislorodning sarfining to‘xtashiga qarab baholanadi.

Murakkab oltin tarkibli pirit-arsenopirit boyitmalari uchun karbonat birikmalarini (dekarbonizatsiya) oldindan ajratish jarayoni muhim bosqich hisoblanadi, chunki bu birikmalar avtoklavlash jarayonida gazsimon CO<sub>2</sub> chiqarilishiga, kislorodning qisman bosimini kamayishiga va uning samarali ishlatilish darajasining sezilarli darajada pasayishiga olib keladi. Dekarbonizatsiya jarayonini amalga oshirish quyidagi sharoitlarni talab etadi: jarayon harorati 60-65°C bo‘lishi kerak, reaktiv sifatida 1:1 hajmda suyultirilgan sulfat kislota ishlatilishi lozim. Kislota alohida miqdorlar bilan 20-30 daqiqa davomida aralashtiriladi, pH darajasi 2.0-2.2 ga tushmaguncha.

Past haroratli tanlab eritish jarayonidan keyin eritmani suvsizlantirish yana bir muammo hisoblanadi. Avtoklavli tanlab eritish jarayonini nisbatan past parametrlar bilan boshlash uchun zarur shart - oltin saqllovchi sulfid minerallarini ajratib olish uchun mayin yoki ultramayin yanchishdir. Sharli tegirmonlarda yanchish jarayoni quyidagi parametrlar bo‘yicha amalga oshirilishi kerak: 180 ta metall shar, aylanish tezligi 34 ay/min, yanchish vaqti 7 soat. Ushbu ultramayin yanchishda zarrachalarning 80% dan ko‘prog‘i 10-15 mikrondan kichik bo‘lishi, bu minerallarning kristall panjarasida yuqori darajada yorilish hosil qiladi. Bu minerallarning kristall panjarasining faolligini oshiradi va tanlab eritish jarayonining samaradorligini yaxshilaydi. Biroq, boyitmani mikron o‘lchamdagi zarrachalargacha ultramayin yanchish, keyingi quyultirish va filtrlash jarayonlarining juda qiyin borishiga olib keladi [11].

**Natijalar.** O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida oksidlash jarayoni haroratini pasaytirishga asoslangan texnologiyaning afzalliklari, ya’ni past haroratli tanlab eritishning afzalliklari ochib berildi [2]. Ushbu afzalliklar quyidagilardan iborat:

- Avtoklav uskunalarning past narxi;
- Sanoat jarayonini amalga oshirish uchun talab qilinadigan kapital xarajatlarning kamayishi;

- Organik uglerod va xloridlarning zararli ta'sirlarining kamayishi;

- Gidrometallurgiya siklida oltinni ajratib olishga foydali ta'sir.

Biroq, ushbu texnologiyaning barcha Afzalliklariga qaramay, past haroratli tanlab eritish jarayonida olingan eritmalar va jarayon parametrlariga bog'liq ba'zi kamchiliklar mavjud bo'lib, bu keyingi suyuq va qattiq fazalarni ajratish jarayoniga ta'sir qiladi. Past haroratli tanlab eritish jarayonidan keyin eritmani suvsizlantirish muammosining murakkabligi, qattiq fazaning yuqori dispersiyasi va suyuq fazadagi tuzlar miqdorining yuqoriligi bilan bog'liq bo'lib, bu jarayonni qabul qilingan samaradorlik parametrlarida amalga oshirishga imkon bermaydi.

Quyultirish jarayonining samaradorligiga nafaqat qattiq fazaning mineral va granulometrik tarkibi, balki dastlabki eritmada va quyultirilgan mahsulotda qattiq moddaning miqdori, suyuq fazaning yopishqoqligi, qattiq va suyuq fazalarning zichligi, eritma harorati, muhitning pH darajasi, eritmada reaktivlar va maxsus qo'shilgan qo'shimchalar mavjudligi, shuningdek, quyultirish jarayonida ishlatilgan quyultirgichlarning dizayn xususiyatlari ham ta'sir ko'rsatadi.

Tuzli suyuq faza bilan to'yingan eritmalarini quritishni yaxshilash uchun quyidagi usullar qo'llanilishi mumkin [1]:

- Tuz miqdorini quyultirish orqali kamaytirish;

- Sintetik poliakrilamid flokulyantlaridan foydalanish;

- Avtoklavli oksidlovchi tanlab eritish jarayonidan keyin eritmani ohaktosh bilan qisman yoki to'liq neytrallash.

Neytrallash jarayoni nafaqat eritmada tuz miqdorini kamaytirishga, balki arsenatni past eruvchan temir arsenat shaklida ajratib olib, uni chiqindi tashlash maydoniga joylashtirishga yordam beradi.

Haroratni oshirish, bu esa quyultirish jarayonining samaradorligini oshiradi.

Flokulyant iste'moli eritmani quyultirish xususiyatlariga ta'sirini o'rganish uchun avtoklavli oksidlovchi tanlab eritish jarayonidan keyin eritmani turli flokulyant iste'moli bilan quyultirish bo'yicha bir qator tajribalar o'tkazildi. Ma'lumki, eritmaning yopishqoqligi harorat oshgani sayin kamayadi. Shu sababli, harorat omilining ta'sirini o'rganish uchun biz maxsus tajribalar o'tkazildi,

bunda turli haroratlarda suvli termostatda sinovlar amalga oshirildi. Quyultirish parametrlarining yaxshilanishi 25°C dan 80°C gacha bo'lgan haroratda kuzatildi. Shunday qilib, 25°C haroratda 300 g/t flokulyant iste'moli bilan quyultirishning maxsus sig'imi 3,17 t/m<sup>2</sup>·kun bo'lsa, 80°C haroratda bu ko'rsatkich 3,75 t/m<sup>2</sup>·kunni tashkil etdi. 80°C haroratda quyultirilgan mahsulotdagi suyuq va qattiq fazalar o'rtasidagi nisbat 25°C haroratga nisbatan 20% ga kamroq bo'lgan.

**Muhokama.** So'nggi yillarda, sulfid xomashyolarini nisbatan past parametrlar bilan avtoklavli tanlab eritish jarayoniga asoslangan texnologiyalar keng rivojlanmoqda. Ushbu jarayonni amalga oshirish uchun xom-ashyo ultramayin yanchishni talab qiladi, bu esa oksidlangan eritmani suvsizlantirish jarayonida bir qator qiyinchiliklarga olib keladi. Bunga qo'shimcha ravishda, jarayon oksidlangan eritmada tuzlarning yuqori miqdori tufayli yomonlashmoqda.

Murakkab oltin pirit-arsenopirit rudalari va boyitmalarini qayta ishlashda ultramayin oksidlangan eritmalarini suvsizlantirish jarayonini yaxshilash usullarini izlash hozirgi vaqtda eng dolzarb masalalardan biridir. Rangli metallarni qayta ishlashda, ayniqsa, mahsulotlarning katta tonnasida, quyultirish va filtrlash jarayonlarini yaxshilash muhim ahamiyatga ega. Ba'zi zavodlarda ultramayin fazalarni ajratish va suvsizlantirish jarayonlari umumiy qayta ishlash xarajatlarining taxminan 30% ni tashkil etadi, natijada olinadigan boyitmalarning ishlab chiqarish narxiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari, quyultirish dastgohlari egallagan maydon korxonaning umumiy maydonining taxminan 25% ni tashkil etadi. Quyultirish va filtrlash jarayonlarini intensivlashtirish, quyultirish reagentlarining ortiqcha miqdori bilan material yo'qotilishini kamaytirishga va qimmatbaho komponentlarni ajratib olishning oshirishga imkon beradi. Bu qo'shimcha uskunalarni o'rnatmasdan korxonaning ishlab chiqarish samaradorligini ko'paytirishga yordam beradi. Quyultirish va filtrlash jarayonlarining parametrlarini optimallashtirish, mavjud uskunalarni yaxshilash va yangi yuqori samarali quyultirish uskunalarini yaratish orqali amalga oshirilishi mumkin. Bundan tashqari, turli sintetik reagentlarni qo'llash, suspenziyaning qattiq fazasining cho'kish tezligini oshirishga yordam beradi. Bunday moddalar elektrolitlar, suv o'tkazmaydigan reagentlar va

синтетик yuqori molekulyar flokulyantlarni o‘z ichiga olishi mumkin. Sintetik polielektrolitlar faol gidrofillik funksional guruhlar, masalan,  $\text{CONH}_2$  va  $\text{COOH}$  dan tashkil topgan. Bunday polimerik birikmalar eritmalarda ionlanadi va ularning makromolekulalari ion guruhlarining turiga qarab musbat yoki manfiy zaryad oladi. Bunday moddalar dispersgatsiya qilingan qiyin suvsizlanadigan tizimlarda mavjudligi, agregatlar, ya’ni flokulyantlar hosil bo‘lish orqali suspenziyaning osongina va samarali cho‘kishini ta’minlaydi.

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida, reagent sifatida Prestol 2510 (“Chemical Company”, Sankt-Peterburg tomonidan ishlab chiqarilgan) pirit-arsenopirit boyitmalarining avtoklavli oksidlovchi past haroratli tanlab eritish jarayonidan keyin eritmani suvsizlantirish jarayonini amalga oshirish uchun eng samarali optimal flokulyant ekanligi aniqlangan (prestol 2510). Ushbu flokulyant sedimentatsiya jarayonini eng samarali tarzda amalga oshirishga imkon beradi va suyuqlikning yuqori sifatli ajralishini ta’minlaydi. Flokulyant iste’moli 300-450 g/t ni tashkil qiladi, chunki kamroq iste’mol qilinganida qattiq komponentning tez cho‘kishi va sedimentning samarali quyulishi ta’minlanmaydi. Haroratni  $80^\circ\text{C}$  gacha oshirib,

avtoklav eritmasi suyuqlik fazasidagi tuz miqdorini 1-1.9 mol/l ga kamaytirish orqali, quyultirish jarayonining maxsus samaradorligi 1.2-3.75 t/m<sup>2</sup> kun darajasiga, filtrlash jarayonining maxsus ishlab chiqarish quvvati esa 38-40 kg/m<sup>2</sup> soat darajasiga yetkazilishi mumkin [1].

**Xulosa.** Xulosa qilib aytganda, oltin ajratib olish sanoatida xom-ashyo bazasining rivojlani-shidagi asosiy tendensiya, minerallar xom-ashyo sifatining yomonlashuvi hamda oltinli boyitmalar va rudalarni qayta ishlashda oltinning asosiy sulfid minerallari kristall panjarasiga mayda dispers zar-racha shaklida tarqalgan holda ishtirok etishidir. Ilg‘or avtoklav-gidrometallurgik texnologiyalari-ni qo‘llanilishi nafaqat past sifatli va murakkab (ishlov berish nuqtai nazaridan) murakkab oltin tarkibli pirit-arsenopirit xomashyolaridan keng qamrovli foydalanishni ta’minlaydi, balki atrof-mu-hitni muhofaza qilish muammolarini hal qilishga va tabiiy resurslarni saqlashga ham imkon beradi. Bun-day rudalarni avtoklav-gidrometallurgik usullari bilan qayta ishlash jarayonida yuzaga keladigan muammolarni boyitish va metallurgik usullarining birgalikda qo‘llanilishi asosida kompleks yonda-shuv orqali hal qilish mumkin.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

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. 03.0801993. 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. Ладеичников, 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., Ni, L.P., 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., Ni, L.P., 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, С.М., 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: 622.453

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.26

## YER OSTI KON ISHLARIDA MAHALLIY SHAMOLLATISH VENTILYATORLARDAN FOYDALANISHNING ZAMONAVIY USULLARI



**Ravshanov Avaz Ali**  
o‘g‘li

“NKMK” AJ Janubiy kon  
boshqarmasi O‘quv-kurs kombinati  
ishlab chiqarish ta‘limi ustasi,  
Navoiy, O‘zbekiston



**Nurxonov Xusan Almirza**  
o‘g‘li

Qarshi davlat texnika universiteti,  
Geologiya va konchilik ishi  
kafedrasida dotsenti t.f.f.d. (PhD),  
Qarshi, O‘zbekiston  
ORCID ID: 0000-0003-4526-7211



**Bo‘riyev Feruz Mansur**  
o‘g‘li

“NKMK” AJ Janubiy kon  
boshqarmasi O‘quv-kurs kombinati  
ishlab chiqarish ta‘limi katta ustasi,  
Navoiy, O‘zbekiston

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada foydali qazilma konlarini massivdan mexanik usulda ajratib olishda, transport vositalarini harakatlanishida, yer osti kon lahimlarini burg‘ilash va portlatish ishlari orqali massivdan ajratib olishda shaxta atmosferasida zaharli gazlar ortishi tahlil qilingan. Tahlillar natijasiga asosan atmosferasidagi zaharli gazlarning ortishini kamaytirish uchun mahalliy shamollatish ventilyatorlarini o‘rganib chiqildi hamda havo oqimlarining harakatlanishini matematik modellashtirish dasturi asosida ko‘rib chiqilgan.

**Kalit so‘zlar:** yoriqlik, zaharli gazlar, burg‘ilash-portlatish ishlari, massiv, havo harakati, zichlik, oqim, mahalliy ventilyator, yopishqoqlik, vektor, yer osti kon lahimi, kavjoy, qatlam, struktura.

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ В ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

**Равшанов Аваз Али**  
угли

Мастер производственного  
обучения Учебно-курсового  
комбината Южного  
рудуправления АО «НГМК», г.  
Навои, Узбекистан

**Нурхонов Хусан**  
Алмирза угли

Каршинский государственный  
технический университет,  
доцент кафедры геологии и  
горного дела, кандидат  
технических наук. (PhD), Карши,  
Узбекистан

**Буриев Феруз Мансур**  
угли

Старший мастер  
производственного учебно-  
курсового комплекса Южного  
горнорудного управления АО  
«НГМК», г. Навои, Узбекистан

**Аннотация.** В данной статье проанализировано увеличение концентрации токсичных газов в шахтной атмосфере при механическом отделении полезных ископаемых от массива, движении транспортных средств, проведении подземных горных выработок методом буровзрывных работ. На основе результатов анализа изучены местные вентиляционные вентиляторы с целью снижения концентрации токсичных газов в атмосфере, а также рассмотрено движение воздушных потоков с использованием программы математического моделирования.

**Ключевые слова:** трещиноватость, токсичные газы, буровзрывные работы, массив, движение воздуха, плотность, поток, местный вентилятор, вязкость, вектор, подземная горная выработка, камера, пласт, структура.

## MODERN METHODS OF USING LOCAL VENTILATION FANS IN UNDERGROUND MINING OPERATIONS

**Ravshanov Avaz Ali ugli**

*Master of production training at the  
Training and Course Complex of  
the Southern Mining Department of  
NMMC JSC, Navoi, Uzbekistan*

**Nurkhonov Khusan  
Almirza ugli**

*Karshi State Technical University,  
Associate Professor, Department of  
Geology and Mining, Doctor of  
Philosophy (PhD), Karshi,  
Uzbekistan*

**Buriyev Feruz Mansur  
ugli**

*Senior Master of Production  
Education, Training and Course  
Complex, Southern Mining  
Department, JSC "NMMC", Navoi,  
Uzbekistan*

**Abstract.** This article analyzes the increase in the concentration of toxic gases in the mine atmosphere during the mechanical extraction of minerals from the rock mass, the movement of transport vehicles, and underground mining operations using drilling and blasting methods. Based on the analysis results, local ventilation fans were studied to reduce the concentration of toxic gases in the atmosphere, and the movement of air flows was examined using a mathematical modeling program.

**Keywords:** Fracturing, toxic gases, drilling and blasting operations, rock mass, air movement, density, flow, local ventilation fan, viscosity, vector, underground mining excavation, chamber, seam, structure.

**Kirish.** Jahonda foydali qazilma konlarini qazib olishda ko'p yillik tajriba shuni ko'rsatadiki, foydali qazilmalarni portlatish usulida massivdan ajratib olish, mexanik yoki boshqa usullar bilan massivdan ajratib olishda rudnik atmosferasi ifloslanadi. Bu jarayonda mayda chang zarralari va portlovchi moddalarning portlashidan hosil bo'ladigan zaharli gazlar, jumladan, uglerod oksidi, azot oksidlari, oltingugurt birikmalari va boshqalar katta miqdorda ajralib chiqadi. Chang zarralarining bulut shaklida katta masofaga tarqalib, shamollatish oqimi bilan butun kon lahimi bo'ylab harakatlanadi. Tog' jinslari portlatilgandan keyin kavjoy hududida chang cho'kib qolishi va zararli gazlarning me'yoridan yuqori konsentratsiyada to'planishi kuzatiladi. Bu esa rudnik muhitida inson hayoti va faoliyati xavfsizlik me'yorlariga zid holatni yuzaga keltiradi. Tahlillar natijasiga ko'ra B.P.Kazakov, A.V.Shalimov va L.Yu.Levin tomonidan katta ko'ndalang kesim yuzali kon lahimlarini shamollatishda yuqori quvvatga ega ventilyatorlar yordamida lahimlarni shamollatish samaradorligini ko'rib chiqdilar. Ular qo'shimcha shamollatish ventilyatorlar yordamida katta ko'ndalang kesim yuzali kon lahimlarini shamollatish bo'yicha analitik va sonli modellashtirish ishlarini olib bordilar. Model-lashtirish natijalarini tahlil qilish asosida yer yuzasi bilan bevosita tutashadigan va tutashmaydigan kon lahimlarida, shuningdek, o'zaro bog'langan parallel lahimlarda havo harakatining mumkin bo'lgan miqdori hisoblab chiqildi.

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** Rudnik ventilyatsiya tarmoqlarining uzoq joylashgan uchastkalariga yetarli darajada toza havo yetkazib berish muammosini rudnik aerologiyasining eng muhim vazifalaridan biri deb hisoblaydilar. Rudnikka umumiy havo oqimini oshirish uchun asosiy shamollatish ventilyatorlari va yordamchi yer osti shamollatish qurilmalaridan tashqari, mahalliy shamollatish uchun mo'ljallangan oddiy va kam quvvatli ventilyatorlar keng qo'llanilmoqda [3]. Bunday ventilyatorning asosiy vazifasi – havo sarfini qayta taqsimlash, ya'ni havo yetarli bo'lgan lahimlardan havo miqdori kam bo'lgan lahimlarga yo'naltiriladi. Ko'pgina hollarda mahalliy shamollatish ventilyator to'siqsiz o'rnatiladi, bu esa ventilyator orqali haydaladigan havo sarfini ejeti effekti hisobiga oshirish imkonini beradi. Ushbu effektning yuzaga kelishi quyidagi ikki shart bajarilganda kuzatiladi:

– Shamollatilayotgan uchastkaning aerodinamik qarshiligi yetarlicha past bo'lishi kerak (10 m<sup>2</sup> dan kam);

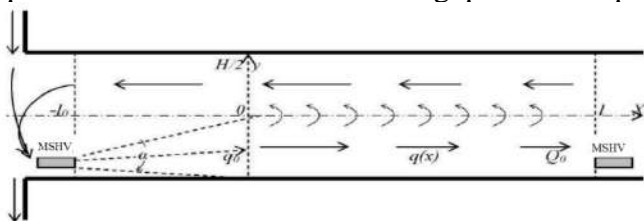
– mahalliy shamollatish ventilyatorlar o'rnatilgan kon lahimlari ko'ndalang kesim yuzasi ventilyator oqimining siqilish darajasini ta'minlash uchun yetarlicha kichik bo'lishi kerak (taxminan 10 m<sup>2</sup> yoki undan kam).

Ko'rsatilgan shartlar, asosan, tomirsimon konlarga xos bo'lib, bu ularning shamollatishni yaxshilash uchun ejetor qurilmalari sifatida mahalliy shamollatish ventilyatorlardan keng foyda-

lanishiga sabab bo'lgan. Tomirsimon kon lahimlarining aerodinamik qarshiligi ancha yuqori bo'lib, bu birinchi shartning bajarilmasligiga olib keladi. Shuning uchun mahalliy shamollatish ventilyatorlar to'siqsiz rejimda bunday shaxtalarda samaradorligi pastroq bo'lib, ko'pincha to'siqli holda ishlatiladi va kamroq qo'llaniladi [4].

Kon lahimlari ko'ndalang kesim yuzasi ventilyator oqimining siqilish darajasini ta'minlash uchun yetarlicha kichik bo'lishi kerak, chunki bu yerda ishchi zonadagi yo'laklarning kesimi 100 m<sup>2</sup> va undan ham ko'proq bo'lishi mumkin, hamda aerodinamik qarshiligi qatlamli konlarga qaraganda ancha past bo'lsa ham. Tomirli konlarda aerodinamik qarshilikning past bo'lishiga qaramay, uzoq joylashgan kon lahimlarining yetarlicha shamollanmasligi muammosi boshqa rudniklardagi kabi dolzarb bo'lib qolmoqda. Mahalliy shamollatish ventilyatorlari to'siqli holda joylashtirish mumkin emas va katta kesimli yo'laklarda ejetiya effektini amalga oshirish qiyinlashadi. Ventilyator oqimi bunday yo'lakning chuqur qismiga yo'naltirilgan bo'lsa ham, devorlarga yetib bormasdan energiyasini yo'qotib, qisman yoki to'liq ventilyatorning o'ziga qaytadi, natijada tortish manbai atrofida foydasiz havo aylanishi yuzaga keladi.

**Natijalar.** Mahalliy shamollatish ventilyatorlar ketma-ket o'rnatish orqali joylashtiriladi, bu esa havoning keraksiz aylanishini kamaytirish, kon ishlari olib borilmaydigan kon lahimlari orqali havo yo'qotilishini qisqartirish va kon ishlari olib borilayotgan kavjoylarga yetarli havo yetkazib berish imkonini beradi. Bugungi kunda ventilyator qurilmalarining bunday kombinatsiyalangan ishlash usuli NKMK AJ Janubiy kon boshqarmasiga qarashli Zarmitan oltin konida keng qo'llanilmoqda.



**1-rasm. Katta ko'ndalang kesim yuzali kon lahimini mahalliy shamollatish ventilyatori (MSHV) yordamida shamollatish sxemasi.**

Ushbu katta ko'ndalang kesim yuzali kon lahimlarini shamollatish sxemasi bo'yicha (1-rasm) shamollatish samaradorligini baholash uchun hisob-

kitoblarni amalga oshirish zarur. Bu holda, mavjud q<sub>0</sub> mahalliy shamollatish ventilyatorining havo oqimiga ta'siri hisobga olinib, kerakli l+l<sub>0</sub> havo sarfini ta'minlash uchun ventilyatorlar orasidagi optimal Q<sub>0</sub><q<sub>0</sub> masofani aniqlash vazifasi yuzaga keladi.

Tabiiy aerodinamik tadqiqotlarni o'tkazish orqali ushbu zonalarning o'lchamlarini va havo harakat tezliklarini aniqlash ko'pincha murakkab jarayondir. Bu bir qator omillar bilan bog'liq, jumladan, ushbu zonalarning kichik o'lchamlari, ularga yetib borishning qiyinligi, shuningdek, ularning fazo va vaqt bo'yicha parametrlarining dinamik o'zgarishi. Shu sababli, havo oqimlarining harakatini modellashtirish uchun zamonaviy dasturiy vositalardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Bunday dasturlar qatoriga **ANSYS Fluent**, **ANSYS CFX** va **FlowVision** kiradi. Ishlab chiqarish sharoitida ushbu dasturlarni qo'llash imkoniyatlarini va qulayliklarini tahlil qilib, **FlowVision** dasturdan foydalanish samara hisoblanadi.

FlowVision dasturi oqim harakatini matematik modellashtirish uchun **Navye-Stoks tenglamasini** sonli usulida yechiladi hamda ushbu tenglama quyidagi shaklga ega:

$$\frac{\partial V}{\partial \tau} = -(V \cdot \nabla) \cdot V + \nu \Delta V - \frac{1}{\rho} \nabla P + F,$$

Bu yerda  $\nabla$  - Gamiltona operatori ( $\nabla = \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z}$ );

$$(\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} - \text{Laplas operatori}$$

$\tau$  - vaqt;

$\nu, \rho$  - Kinematik yopishqoqlik va havo zichligi;

P - bosim;

V - tezliklar vektor maydoni;

F - massiv kuchlar vektor maydoni.

Yuqorida ko'rib chiqilgan formula asosida shaxta atmosferasidagi havo oqimi harakatlanish tezligi va massiv kuchlarga bog'liqligini ko'rishimiz mumkin.


**Xulosa.** Umuman olganda, FlowVision dasturi yordamida hisoblangan modellar natijalari amaliyotda kuzatilgan sharoitlarga mos keladi. Taklif etilgan metodika asosida qabul qilingan yechimlar havo oqimlarining aerodinamikasini baholash imkonini beradi, ayniqsa, odatdagi o'lchovlarni amalga oshirish qiyin bo'lgan joylarda.

Kelajakdagi tadqiqotlar uchun istiqbolli yoʻnalishlardan biri yer osti kon lahimlarida gaz aralashmalarini tarqalishi oʻrganildi.

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROʻYXATI**

1. Абрамов Ф.А., Бойко В.А. Автоматизация проветривания шахт. Киев: Науковая думка, 1967 г. С. 310.
2. Алыменко Н.И., Каменских А.А., Николаев А.В. Воздушная завеса и общерудничная естественная тяга. г. Москва. Издательство: Горная книга. ИСБН 0236-1493; 2011 г. С. 280.
3. Бойко В.А., Кременчуцкий Н.Ф. Основы теории расчета вентиляции шахт. - М.: Недра, 1978. С. 279.
4. Бурчаков А.С., Мустель П.И., Ушаков К.З. Рудничная аэрология. - М.: Недра, 1971. - С. 376.
5. Буссугу У.Д., Качурин Н.М. Уравнения течения воздуха и его формы для расчета вентиляции шахт. // Вестник науки и образования № 4(58). часть 2. 2019. С. 88-92.
6. Махмудов А., Мусурманов Э.Ш., Ахмедов С.Т. Повышение эффективности вентиляционных оборудований управлением движения потока воздуха // Universum: технические науки: электрон. научный журнал, 2023. 9(114). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/-16013> 2023, С. 16-21. DOI - 10.32743/UniTech.2023.114.9.16013.
7. Мислибаев И.Т., Махмудов А., Мусурманов Э.Ш. Исследование и анализ системы вентиляции и вентиляционных оборудований глубоких горизонтов рудных шахт // Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 12. – С. 446-450. 57.
8. Мислибаев И.Т., Махмудов А., Мусурманов Э.Ш. Исследование кинематика движения потока воздуха при вентиляции тупиковых рабочих мест шахты // Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 6. – С. 226-236.
9. Мохирев Н.Н., Радько В.В. Инженерные расчеты вентиляции шахт. Строительство. Реконструкция. Эксплуатация. - М.: Недра, 2007. - С. 327.
10. Musurmanov E.SH. “Murakkab kon-texnologik sharoitli konlarda uchastkalarni shamollatishni optimallashtirish” // “Ilm-fan va innovatsion rivojlanish” ilmiy jurnali, 1/2023, 24-31 b.
11. Musurmanov E.SH. Ruda konlari shamollatish tarmogʻida havo sarfi taqsimlanishini rostlash usullari // Academic Research in Educational Sciences Volume 3 | Issue 6 | 2022 ISSN: 2181-1385 Cite-Factor: 0,89 | SIS: 1,12 | SJIF: 5,7 | UIF: 6,1 page 635-643
12. Ravshanov A.A., Boʻriyev F.M., Bobomurodov A.Y. Yer osti shamollatish qurilmalarini tanlash va samaradorligini oshirish // “Respublika janubida geologiya, kon-metallurgiya va neft-gaz sohalarining istiqbollari” mavzusidagi xalqaro ilmiy va ilmiy-texnik anjumani matereallari toʻplami. С 135-137.

UO‘K: 622.271:553.94

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.33

## OLCHALIK MAYDONI MURAKKAB TARKIBLI POLIMETALL RUDALARIDAN OLTIN VA KUMUSH METALLARINI GRAVITATSION USULIDA BOYITISH TEXNOLOGIYASI



**Suyarov Jahongir Usmonqul o'g'li**

Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali doktoranti, Olmaliq, O'zbekiston  
E-pochta: jahongirsuyarov3@gmail.com

**Annotatsiya.** Namangan viloyatida joylashgan Olchalik maydoni rudalaridan oltin va kumushni gravitatsiya usulida boyitib, ajratib olishning texnologiyasi ishlab chiqilgan. Umumiy tarzda Olchalik maydonining har xil nuqtalarida burg'u quduqlari qazib, o'rganish maqsadida olib kelingan namunalari tayyorlash jarayonlaridan o'tkazildi va kimyoviy, ratsional hamda granulometrik tahlillar natijalari olindi. Olingan natijalarga ko'ra ruda tarkibidagi oltin va kumushning asosiy qismi mayda zarrali sof holatda bo'lib, asosan gravitatsiya usulida boyitishga mos kelishi ilmiy asoslandi. Olingan natijalarga asoslanib ruda namunalari dastlab konsentratsion stolda va keyinchalik boshqa gravitatsion dastgohlarda boyitish ishlari amalga oshirildi.

**Kalit so'zlar:** Ruda maydoni, burg'u qudug'i, sof, sulfid, oksid, boyitma, chiqindi, oraliq mahsulot, mineral-xomashyo, resurs, tahlil, ratsional tahlil, kompleks.

## ТЕХНОЛОГИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ ЗОЛОТА И СЕРЕБРА ИЗ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД СЛОЖНОГО СОСТАВА ОЛЬЧАЛИКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Суяров Джахонгир Усмонкулович**

Докторант, Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета, Алмалык, Узбекистан

**Аннотация.** Разработана технология гравитационного обогащения для извлечения золота и серебра из руд месторождения Алчалык, расположенного в Наманганской области. В общем, буровые скважины были пробурены в различных точках месторождения Алчалык, образцы, доставленные для исследования, прошли процессы подготовки, и были получены результаты химического, рационального и гранулометрического анализов. По полученным результатам было научно обосновано, что основная часть золота и серебра в руде находится в мелкодисперсном самородном состоянии и преимущественно подходит для обогащения гравитационным методом.

**Ключевые слова:** Рудное поле, буровая скважина, самородные, сульфид, оксид, концентрат, хвосты, промежуточный продукт, минеральное сырье, ресурс, анализ, рациональный анализ, комплекс.

## TECHNOLOGY OF GRAVITATION ENRICHMENT OF GOLD AND SILVER FROM POLYMETAL ORE OF THE COMPLEX COMPOSITION OF THE OLCHALYK DEPOSIT

*Suyarov Jahongir Usmonkul ugli*

*Doctoral student, Almalyk branch of Tashkent State Technical University, Almalyk, Uzbekistan*

**Abstract.** A technology has been developed for extracting gold and silver through gravitational enrichment from the ores of the Olchalik field, located in Namangan region. In general, drill holes were excavated at various points of the Olchalik field, and samples brought for study underwent preparation processes. The results of chemical, rational, and granulometric analyses were obtained. According to the obtained results, it has been scientifically substantiated that the main portion of gold and silver in the ore exists in a fine-grained pure state and is primarily suitable for enrichment using the gravity method. Based on the obtained results, ore samples were initially enriched on a concentration table and subsequently on other gravity devices.

**Keywords:** Ore deposit, drill hole, pure, sulfide, oxide, concentrate, waste, intermediate product, mineral raw material, resource, analysis, rational analysis, complex.

**Kirish.** O‘zbekistonda kon-metallurgiya sanoati mamlakat iqtisodiyotida yalpi ichki mahsulot va valyuta tushumlarining salmoqli qismini ta‘minlaydi. Mamlakatimiz ko‘p turdagi foydali qazilmalarning ko‘rsatkichlari bo‘yicha jahonda yetakchilar qatorida turadi. Respublikamiz iqtisodiy islohotlarni boshidan kechirar ekan, mustaqillikning dastlabki kunlaridanoq u o‘zining imkoniyatlaridan foydalanish, iqtisodiyotni, ishlab chiqarishni dunyodagi eng ilg‘or texnologiyalar asosida izchillik bilan rivojlantirishni maqsad qilib oldi.

Mamlakatimiz va jahondagi oltin rudali obyektlar ro‘yxatida birinchi o‘rinni haqli ravishda noyob Muruntov koni egallaydi. Ushbu konning ochilishi, razvedkasi, muvaffaqiyatli ekspluatatsiyasi barcha mamlakatlar geologlari, konchilari, texnologlari va tadbirkorlarida doimiy qiziqish uyg‘otmoqda. Navoiy kon-metallurgiya kombinatidan tashqari Marjonbuloq, Angren va Chodak oltin qazib olish fabrikalari ham mavjud.

Respublikaning oltin rudali namoyonlari asosan uchta metallogenik zonada: Qurama, Zarafshon-Turkiston va Janubiy Bukantov, kamroq darajada Turkiston-Oloy va Zarafshon-Oloy va yanada kamroq - Katarmay va Shimoliy Bukantov zonalarida to‘plangan. 1976-yilda V.G. Garkoves, V.V. Martinov, R.V. Soy va boshqalar “O‘zbekistonning mineral-xomashyo resurslari” monografiyasida O‘zbekistonning 4 ta oltin ruda konlarini shakllanishiga tavsif beradilar:

1. Sof oltin rudali yoki oltin-kvarsli, kam sulfidli.
2. Oltin-arsenopiritli.
3. Oltin-xalkopiritli.
4. Oltin-kumush.

Endogen rudalashuvning uchta asosiy sof oltin ko‘rinishdagi geologik-sanoat turlari ajratilgan: oltin-kvarsli, oltin-sulfid-kvarsli, o‘n ikkita kichik turga ega oltin-sulfidli (Golovanov, 2000) va ikkita kompleks: oltin-kumushli va oltin-mis-porfirli. Shu bilan bir qatorda Namagan viloyati Olchalik uchastkasi ham mavjud bo‘lib, Qurama tog‘tizmasining shimoli-sharqiy tomonida, G‘ova-soy soyining quyi qismida joylashgan. Olchalik uchastkasida: Shimol-G‘arbiy zonasining 1-sonli ruda tanasini dastlabki baholash va uning qanotlarida oltin minerallashuvini aniqlash uchun 3182 ta namunalar 1000 glik va 100 glik shaklda olindi. Shimoli-G‘arbiy Olchalik uchastkasining sanoat oltin rudalashuvi kvars, kvars-karbonat tarkibli tomirlarda va qisman gidrotermal o‘zgargan, asosan maydalangan kvarsdashgan gabbrolarda joylashgan. Tomirlarning yoyilishi submeridional va meridional bo‘lib chuqurligi 25-50 metrli burg‘ilash quduqlari va yer osti kon lahimlari orqali o‘rganildi. Umumiy tarzda Olchalik maydonining har xil nuqtalarida 2000 dan ortiq burg‘u quduqlari qazib umumiy 3 tonna namuna 3182 ta qopchalar 1 kg va 100 g dan solindi va o‘rganish maqsadida olib kelindi.

**Tadqiqot usullari.** Tadqiqotni olib borishda zamonaviy kompleks tadqiqot usullari, jumladan kimyoviy, mineralogik, optik-emission, spektral hamda analitik tahlillardan foydalanib laboratoriya tajribalari va keng qamrovli sanoat-sinov tajribalari natijalarini qayta ishlash usullaridan foydalanilgan.

**Natijalar.** Olchalik maydoni polimetall rudalaridan oltin va kumushni ajratib olish darajasiga ta'sir etuvchi gravitatsion boyitish dastgohlarining asosiy texnologik parametrlari aniqlangan. Olchalik maydoni rudasini boyitib, ruda tarkibidagi oltinni 65,7%, kumushni 57,94% ajratib olindi va tarkibiy miqdori jihatdan oltin 51,43 g/t, kumush 154,8 g/t boyitmasini ajratib olish texnologiyasining optimal rejimlari ishlab chiqilgan. Olchalik maydoni murakkab tarkibli rudasining texnologik namunalari taqdim etildi. ruda namunasini sinovlarga tayyorlash orqali tog' jinsini laboratoriya valli maydalagichda 05 mm gacha maydalanadi. Namuna materialini aralastirish va qisqartirish "halqakonus" va kvarterlash usullari bilan amalga oshirildi. Yirikligi -0.5+0 mm bo'lgan rudadan o'rtacha namuna olinib, yanchilgandan so'ng kimyoviy, spektral va Ratsional tahlillar bo'yicha tajribalar o'tkazildi. Rudaning o'rtacha namunasining to'liq kimyoviy tahlili laboratoriyada amalga oshirildi, uning natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

**O'rtacha ruda namunasining kimyoviy tahlili natijalari**

Komponentlar	Miqdor, %	Komponentlar	Miqdor, %
SiO <sub>2</sub>	64,42	K <sub>2</sub> O	2,28
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,88	So <sub>6</sub> ш.	2,8
FeO	5,56	SO <sub>3</sub>	0,62
TiO <sub>2</sub>	0,33	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,31
MnO	0,23	CO <sub>2</sub>	3,19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,1	H <sub>2</sub> O	1,85
CaO	3,74	Au, r/t	2,48
MgO	2,17	Ag, r/t	8,47
Na <sub>2</sub> O	0,73	Cu	0,63

O'rtacha namunadagi kimyoviy tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, o'rganilayotgan ruda namunasida oltin miqdori 2,48 g/t, kumush 8,47 g/t va mis 0,63% ni tashkil etdi. O'rtacha ruda namunasining ratsional tahlili amalga oshirildi. Tahlil natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, ruda namunasida erkin oltin miqdori 80,17% va kumush 76,06% ni tashkil qiladi; temir va marganes karbonatlari va gidroksidlari bilan 6,61% oltin va

3,87% kumush bog'langan; sulfidlar (pirit, arsenopirit) bilan 7,44% oltin va 10,92% kumush bog'langan; Oltinning 5,79% va kumushning 9,15% kvars, alyumosilikat va boshqa kislotalda erimaydigan minerallarda ingichka holda uchraydi.

2-jadval

**O'rtacha ruda namunasining ratsional tahlili natijalari oltin va kumushga**

Oltin, kumushning joylashish shakli va ularning rudali komponentlar bilan bog'lanish xarakteri	Metallarni taqsimlash			
	Au		Ag	
	g/t	%	g/t	%
Au va Ag sof tug'ma, boshqa minerallar: xloridlar, sulfatlar, kumushning oddiy sulfidlari bilan aralashmada bo'ladi	1,99	80,17	6,44	76,06
Kislotalda eriydigan minerallar, temir va marganes oksidlari bilan bog'langan Au va Ag	0,16	6,61	0,33	3,87
Au va Ag sulfidlarda (pirit va arsenopirit) (HNO <sub>3</sub> bilan ishlov berilgandan keyin sianlashtiriladigan)	0,18	7,44	0,92	10,92
Au va Ag kvars, alyumosilikatlar va boshqa kislotalda erimaydigan minerallarda	0,14	5,79	0,77	9,15
Jami namunalar	2,48	100	8,47	100

Qimmatbaho komponentlarning granulometrik tarkibini va taqsimlanishini aniqlash uchun -0,5+0 mm yiriklikkacha maydalangan rudaning nam elakli tahlili o'tkazildi. Elakli tahlil natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

**Granulometrik tahlil natijalari -0,5+0 mm yiriklikdagi maydalangan ruda**

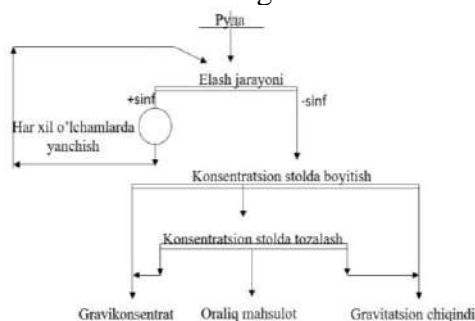
Yiriklik sinfi, mm	Chiqish, %	Miqdor			Sinflar bo'yicha taqsimlash, %		
		g/t		%			
		Au	Ag	Cu	Au	Ag	Cu
-0,5	31,05	2,26	8,25	0,65	28,62	30,24	31,7
-1,25	23,29	2,55	8,56	0,67	23,88	23,53	24,5
-0,62	17,74	2,25	8,16	0,56	16,25	17,1	15,64
-0,315	9,88	3,08	8,35	0,63	12,63	9,74	9,8
-0,155	4,43	2,42	8,73	0,65	4,31	4,56	4,53
-0,08	3,73	2,37	8,67	0,62	3,65	3,8	3,64
-0,036	1,71	2,45	8,87	0,66	1,78	1,8	1,77
-0,044	8,17	2,51	8,21	0,64	8,44	8	8,23
Dast. ruda	100	2,48	8,47	0,63	100	100	100

**Muhokama.** Rudani elakli tahlil qilish natijalari shuni ko'rsatdiki, mayda sinfdagi foydali

komponentlar miqdori yirik sinfga qaraganda biroz yuqori.

Rudaning moddiy tarkibi bo'yicha tajriba sinovlari boyitish usullari asosida amalga oshirildi. Bunda tadqiqotlar asosan boyitishning gravitatsion usuli asosiy usul sifatida qabul qilingan.

Gravitatsion boyitishda, nisbatan yirik sof oltin zarralari va sulfidlarni graviokonsentratga ajratish uchun amalga oshirildi. Gravitatsion boyitish uchun kelib tushgan materialning yirikligi dastlabki rudaning yirikligidan kelib chiqqan holda qabul qilindi. Bunda -0,5+0 mm dan -0,1+0 mm gacha o'lchamlarda o'zgarib turdi. Dastlab boyitish konsentratsion stolda amalga oshirildi.



**1-rasm. Rudalarni gravitatsion usulida boyitish sxemasi.**

Bunda quyidagi parametrlarda standart shaklda tajriba o'tkazildi.

Stolning ishlash rejimi: - tebranish chastotasi minutiga 110 yurish; - tebranish amplitudasi 8-9 mm; - dekaning ko'ndalang qiyaligi 7-10°; ruda osmasi 5-10 kg; - yuvuvchi suv sarfi - 4,5 l/min.

**Natijalar.** 4-jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, konsentratsion stolda namunaning boyitilishida rudani maydalashning yirikligi -0,25+0 mm bo'lganda eng yaxshi ko'rsatkichlar olindi. Bunda tarkibida 47,81 g/t oltin, 125,2 g/t kumush va 6,2 % mis bo'lgan gravioboyitma olinib, qimmatbaho metallar ajratib olishda mos ravishda 63,1%, 48,2% va 32,1% ni tashkil etdi. Bundan tashqari boshqa gravitatsion uskunalarda: cho'kltirish mashinasi, shlyuz, vintli separator va markazdan qochma konsentratlarda ham amalga oshirildi, Ushbu uskunalar Knelson rusumli markazdan qochma konsentratida amalga oshirilganda eng yaxshi ko'rsatkich olindi (markazdan qochma kuchning qiymati 70-75 G, suvining sarfi 3-3,5 l/min.) Bunda qum va quyilmaga alohida nisbatlar asosida alohida parametrli konsentrat olindi va tajriba o'tkazildi (2-rasm).

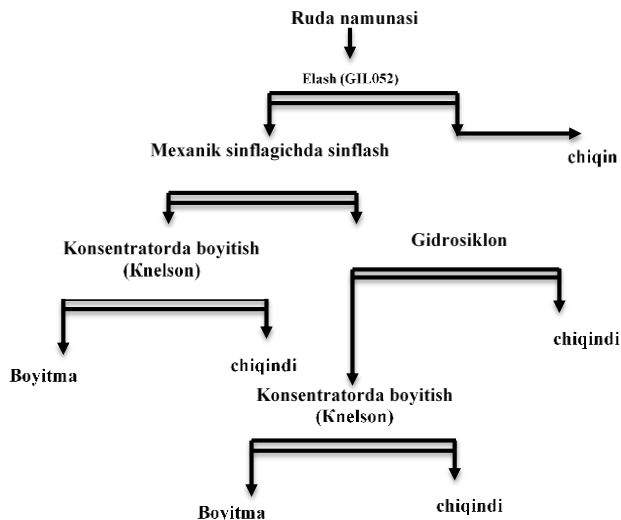
5-jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, konsentratorda ruda namunasini boyitilishida rudani maydalashning yirikligi -0,1+0 mm bo'lganda eng yaxshi ko'rsatkichlar olindi. Bunda tarkibida 51,43 g/t oltin, 154,8 g/t kumush va 6,9 % mis bo'lgan gravioboyitma olinib, qimmatbaho me-

4-jadval

**Konsentratsion stolda olchali uchastkasi ruda namunasini boyitish natijalari**

Boyitilgan mahsulot	Chiqish, %	Miqdor			Ajrallish			O'lcham mm
		g/t		%	%			
		Au	Ag	Cu	Au	Ag	Cu	
Gravioboyitma	3,54	36,89	105	5,55	52,7	43,9	31,2	-0,5+0
Oraliq mahsulot	6,19	1,61	7,93	0,73	4,0	5,8	7,2	
Graviochiqindi	90,27	1,19	4,72	0,42	43,3	50,3	61,6	
Ruda	<b>100</b>	<b>2,48</b>	<b>8,47</b>	<b>0,63</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	-0,315+0
Gravioboyitma	2,96	48,26	130,77	6,47	57,7	45,7	30,4	
Oraliq mahsulot	5,39	1,42	8,97	0,97	3,1	5,7	8,3	
Graviochiqindi	91,65	1,06	4,49	0,42	39,2	48,6	61,3	-0,25+0
Ruda	<b>100</b>	<b>2,48</b>	<b>8,47</b>	<b>0,63</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	
Gravioboyitma	3,26	47,81	125,2	6,2	63,1	48,2	32,1	
Oraliq mahsulot	4,41	1,37	12,86	1,67	2,4	6,7	11,7	-0,1+0
Graviochiqindi	92,33	0,92	4,12	0,38	34,4	45,0	56,2	
Ruda	<b>100</b>	<b>2,47</b>	<b>8,47</b>	<b>0,63</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	
Gravioboyitma	2,81	53,78	152,2	7,28	60,9	50,5	32,5	-0,1+0
Oraliq mahsulot	4,84	1,12	9,1	1,02	2,2	5,2	7,9	
Graviochiqindi	92,35	0,99	4,0	0,4	36,9	44,3	59,6	
Ruda	<b>100</b>	<b>2,48</b>	<b>8,47</b>	<b>0,63</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

tallarning ajralishi mos ravishda 65,7%, 57,94% va 34,78% ni tashkil etdi.



**2-rasm. Ruda namunalarni konsentratorlarda boyitish sxemasi.**

tratdagi oltin miqdori 50 g/t dan kam bo‘lmagan va zararli aralashmalar: As=0,7% (*margumush*) dan ko‘p bo‘lmagan hamda Sb=0,3% (*surma*) va Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=10%. Olingan konsentrat miqdori gravitatsion boyitmalarga qo‘yilgan talab doirasida. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati, laboratoriya tajribalari va tajriba-sanoat sinovlari o‘tkazildi va olingan natijalar ilmiy asoslandi, asosiy qimmatbaho komponentlarning rudadagi fraksiyalar bo‘yicha miqdoriy taqsimlanish qonuniyatlari aniqlandi hamda belgilandi, bu esa qimmatbaho komponentlarni (oltin va kumush) ajratib olishni ta‘minladi, Olchalik maydoni polimetall konlar rudalarini qayta ishlashning Gravitatsion boyitish usulini ishlab chiqish bilan izohlanadi. Olchalik maydoni rudasini Gravitatsion dastgohlarda boyitish orqali yo‘qori natijalarga erishiladi va ayniqsa ruda tarkibidagi metallarning asosiy sinfi mayda zarrali ko‘rinishda bo‘lganligi sababli markazdan qochma konsentratorlarda boyitish amalga oshiri-

5-jadval

**Konsentratorlarda Olchali uchastkasi ruda namunasini boyitish natijalari**

Boyitilgan mahsulot	Chiqish, %	Miqdor			Ajralish			O‘lcham mm
		g/t		%	%			
		Au	Ag	Cu	Au	Ag	Cu	
Gravioboyitma	2,96	48,23	150,8	7	57,56	52,7	32,9	-0,5+0
Graviochiqindi	97,04	1,08	4,12	0,43	42,44	47,3	67,1	
Ruda	<b>100</b>	<b>2,48</b>	<b>8,47</b>	<b>0,63</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	
Gravioboyitma	3,05	46,31	135,8	6,32	56,9	48,93	30,6	-0,315+0
Graviochiqindi	96,35	1,1	4,48	0,45	43,1	51,07	69,4	
Ruda	<b>100</b>	<b>2,48</b>	<b>8,47</b>	<b>0,63</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	
Gravioboyitma	2,73	53,6	160,37	7,75	59,1	51,69	33,6	-0,25+0
Graviochiqindi	96,69	1,05	4,2	0,43	40,9	48,3	66,4	
Ruda	<b>100</b>	<b>2,48</b>	<b>8,47</b>	<b>0,63</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	
Gravioboyitma	3,17	51,43	154,8	6,9	65,7	57,94	34,78	-0,1+0
Graviochiqindi	96,83	0,88	3,68	0,42	34,3	42,06	65,22	
Ruda	<b>100</b>	<b>2,48</b>	<b>8,47</b>	<b>0,63</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

**Xulosa.** Gravitatsion oltin tarkibli konsentratlarning sifati TU-Uz-65-001-94-003 texnik shartlari bo‘yicha baholandi, ular bilan konsen-


tratlarda yanada yo‘qori ajralish ko‘rsatgichlariga erishish mumkin.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI**

1. Самадов, А. (2019). Комплексный подход к переработке техногенных образований горно-металлургических производств. Ташкент.: Фан ва технологиялар.
2. Самадов, А., & Аскарлова, Н. (2020). Совершенствование технологии переработки шлаков медного производства. Ташкент.: “VNESHINVESTPROM”.
3. Samadov, A., Xolikulov, D., & Saidova, M. (2020). Metallar resiklingi. Toshkent: «VNESHINVESTPROM».

4. Носиров, Н., Ж.У., С., & India. (2020). Study of the Composition of the Stale Tailings of the Tailings of Hydrometallurgical Plants. International journal of advanced research in science, engineering and technology., 13584-13588.
5. Стрижко, Л. С. (2016). Полупромышленные испытания технологии выщелачивания золота в цикле измельчения с применением гидроакустического излучателя. Москва: Цветные металлы.
6. Samadov, A., Nosirov, N., & Suyarov, J. (2023). Переработке труднообогатимости золотосодержащих руд. euroasian journal of academic research, 164-168.
7. Samadov, A., & Suyarov, J. (2023). Краткий информационный обзор по переработке пробазолотосодержащей руды участка Алычалык Алычалыкской площад. INTERNATIONAL JOURNAL OF FORMAL EDUCATION, 419-424.
8. Samadov A., & Suyarov, J. (2024). Минералого-петрографическое изучение месторождения. Miasto Przyszłości, 1715-1721.
9. Samadov A., Nosirov, N., & Suyarov, J. (2024). The Study of the Location, Amount, and. International Journal of Scientific Trends- (IJST), 85-90.

UO‘K: 662.7

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.32

## METALLURGIK PECHLARDAN CHIQUADIGAN CHANGLARNI TUTISH USULLARI VA ULARNING SAMARADORLIGINI O‘RGANISH



**Murodullayeva Sabrina Otabek qizi**

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O‘zbekiston

E-mail: [sabrinamurodillayeva0204@gmail.com](mailto:sabrinamurodillayeva0204@gmail.com)

ORCID ID: 0000-0002-0428-507X

**Annotatsiya.** Metallurgik pechlardan chiqadigan changlarning atmosfera va ishchi muhitiga salbiy ta'sirini kamaytirish muhim ekologik va texnologik vazifalardan biridir. Ushbu maqolada metallurgik pechlardan chiqadigan changlarni tutish usullarining samaradorligi ko'rib chiqiladi. Shuningdek, zamonaviy texnologiyalar va innovatsion yondashuvlar yordamida chang ajratish tizimlarini takomillashtirish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Metallurgik pechlarda hosil bo'ladigan changlar tarkibida og'ir metallar, sulfidlar va boshqa zararli komponentlar bo'lib, ular atrof-muhit va inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli metallurgik pechlardan chiqadigan changlarni samarali usullar bilan tutish muhim texnologik va ekologik masalalardan biri hisoblanadi.

**Kalit so'zlar:** Metallurgik pechlar, chang ajratish, changni tutish usullari, ekologik muhofaza, filtratsiya, elektrostatik filtrlar, inertsiyal chang ajratish, sanoat chiqindilari, havo tozalash tizimlari, ekologik texnologiyalar.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УЛАВЛИВАНИЯ ПЫЛИ ИЗ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ

**Муродуллаева Сабрина Отабек кизи**

Навоийский государственный горно-технологический университет, Навои, Узбекистан

**Аннотация.** Снижение негативного воздействия пыли, выбрасываемой из металлургических печей, на атмосферу и производственную среду является одной из важных экологических и технологических задач. В данной статье рассматривается эффективность методов улавливания пыли из металлургических печей. Также анализируются возможности совершенствования систем пылеулавливания с использованием современных технологий и инновационных подходов. Пыль, образующаяся в металлургических печах, содержит тяжелые металлы, сульфиды и другие вредные компоненты, которые могут оказывать негативное влияние на окружающую среду и здоровье человека. Поэтому эффективное улавливание пыли, выходящей из металлургических печей, считается одной из важных технологических и экологических проблем.

**Ключевые слова:** Металлургические печи, пылеулавливание, методы улавливания пыли, экологическая защита, фильтрация, электростатические фильтры, инерционное пылеулавливание, промышленные отходы, системы очистки воздуха, экологические технологии.

## STUDYING METHODS OF CAPTURING DUST FROM METALLURGICAL FURNACES AND THEIR EFFECTIVENESS

*Murodullaeva Sabrina Otabek kizi*

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

**Abstract.** Reducing the negative impact of dust emissions from metallurgical furnaces on the atmosphere and working environment is one of the crucial environmental and technological challenges. This article examines the effectiveness of dust capture methods from metallurgical furnaces. Additionally, it analyzes the possibilities of improving dust separation systems using modern technologies and innovative approaches. Dust generated in metallurgical furnaces contains heavy metals, sulfides, and other harmful components that can adversely affect the environment and human health. Therefore, the efficient capture of dust from metallurgical furnaces is considered one of the significant technological and environmental issues.

**Keywords:** Metallurgical furnaces, dust separation, dust capture methods, environmental protection, filtration, electrostatic filters, inertial dust separation, industrial waste, air purification systems, environmental technologies.

**Kirish.** Metallurgiya sohasi zamonaviy sanoatning ajralmas qismi bo'lib, unda turli metallarni ajratib olish va qayta ishlash jarayonlari amalga oshiriladi. Ushbu jarayonlar natijasida muhim metall va qotishma mahsulotlari olinishi bilan bir qatorda, atmosferaga turli gazsimon, suyuq va qattiq chiqindilar hosil bo'ladi. Ayniqsa, metallurgik pechlardan chiqqan chang sanoat chiqindilari orasida alohida ahamiyat kasb etadi [1].

Mis eritish zavodlarida texnologik jarayonlar davomida ajralib chiqadigan changlar tarkibida mis, qo'rg'oshin, rux kabi rangli metallar bo'lishi mumkin. Ushbu changlarning atrof-muhitga tarqalishi ekologik muammolarni keltirib chiqarib, inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shuningdek, chang tarkibidagi qimmatbaho komponentlarni yo'qotish iqtisodiy nuqtayi nazardan ham zararli hisoblanadi. Shu sababli, metallurgik changlarni samarali usullar yordamida tutish va qayta ishlash bugungi kunning dolzarb masalalaridan biridir.

Mis eritish zavodlarida pechlardan chiqqan changlarni tutishning bir nechta asosiy usullari mavjud bo'lib, ularga mexanik, elektrostatik va ho'l chang tutish texnologiyalarini misol keltirish mumkin. Har bir usul o'ziga xos samaradorlik darajasiga ega bo'lib, ularning to'g'ri tanlanishi ishlab chiqarish jarayonining ekologik va iqtisodiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi [2,3].

Ushbu tadqiqotning maqsadi metallurgik pechlardan chiqadigan changlarni tutish usullarini

chuqur o'rganish, ularning samaradorligini tahlil qilish hamda mis eritish zavodlari uchun eng maqbul texnologik yechimlarni taklif qilishdan iborat. Tadqiqot davomida chang tarkibini, uning chiqish manbalarini va atrof-muhitga ta'sirini o'rganish bilan birga, zamonaviy chang tutish texnologiyalarining afzalliklari va kamchiliklari ham tahlil qilinadi. Shuningdek, mavjud muammolarni bartaraf etish yo'llari taklif etilib, metallurgiya sanoati korxonalarida ekologik xavfsizlikni ta'minlashga qaratilgan chora-tadbirlar ishlab chiqiladi.

Shunday qilib, metallurgik changlarni tutish va ularning samaradorligini oshirish yo'llarini tadqiq qilish nafaqat atrof-muhitni muhofaza qilish, balki iqtisodiy jihatdan ham katta ahamiyatga ega bo'lib, sanoat korxonalarining samarali ishlashiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi [4].

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** Ko'pgina metallurgik agregatlaridan ajralib chiqadigan gazlar uchun toksik bo'lmagan changni  $100 \text{ mg/m}^3$  gacha tozalash zarur hisoblanadi, bu darajada changning rangi deyarli sezilmaydi. Ba'zi zararli moddalar uchun insonlar bo'ladigan hududdagi taxminiy maksimal ruxsat etilgan konsentratsiya ( $\text{mg/m}^3$ ) qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan [5].

Gazlar bilan chiquvchi qattiq zarrachalar (chang) dan tozalash va zararli gazsimon moddalarni kimyoviy tozalash usullari bilan ushlab qolish farqlanadi. Hozirgi vaqtda atmosferaga chiqariladigan gazlarni zararli gazsimon moddalaridan

tozalashning ko‘plab usullari mavjud. Chunki gaz va changlar tarkibida bir qator qimmatbaho moddalarni ushlab qolish zarurati mavjud.

1-jadval

**Atmosfera-dagi zararli moddalar uchun ruxsat etilgan maksimal konsentratsiyalar (mg/m<sup>3</sup>)**

Modda nomi	Maksimal bir martalik konsentratsiya (mg/m <sup>3</sup> )	O‘rtacha sutkalik konsentratsiya (mg/m <sup>3</sup> )
Toksik bo‘lmagan chang	0,5	0,15
Uglerod oksidi (CO)	6,0	1,0
Azot oksidlari (NO <sub>x</sub> )	0,085	0,085
Oltinugurt dioksid (SO <sub>2</sub> )	0,5	0,15
Oltinugurt vodorodi (H <sub>2</sub> S)	0,008	0,008
Fenol (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	0,01	0,01

Metallurgik zavodlarda, asosan, gazlarni changdan mexanik tozalash amalga oshiriladi. Qo‘llaniladigan tozalash usullari ishlash tamoyiliga ko‘ra quruq va ho‘l usullarga bo‘linadi. Ho‘l chang ushlagichlari changni ushlab qolish bilan birga gazlarni qisman oltingugurt dioksididan (SO<sub>2</sub>) tozalashga imkon beradi. Biroq, bu chang ushlagichlar katta miqdorda suv iste‘mol qiladi, keyinchalik esa bu suvni ham tozalash zarur bo‘ladi. Hozirgi kunda metallurgik korxonalarda bir qator chang ushlagichlardan foydalaniladi.

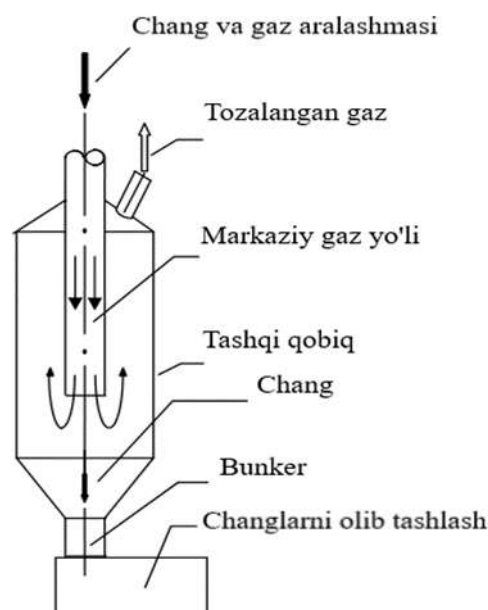
Quruq mexanik usulda gaz tozalash apparatlari. Bu apparatlar chang ushlagichlar va filtrlarga bo‘linadi. Chang ushlagichlar esa o‘z navbatida gravitatsion va gaz ushlab qolish uskunalariga bo‘linadi.

Gravitatsion chang ushlagichlar. Bu uskunalar turli xil konstruksiyadagi chang kameralariga ega bo‘lib, ularda chang asosan og‘irlik kuchi ta’sirida cho‘kadi. Gravitatsiya kuchi gaz oqimidan changni ajratish jarayoniga ta’siri minimal hisoblanadi (1-rasm) [6].

Markaziy gaz kanali orqali chang va gaz aralashmasi kiritiladi, chang ushlagich korpusi yordamida harakat tezligini pasaytiradi va yo‘nalishini 180° ga o‘zgartiradi. Gaz tarkibidagi chang og‘irlik kuchi va inertsiya ta’sirida bunkerga cho‘kadi, tozalangan gaz esa chiqariladi. Gravitatsion chang ushlagichlar 100 mkm dan katta bo‘lgan chang zarralarini ushlab qolishda samarali bo‘lib, ya’ni yetar-

licha yirik zarrachalarni ushlaydi. Gravitatsion chang ushlagichlar gazni taxminan 60% gacha changdan tozalanishini ta’minlaydi.

Inertsiyaviy (markazdan qochma) chang ushlagichlarda chang zarralariga gaz oqimining buri-lishi yoki aylanishi natijasida hosil bo‘ladigan inertsiya kuchi ta’sir qiladi. Ushbu kuch gravitatsion kuchdan ancha katta bo‘lgani uchun, bunday usul yordamida gravitatsion tozalashga qaraganda may-daroq zarralar ham gaz oqimidan ajratib olinadi. Bunday chang ushlagichlarga misol sifatida siklonni keltirish mumkin (2-rasm) [7].

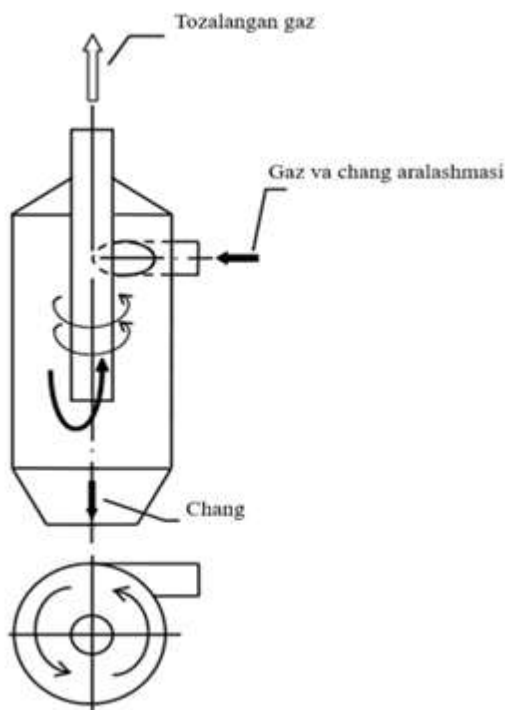


**1-rasm. Radiatsion chang ushlagich sxemasi.**

Siklon ichida 20 mkm dan katta bo‘lgan chang zarrachalari gaz oqimidan ajratiladi. Changlangan gaz oqimi siklon korpusining yuqori qismiga, korpusga nisbatan tangensial joylashgan quvur orqali kiritiladi. Natijada oqim aylanish harakatini hosil qiladi, inertsiya kuchi ta’sirida chang zarrachalari siklon devorlariga yopishadi va og‘irlik kuchi ta’sirida bunkerga tushadi, tozalangan gaz esa siklonidan chiqariladi. Ushbu usul yordamida changning 95% gacha ushlanadi.

Filtrlar - gazni yuqori darajada tozalashni ta’minlovchi qurilmalardir (changning 99% gacha ushlanadi). Filtrlovchi element turiga qarab, ular quyidagi turlarga bo‘linadi: tolali, matoli, donador, metallokermika va keramik filtrlovchi elementli filtrlar.

Tipik misol sifatida matoli filtrlovchi elementga ega filtrlarni keltirish mumkin. Bunday filtrlar tabiiy va sintetik matolardan yoki 600 °C gacha haroratga bardosh bera oladigan metallmatodan tayyorlanadi (3-rasm) [8]. Changlangan gaz filtr matosi orqali o'tadi, natijada chang zarrachalari mato yuzasida qoladi, tozalangan gaz esa filtdan chiqariladi.

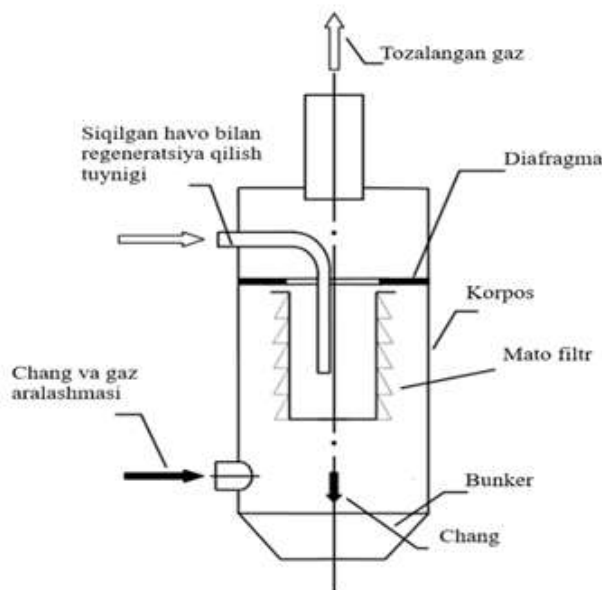


**2-rasm. Siklon (markazdan qochma kuch ta'sirida) chang ushlagich sxemasi.**

Chang mato yuzasida to'planib, asta-sekin bunkerdagi cho'kma sifatida yig'iladi. Mato qarshiligi sezilarli darajada oshganda, filtrni qayta tiklash (regeneratsiya qilish) siqilgan havo yordamida teskari puflash yo'li bilan amalga oshiriladi. Shu jarayonda mato g'ilo fi changdan tozalanadi.

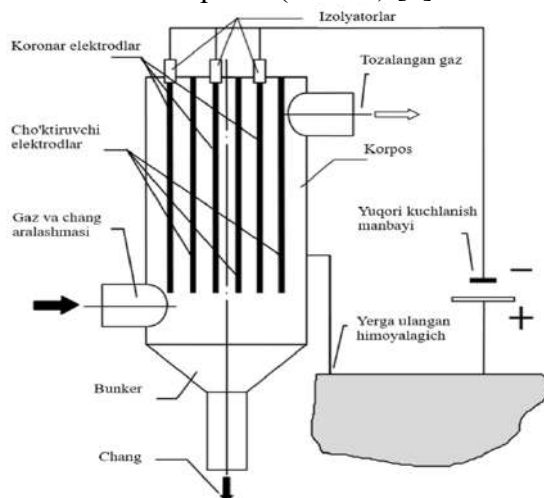
Elektrofiltrlar - gazni yuqori darajada tozalash uchun mo'ljallangan qurilmalar bo'lib, ular changning 98% gacha ushlanishini ta'minlaydi. Ularning ishlash prinsipi zaryadlangan zarrachalarning o'zaro va metall elektrod bilan kuchli ta'siriga asoslangan. Ma'lumki, bir xil zaryadlangan zarrachalar bir-birini itaradi, turli zaryadlangan zarrachalar esa o'zaro tortishadi.

Elektrofiltrda chang zarrachalari elektr maydoniga tushganda zaryadlanadi va so'ngra cho'ktirgich elektrod bilan o'zaro ta'sirga kirishib, ularga tortiladi, cho'kadi va o'z zaryadini yo'qotadi.



**3-rasm. Matoli filtr chang ushlagich sxemasi.**

Misol tariqasida trubkali elektrofiltrning ishlashini ko'rib chiqamiz (4-rasm) [9].



**4-rasm. Elektrofiltr chang ushlagich sxemasi.**

Filtr korpus va elektrodlar tizimidan iborat. Filtr korpusi yerga ulangan bo'ladi. Elektrodlar metall plastinalardan tashkil topgan bo'lib, ularning bir qismi (cho'ktirgich elektrodlar) korpusga ulangan, ikkinchi qismi esa (koronar elektrodlar) izolyatsiyalangan. Izolyatsiyalangan va korpusga ulangan elektrodlar ketma-ket joylashgan.

Bu elektrodlar orasida doimiy yuqori kuchlanish manbai yordamida 25-100 kV gacha bo'lgan potensial farq yaratiladi. Potensial farqning qiymati elektrodning geometriyasiga bog'liq bo'lib, ular orasidagi masofa oshgan sari bu farq ham ortadi.

Chunki elektrofiltr faqat elektrodlar orasida ion razryadi mavjud bo'lsa ishlaydi.

Gaz elektrodlar orasidan o'tganida ionlanadi. Chang zarrachalari ionlar bilan ta'sirlashib, manfiy zaryad hosil qiladi va musbat qutbli cho'ktirgich elektrodlariga tortiladi. Elektrodlar yuzasiga cho'kkan chang zarrachalari zaryadini yo'qotib, qisman bunkerga tushadi. Filtrni vibratsiya yoki yuvish orqali muntazam tozalash talab etiladi, bunda filtr vaqtincha o'chiriladi.

Rangli metall eritish pechi gazida ishlaganda, filtr har 10 soatda bir marta 15 daqiqa davomida yuviladi. Tozalanayotgan gazning maksimal harorati 300°C dan oshmasligi kerak, ish harorati esa 250°C gacha bo'lishi mumkin. Elektrodning balandligi 12 metrgacha yetadi.

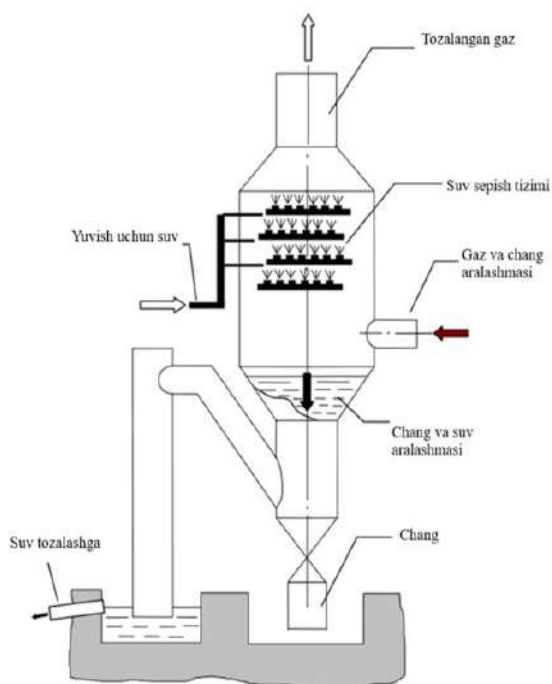
Elektrofiltr 0,1 mkm gacha bo'lgan mayda chang zarrachalarini gaz oqimidan ajratib olish imkoniyatiga ega.

Gazlarni ho'l usulda tozalash. Nam tozalash apparatlarida changlangan gaz suv bilan yuviladi, bu esa changning katta qismini ajratishga imkon beradi.

Metallurgiyada eng keng qo'llaniladigan qurilmalar - turli konstruksiyadagi skrubberlar (5-rasm) va turbulent gaz yuvgichlar (6-rasm) hisoblanadi [9].

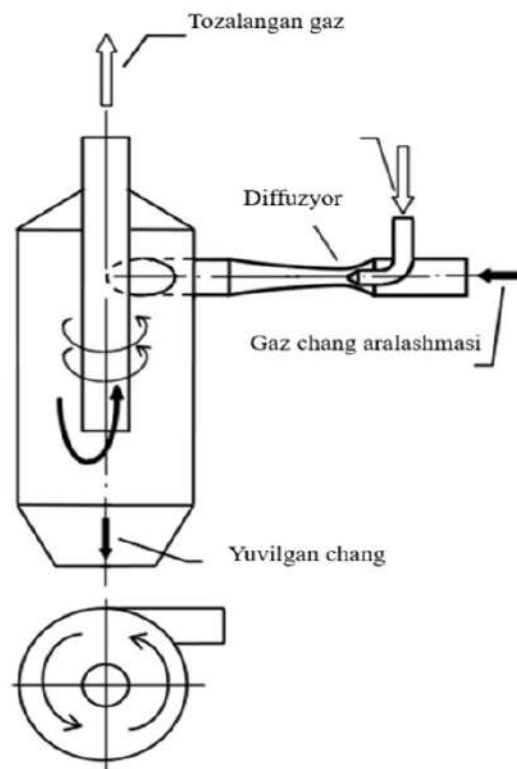
Skrubberlar - bu changlangan gaz oqimi, oquvchi suvga qarshi yuqoriga harakatlanishi orqali ishlovchi qurilmalardir. Korroziyadan himoya qilish maqsadida skrubberning ichki yuzasi keramik plitkalar bilan qoplanadi. Skrubber ichidagi gazning maksimal harorati 300°C ni tashkil etadi. Skrubber o'lchamlari: diametri - 6-8 m, balandligi - 20-30 m. Suv sarfi - 1-2 kg/m<sup>3</sup> gaz. Skrubberlarda changni o'rtacha miqdorda tozalash jarayoni amalga oshiriladi (changning 80% gacha ushlanadi).

Tezkor gaz yuvish moslamasi - changni yuqori miqdorda tozalash bo'yicha samarali qurilma bo'lib (changning 98% gacha ushlanadi), mustaqil ravishda ham, elektrofiltdan oldin gazni tayyorlash uchun ham qo'llaniladi. U purkagich trubasi va tomchi ushlovchi siklondan iborat. Chang zarrachalarining 0,1 mkm gacha bo'lgan qismlarini ushlaydi. Gaz bo'yicha unumdorligi 40000 m<sup>3</sup>/soat va undan yuqori. Oquvchi suvning o'rtacha sarfi 0,15-0,5 kg/m<sup>3</sup> gaz. Purkagich trubasining toraygan qismida gazning tezligi 40-150 m/s ni tashkil etadi.



**5-rasm. skrubber chang ushlagich sxemasi.**

Tezkor gaz yuvish moslamasining ishlash prinsipi siklonda chang zarrachalarini ushlashga asoslangan bo'lib, ular namlantiruvchi suv bilan og'irlashadi. Chang zarrachalarining namlanishi purkagich trubasida amalga oshiriladi.



**6-rasm. Tezkor gaz yuvish moslamasi sxemasi.**

**Natijalar.** O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida mis eritish pechlaridan ajralib chiqadigan changlar miqdori o'rganildi.

KMEP dan olingan natijalarga ko'ra, muallaq eritish jarayonida misning chang bilan yo'qotilishi 0,8-1,0% oralig'ida bo'lib, hisob-kitoblarda u 1,0% deb olinadi. Shu bilan birga, boshqa elementlarning chang tarkibiga o'tishi ham taxminan 1% miqdorida qabul qilinadi. Chiqayotgan gazlar bilan ajralib ketayotgan changning optimal tarkibi 2-jadvalda keltirilgan bo'lib, u quruq tarkibga to'g'ri keladi [10].

Jarayonga yuboriladigan boyitmaning tarkibi eritishgacha bo'lgan holatdagi foiz nisbatlariga mos keladi. Har bir komponent miqdoridan uning chang bilan yo'qotilgan qismi chiqarib tashlanib, jarayonda qatnashuvchi tarkib va miqdor aniqlanadi.

Ajralib chiqayotgan chang tarkibida asosan sulfatlar mavjud bo'lib, ular aylanuvchi xom-ashyo sifatida jarayonning ajralmas qismi hisoblanadi. Ushbu sulfatlar jarayon haroratini pasaytirishga yordam beradi.

Chang miqdori nisbatan kam bo'lgani uchun u orqali yo'qotiladigan issiqlik miqdori boshqa mahsulotlar bilan chiqayotgan issiqlikka qaraganda ancha past. Shu sababli, turli komponentlar bo'yicha changning o'rtacha issiqlik sig'imini alohida hisoblashga ehtiyoj yo'q.

kunda klinkersiz hech bir eritish pechi ishlamaydi. Shu sababli, Vanyukov pechi jarayonida materiallar muvozanatini hisoblashda klinker tarkibini optimal darajada belgilashga alohida e'tibor qaratiladi [11].

Klinkerning optimal tarkibini aniqlash uchun qabul qilingan xomashyoning kimyoviy tarkibi quyidagicha: 4,3% Cu, 1,7% Zn, 0,8% Pb, 27,5% Fe, 4,7% S, 27% C, 4,7% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5,3% CaO, 17,5% SiO<sub>2</sub>, 6,5% boshqa komponentlar.

Olmaliq mis eritish zavodi sharoitida chang yo'qotish darajasi 1% deb qabul qilinadi. Klinker tarkibidagi barcha komponentlarning yo'qotilishi dastlabki tarkibga mutanosib bo'lib, 30% uglerod oksidlanib CO<sub>2</sub> holatiga o'tadi, 80% yirik chang qayta ishlanadi, 20% esa jarayonga qaytarilmay chiqindi sifatida ajralib chiqadi.

Yirik chang tarkibining kimyoviy tarkibi (kg hisobida): Cu - 0,043; Zn - 0,017; Pb - 0,008; Fe - 0,275; S - 0,047; O<sub>2</sub> - 0,021; C - 0,270; SiO<sub>2</sub> - 0,175; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 0,047; CaO - 0,053; boshqa komponentlar - 0,065.

Yirik chang tarkibidagi minerallar ratsional nisbatda quyidagicha taqsimlanadi (kg hisobida): Cu<sub>2</sub>S - 0,054; ZnS - 0,018; ZnO - 0,06; Fe - 0,165; FeS - 0,065; FeO - 0,088; SiO<sub>3</sub> - 0,175; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 0,047; CaO - 0,053; C - 0,270; Pb - 0,003; PbS - 0,006; boshqa komponentlar - 0,050. Barcha minerallarning umumiy yig'indisi 1 kg ga teng.

2-jadval

**KMEPda 100 kg boyitmani qayta ishlashda hosil bo'lgan changning ratsional tarkibi, kg**

Birikmalar	Miqdor	Cu	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Boshqalar
CuFeS <sub>2</sub>	0,49	0,171	0,150304	0,172561				
CuS	0,28	0,019		0,009561				
FeS <sub>2</sub>	0,27		0,12617	0,144853				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08		0,03926		0,014579			
SiO <sub>2</sub>	0,04					0,049		
CaO	0,005						0,0058	
Boshqalar	0,10							0,1032221
Jami	1,1	0,19	0,3104	0,327	0,014579	0,049	0,0058	

Hozirgi vaqtda barcha rux zavodlarida ruxli kek quvursimon aylanma pechlarda qayta ishlanmoqda, bu esa klinker hosil bo'lishining ko'payishiga sabab bo'lmoqda. Rux zavodi klinkerlari mis eritish zavodlari uchun muhim xomashyo bo'lib qolmoqda. Uning tarkibida o'rtacha 4-5% mis, shuningdek, ba'zi hollarda 1-3 g/t miqdorida kumush va oltin mavjudligi iqtisodiy jihatdan foydalidir. Aynan Olmaliq mis eritish zavodida 1985-yildan boshlangan ilmiy tadqiqotlar natijasida bugungi

Qaytar changning tarkibi (kg hisobida): Cu - 0,0344; Zn - 0,0136; Fe - 0,22; SiO<sub>2</sub> - 0,14; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 0,0376; CaO - 0,0424; C - 0,151; Pb - 0,0064; O<sub>2</sub> - 0,0168; boshqa komponentlar - 0,04. Umumiy massa 0,7352 kg ni tashkil etadi.

Mis eritish jarayonida ishlatiladigan shixta asosan dastlabki boyitmadan va qaytar changdan iborat bo'ladi. Pechga kiritiladigan shixta tarkibi amaliy jihatdan klinkerning optimal tarkibiga mos keladi. Shu bilan birga, Vanyukov pechi jarayonida

umumiy changning 20% yo‘qotish sifatida hisoblanadi.

Yallig‘ qaytaruvchi eritish pechida chang yo‘qotish darajasi 1-1,5% ni tashkil etadi. Olingan natijalarga ko‘ra, ushbu pechlarning amaliy tajribasida misning changga o‘tish darajasi 0,85-0,6% atrofida bo‘lib, hisob-kitoblar uchun u 0,5% deb olinadi.

3-jadvalda chiqib ketuvchi gazlar bilan ajralayotgan changning optimal tarkibi keltirilgan. Changning foizlik tarkibi quruq aralash boyitma tarkibiga to‘g‘ri keladi.

Har bir komponent bo‘yicha boyitmaning dastlabki miqdoridan changga o‘tib ketgan qismi chiqarib tashlanadi va shu asosda jarayonda qatnashuvchi boyitmaning yakuniy tarkibi va miqdori aniqlanadi.

yuvib tushirishga asoslangan bo‘lib, gaz tarkibidagi namlik miqdoriga ta‘sir qilishi mumkin.

Changni tutish tizimlarining samaradorligi 99% gacha yetishi mumkin, biroq texnologik va iqtisodiy omillar tufayli optimal usulni tanlash muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, Vanyukov va yallig‘ qaytaruvchi eritish pechlarida chang yo‘qotish darajasi past bo‘lishi uchun elektrofiltrlar va ho‘l chang ushlagichlarning kombinatsiyasi ishlatiladi. Shu bilan birga, changning qayta ishlanishi va metallarning qaytarilishi umumiy jarayonning samaradorligini oshiradi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy chang ushlash texnologiyalarini takomillashtirish metallurgik ishlab chiqarishning ekologik xavfsizligini oshirish, havoga chiqadigan zararli moddalar miqdorini kamaytirish va iqtisodiy jihatdan

3-jadval

***YQEPda 100 kg boyitmani qayta ishlashda hosil bo‘lgan changning ratsional tarkibi, kg***

Birikmalar	Miqdor	Cu	Fe	S	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Boshqalar
CuFeS <sub>2</sub>	0,24	0,0855	0,0751	0,863				
CuS	0,01	0,0095		0,0048				
FeS <sub>2</sub>	0,13		0,0631	0,0724				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02		0,0169		0,007			
SiO <sub>2</sub>	0,02					0,0245		
CaO	0,002						0,0029	
Boshqalar	0,51							0,0516
Jami	0,93	0,19	0,3104	0,327	0,014579	0,049	0,0058	

**Muhokama.** Metallurgik pechlardan ajralib chiqadigan changlarning tutib qolish usullari sanoat jarayonlarining ekologik xavfsizligini ta‘minlash va xom-ashyo yo‘qotilishini kamaytirish uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Changni tutish usullarining samaradorligi turli omillarga bog‘liq bo‘lib, ularga changning fizik-kimyoviy xususiyatlari, gaz oqimi-ning harorati, bosimi va texnologik sharoitlar kiradi [12].

Hozirgi kunda metallurgiya sanoatida changni tutish uchun mexanik, elektrostatik va ho‘l usullar keng qo‘llanilmoqda. Mexanik usullar (siklonlar va inertsiya separatorlari) yirik zarrachalarni samarali ajratib olish imkonini bersa-da, mayda va engil changlarni to‘liq ushlay olmaydi. Elektrostatik filtrlar elektr maydonidan foydalangan holda juda mayda chang zarrachalarini ham samarali tutib qoladi, ammo ularning ishlashi uchun yuqori energiya talab etiladi. Ho‘l chang tutish usullari esa suv yoki boshqa suyuqliklardan foydalanib changlarni

samarali xom-ashyo yo‘qotishlarini minimallashtirishga yordam beradi. Kelgusida innovatsion usullar, jumladan, nanofiltrlar va plazmali chang ushlagichlar metallurgik changni tutish samaradorligini yanada oshirishga xizmat qilishi mumkin.

**Xulosa.** Metallurgik pechlardan chiqadigan changlarni tutish va ularning samaradorligini oshirish bugungi kunda ekologik va iqtisodiy jihatdan muhim masalalardan biridir. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, chang ushlash tizimlarining samaradorligi texnologik jarayonning xususiyatlariga, chang zarrachalarining hajmi va tarkibiga hamda qo‘llanilayotgan usulga bog‘liq.

Mexanik, elektrostatik va ho‘l chang ushlash usullari sanoatda keng qo‘llanilib, ularning har biri o‘ziga xos afzallik va kamchiliklarga ega. Elektrostatik filtrlar va ho‘l chang ushlash usullari mayda zarrachalarni samarali ushlab qolsa-da, ulardan foydalanish energiya sarfi va texnologik talablar bilan bog‘liq. Shu bilan birga, changlarni qayta ishlash orqali metallarning ikkilamchi foy-

dalanishi ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va xom-ashyo yo'qotilishini kamaytirishga yordam beradi.

Metallurgik changni tutish texnologiyalarining takomillashtirilishi ekologik zararlarni kamaytirish, ishlab chiqarish jarayonlarini yanada samarali qilish va metallurgiya sanoatining barqaror rivojlanishiga xizmat qiladi. Kelgusida nanotexnologiyalar, plazmalı chang ushlagichlar va ilg'or filtr tizimlari orqali metallurgik changni ushlab samaradorligini oshirish imkoniyatlari mavjud. Shu sabab-

li, yangi innovatsion yechimlarni ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish metallurgik ishlab chiqarishning ekologik xavfsizligi va iqtisodiy samaradorligini oshirish uchun muhim yo'nalish bo'lib qoladi.

Xulosa qilib aytganda, 10-20 mkm dan katta chang zarrachalari ko'pgina gaz tozalash uskunalarida samarali ushlanadi. 1 mkm dan kichik zarrachalarni tozalash uchun faqat yuqori darajada tozalash moslamalari: g'ovakli filtrlar, elektro-filtrlar va tezkor gaz yuvish moslamalari mos keladi.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Циркун О.Ф., Щёлоков Я.М., Бекгурин В.Г. Некоторые физико-химические свойства пылей предприятий цветной металлургии. Цветные металлы. 1980. №2. С.27.
2. Ванкжов А.В., Уткин Н.И. Комплексная переработка медного и никелевого сырья. Челябинск: Металлургия. 1988.
3. Патент 184266 Польша, МКИ С22В 7/02. Способ переработки окисленных пылей медеплавильных заводов. 1980.
4. Антипов Н.И., Маслов В.И., Литвинов В.П. Комбинированная схема переработки тонких конвертерных пылей медеплавильного производства. Цветные металлы. 1983. №12. С.12.
5. Преснецов В.Д., Пономарев В.Д., Панфилов П.Ф., Шумаков В.В. Переработка пылей отражательных печей Карсакпайского медеплавильного завода. Цветные металлы. 1964. №10. С.26-29.
6. Патент 70803 Польша, МКИ С22В 7/02. Способ переработки свинецсодерж пылей, полученных при выплавке меди из шахтных печах. 1974.
7. Патент 6395060 США, МПК7 С 22 В 7/02. Способ переработки печных пылей. Furnace flue dust processing method.
8. Арешина Н.С., Мальц И.Э., Красиков А.Г., Нерадовский Ю.Н. Переработка тонких пылей отражательной плавки медного концентрата ОАО «Кольская ГМК». Цветная металлургия. 2007. №2. С.8-15.
9. 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.
10. 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.
11. Sirojov T.T., Sayfullayev F.I., Qurbonov M.N., Yuldosheva Sh.J. Oltin va mis tarkibli rudalarni kompleks qayta ishlash texnologiyasini tadqiq qilish. Sanoatda raqamli texnologiyalar. ISSN: 3030-3214 Volume 2, № 4 2024.
12. Aripov A.R., Fuzaylov O.U., Sayfullayev F.I., Qurbonov M.N. Murakkab oltin tarkibli ruda va konsentratlarning maydalanish va sianlanish qobiliyatini yaxshilash uchun mikroto'liqinli energiyadan foydalanish. Sanoatda raqamli texnologiyalar ilmiy-texnik jurnali December № 2. Qarshi-2023.

GEOLOGIYA VA NEFT-GAZ SANOATI

ГЕОЛОГИЯ И НЕФТЕГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

GEOLOGY AND OIL-GAS INDUSTRY

UDC: 666.622.7.553.532

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.8

SPECIFIC FEATURES OF BASALTS, ITS MELTING AND TEMPERING IN  
DIFFERENT ENVIRONMENTS



**Sattorov Laziz  
Kholmurodovich**

Docent Karshi engineering-  
economics institute, Karshi,  
Uzbekistan



**Kurbanov Abdiraxim  
Axmedovich**

Professor Bukhara engineering -  
technological institute, Bukhara,  
Uzbekistan



**Nomozov Bakhtiyor  
Yuldashovich**

Docent Karshi engineering-  
economics institute, Karshi,  
Uzbekistan



**Juraeva Huriyat  
Zoirovna**

Lecturer of the University of  
Economics and Pedagogy, Karshi,  
Uzbekistan

**Abstract.** It is shown that a radical way to expand the possibility of obtaining metals from reserve, unused natural resources is one of the possible options for using local raw materials. This article presents the results of a scientific study devoted to the study of the specifics of the constituent elements contained. The results of the preparation and implementation of floating basalt works at the Asmansay-1 deposit are presented. metal-containing basalt minerals deposit "Asmansay-The results of melting basalts, their tempering in various environments were analyzed in order to find out the choice of optimal parameters for melting basalts and similar ores.

**Keywords:** basalt, thermodynamics, heating, pyroxene, crystalline fiber, filtering material, fiber, melting, dry processing.

ОСОБЕННОСТИ БАЗАЛЬТОВ, ИХ ПЛАВЛЕНИЕ И ЗАКАЛКА В  
РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

**Сатторов Лазиз  
Холмуродович**

Доцент Каршинского  
инженерно-экономического  
института, Карши, Узбекистан

**Курбанов Абдурахим  
Ахмедович**

Профессор Бухарского  
инженерно-технологического  
института, Бухара, Узбекистан

**Номозов Бахтиёр  
Юлдашович**

Доцент Каршинского  
инженерно-экономического  
института, Карши, Узбекистан

**Жураева Хурият  
Зойровна**

Преподавателя Экономического  
и педагогического университета,  
Карши, Узбекистан

**Аннотация.** Показано, что радикальный способ расширить возможности получения металлов из резервных, неиспользуемых природных ресурсов является одним из возможных вариантов использования местного сырья. В данной статье представлены результаты научного исследования, посвященного изучению специфики содержащихся в них составляющих элементов. Представлены результаты подготовки и осуществления плавучих базальтовых работ на месторождении Асмансай-1. Месторождение металлосодержащих базальтовых минералов "Асмансай" - Были проанализированы результаты плавки базальтов, их закалки в различных средах с целью выяснения выбора оптимальных параметров плавки базальтов и аналогичных руд.

**Ключевые слова:** базальт, термодинамика, нагрев, пироксен, кристаллическое волокно, фильтрующий материал, волокно, плавление, сухая обработка.

## BAZALTLARNING O‘ZIGA XOS XUSUSIYATLARI, TURLI MUHITLARDAGI ERISHI VA TEMPERATURASI

**Sattorov Laziz  
Xolmurodovich**

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot  
instituti dotsenti, Qarshi,  
O‘zbekiston

**Kurbanov Abdiraxim  
Axmedovich**

Professor Buxoro muhandislik-  
texnologiya instituti, Buxoro,  
O‘zbekiston

**Nomozov Baxtiyor  
Yuldashovich**

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot  
instituti dotsenti, Qarshi,  
O‘zbekiston

**Jo‘rayeva Huriyat  
Zoirovna**

Iqtisodiyot va pedagogika  
universiteti o‘qituvchisi, Qarshi,  
O‘zbekiston

**Annotatsiya.** Zaxiradagi, foydalanilmayotgan tabiiy resurslardan metallarni olish imkoniyatlarini kengaytirishning radikal usuli mahalliy xom ashyodan foydalanishning mumkin bo‘lgan variantlaridan biri ekanligi ko‘rsatilgan. Ushbu maqolada ular tarkibidagi elementlarning o‘ziga xos xususiyatlarini o‘rganishga bag‘ishlangan ilmiy tadqiqot natijalari keltirilgan. Asmansoy-1 konida suzuvchi bazalt ishlarini tayyorlash va amalga oshirish natijalari taqdim etilgan. Tarkibida metall bo‘lgan “Asmansoy” bazalt minerallari koni - Bazalt va shunga o‘xshash rudalarni eritishning optimal parametrlarini tanlash maqsadida bazaltlarni eritish, ularni turli muhitlarda toblash natijalari tahlil qilindi.

**Kalit so‘zlar.** bazalt, termodinamika, qizdirish, piroksen, kristall tola, filtrlovchi material, tola, eritish, quritib ishlov berish.

**Introduction.** A study of the technological processes of basalt processing enterprises in Uzbekistan showed a lack of experience in organizing stone casting for petrological production. The reason for this phenomenon can be considered to be insufficient knowledge of the basalt melt: the processes of draining the liquid mass into the mold of the flask and the further state of the product associated with firing, as well as the lack of information about production costs and payback periods. In this regard, based on foreign experience, the need for an experimental study of the possibility of creating stone casting technology has been identified. Since the difference in the chemical-mineralogical composition of the basalt rock in the deposits of Uzbekistan and the melting temperature of basalts did not allow direct introduction of foreign technology into production, conditions were created in the laboratory to study the behavior of the cast form of basalts after melting and tempering in different environments.

**Literature analysis and methods.** To conduct experimental studies, the following types of work were performed:

- the material chosen for the manufacture of the mold of the flask is 2XII-3 brand refractory brick, the holding temperature of which reaches 2500 °C;

- three holes were drilled on the side of the brick with a diameter of 10; 14 and 16 mm, which was argued by the arbitrariness of the choice of hole sizes depending on the thickness of the walls of the flask [1,2];

- the flasks are prepared for work;

- so that when the rock is heated and the liquid mass is poured into the mold, no bubbles remain inside the workpiece, three through holes with a diameter of 3÷5 mm are drilled to allow air to pass through and remove gas bubbles from the mass. The channels of the holes were directed upward at such an angle that during the process of pouring the liquid mass into the holes of the flask, impurity gases freely passed into the open space;

- prepared a laboratory oven. The oven temperature was measured using an electronic thermometer. When the test heating of the furnace reached a temperature of 1000 °C, the furnace was turned off. The furnace was cooled until room temperature was reached and the furnace was loaded with flasks.

The process of smelting basalt rock was observed through the window of the furnace door. Three such flasks were made for the purpose of tempering the cast mold in the open air, at room temperature and at high temperature (800÷850 °C). When the temperature reached 1550 °C, the furnace

was turned off, the door was opened and two of the three flasks were removed from the furnace using traditional metal tongs used in the foundries of the Navoi Machine-Building Plant.

The first flask was left in the furnace with the doors open to temper the molten basalt inside the furnace. The second flask was kept outside in the open air to cool the workpiece to atmospheric temperature. The third flask was kept in laboratory conditions to room temperature. Then the ceramic bands used to separate the flasks were removed and the cooled blanks were taken out.

The results showed that the cooling of the workpiece that was in the furnace was slow. In the other two conditions, the cooling process of the workpieces occurred faster and almost equally, since the ambient temperature was 23 °C.

It is necessary to note another characteristic feature of cast basalt in a flask, which was kept in a furnace until completely cooled and had an almost smooth outer surface. Bubbles and small cracks were observed on the outer surface of the remaining two workpieces. It was established that the basalt melt, which was in the flask at a high positive temperature for a relatively longer time, to some extent went through the stage of additional “firing-homogenization”. This similarity of “annealing” can be found in the production of electrical insulators of different potentials. In general, it was found that cast basalt after annealing will have high hardness and a smooth surface. Parameters such as “time”, “temperature”, “melting rate” and “annealing” are interrelated and product performance largely depends on these parameters. Product quality depends on the annealing temperature, tempering temperature or cooling temperature gradient.

Processing of basalts using the petrological method for the manufacture of parts for a fleet of machines for various purposes. In mechanical engineering of any branch of the national economy, an important place is given to strength indicators and technological parameters, which depend on the durability of the materials used. Therefore, when designing machine parts, for example, in the oil and gas industry, special attention is paid to shock loads, operational properties, heat resistance, corrosion resistance, maximum vibration force, etc. This dissertation analyzes the results of a study of the

characteristic indicators of metals that are extracted from basalts of the Asmansay-1 deposit. The study of the Asmansay-1 minerals is argued by the fact that in the rock composition of the bottom deposit, for example, the content of iron oxides reaches up to 15% or more [3].

**Results and discussions.** Study and analysis of technical literature and patent sources showed that they do not contain information about the content and extraction of metals from basalt rock. Considering the urgent need of the country's industry for raw materials for the production of metals, it can be assumed that basalt minerals with natural and technical characteristics can be a promising mineral raw material base for the production of metals. For this purpose, an experimental study was organized to determine the content of metals in metal samples. Samples of these metals were removed from unauthorized liquids that were simultaneously released from the furnace, where the process of melting basalt rock and forming crystalline fibers took place.

After which the metal samples were subjected to preliminary chemical analysis using a well-known method. The results are shown in Table 1. The experiment was carried out on 10 kilograms of basalt minerals “Asmansay-1”, which contains the maximum amount of FeO and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, up to 18÷ 20% [4].

Table 1

**Results of experimental studies. Chemical composition of the material PF2 and PF3**

Si (в кг)	Mn (в кг)	S (в кг)	P (в кг)	As (в кг)
0.5 - 0.9	до 2	до 0.07	0.3 - 2	до 0.2
Chemical composition of the PF3 material				
Si (в кг)	Mn (в кг)	S (в кг)	P (в кг)	As (в кг)
до 0.5	до 2	до 0.07	0.3 - 2	до 0.2

Tabular data show that samples of by-products (hereinafter referred to as metal) contain “ultimate phosphorous cast iron intended for further processing into steel or remelting in iron foundries for the production of castings,” which ultimate phosphorous cast iron is intended for further processing into steel or remelting in iron foundries in the production of castings. The latter indicates that if the appropriate technology is developed, a promising direction will open up for the production of metals from local basalt rock.

It has been established that the best natural

raw materials for basalt stone casting are igneous rocks, which include: diabases, basalts, andesite-basalts, gabbro-diabases and metamorphic and sedimentary rocks close to them in gross chemical composition: shales, amphibolites, clays, sands etc.

In practice, it has been proven that the best casting properties are found in melts whose chemical composition is as follows (in%):  $\text{SiO}_2$   $-43.5 \div 49.0$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$   $-11.0 \div 20.0$ ;  $\text{CaO}$   $-9.0 \div 16.0$ ;  $\text{MgO}$   $-5.0 \div 11.0$ ;  $\text{FeO}$   $-2.0 \div 7.0$ ;  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$   $1.2 \div 5$ , which proves the acceptability of manufacturing cast products from basalts [5,6].

Preliminary studies of the chemical and mineralogical composition of the basalt rock of the Asmansay-1 deposits showed on average the following composition of chemical components, (in%):  $\text{SiO}_2$   $-43.5 \div 53.4$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$   $-9.2 \div 15.74$ ;  $\text{CaO}$   $-5.42 \div 15.8$ ;  $\text{MgO}$   $-1.1 \div 5.44$ ;  $\text{FeO}$   $-1.16 \div 8.9$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$   $-2.89 \div 7.37$ ;  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$   $-1.39 \div 3.5$ , which are suitable for smelting and extraction of associated metal.

One of the characteristic indicators of the products extracted from Asmansay-1 basalts is their physical and mechanical properties and the properties of cast basalt, which manifest themselves when exposed to external loads. In general, the behavior of a recovered cast by-product under load consists of three sequential and often overlapping processes: a) reversible or elastic deformation, consisting of a conditionally instantaneous part and an elastic aftereffect; b) plastic deformation; and destruction.

The state of the associated metal extracted from cast basalt during transitions is called critical or limiting. Knowledge of the behavior of basalt cast metal at each stage of deformation, as well as the conditions of transition from one stage of deformation to another during the creation of a piece of unauthorized extracted metal, is of great practical importance, since it allows one to predict the behavior of the metal or alloy under pressure from the structure.

The physical and mechanical properties of basalt associated cast products are divided into deformation, strength and rheological. Deformation properties characterize the behavior of associated metals under loads that do not exceed critical loads and, therefore, do not lead to destruction. These properties can be expressed by two pairs of

indicators: either the deformation modulus and Poisson's ratio, or the shear and volumetric compression moduli.

The deformation properties of the associated extracted cast basalt metal are determined under conditions that simulate the operation of the product in question in possibly the oil and gas industry. The study showed that the deformation properties of metallic samples are most often determined during static reworking. However, for the design of equipment, for example a drilling rig, the study of the deformation properties of soils is also under the influence of vibration, variable loads, etc. [7,8].

Particularly characteristic is the fact that metals incidentally extracted from basalt minerals, when operating under load, can be deformed with free expansion, limited lateral or without lateral expansion. This is evidenced by the results of experimental studies obtained at research stands. The first condition is realized during uniaxial compression of the samples, the second - when tested in triaxial compression devices and by the test load method, the third - during compression.

Another practically and theoretically important indicator is that strength properties characterize the behavior of cast basalt metal under loads equal to or exceeding critical loads, and are determined only when the soil is destroyed. Shear and rupture are the two main mechanisms by which a body loses strength. The shift occurs under the influence of tangential forces; When shearing, one part of the body moves relative to another. Body rupture occurs under the influence of normal tensile forces and is morphologically expressed in the form of cracks and separation of one part of the body from another. The main indicator of the strength of cast basalt metal is their shear strength; tensile strength is determined much less frequently. In the practice of geotechnical surveys, the resistance of soils to uniaxial compression is often determined. [8,9]. Another important factor may be the loss of strength of the soil mass, which can occur as a result of plastic deformations reminiscent of the flow of viscous metallic liquids. Therefore, cast metal from basalt is also characterized by viscosity, which allows one to evaluate the magnitude of plastic deformations under a given force over a long period of time. For example, in such slow deformations are centuries-old sediments and the origin of the mineral and its

components, the movement of metal parts to each other during operation, etc. The formation of folding and possible bending of dimensional parts is also the result of their flow under prolonged action of forces. As a result, research and analysis of indicators made it possible to identify the physical mechanism of creep of metals, which is an inherent characteristic of the material and is considered to be very complex and depends on a large number of factors. In crystals, creep is caused by the movement of structural defects, twinning, translation, and diffusion; in polycrystalline bodies and dispersed clay soils that creep at lower pressures than crystals - quasi-viscous sliding of particles relative to each other, reorientation of particles in the direction normal to the resulting stress, and the development of microcracks. In practice, there is such an expression as “creep kinetics”, which depends on pressure and temperature and is complicated by various structural transformations - compaction, structural changes and hardening of metals at the cooling stage and dilatancy softening at the stage of lava flow of liquid metals [10,11,12].

**Conclusion.** It was revealed that in order to compile the obtained data, for example, on the creep of newly produced metal parts, it is necessary to know two quantities - the creep threshold and the effective viscosity coefficient of the body of a metal product and its change over time. In mechanics, for the ease of transmitting information and clarifying opinions on this matter, the expression “Creep

threshold” (according to N.N. Maslov) has been introduced, which is a tangential stress at which and above which the creep deformation, which previously had a magnitude and speed of almost neglected character is sharply intensified.

The creep threshold of the structural components of metal products depends on the structure and composition of the metal, on temperature and pressure and the speed of pressure. And for dense rocks, the threshold for creep may be higher than for low-density rocks.

The “creep threshold” is determined based on data from long-term creep experiments of identical samples, in our case, simultaneously extracted metal samples tested at different values of shear stress. [13,14,15,16].

Thus, the study and analysis of the research results, the specific features of associated metal samples extracted from melting basalt minerals, showed that the natural subsoil of our republic can produce metals from local raw materials.


However, practically it is very important that in all spheres of industry of the national economy, the quality of products produced and the satisfaction of consumer demand of producers and consumers largely depends on the quality of the raw materials used. In our case, basalt rocks from the Asmansay-1 deposit are recommended as raw materials. In this case, we limited ourselves to considering only the issue of extracting metals and alloys from local basalt minerals that have good prospects.

## REFERENCES

1. L.Kh.Sattorov, A.A.Kurbanov, Zh.Kh.Rakhmonov, Processes of filtration of industrial gases from dust through basalt filters, Bulletin of the Tula State University Automation: problems, ideas, solutions, Tula, APIR-20, 205-210 (2015)
2. L.Kh.Sattorov, A.A.Kurbonov, About the advantages of basalt filter materials, International Scientific and Technical Conference Mining and metallurgical complex achievements, problems and current development trends - Navoi, 134 (2015)
3. N.F.Drobot, O.A.Noskova, A.V.Steblevskii, Use of Chemical and Metallurgical Methods for Processing of Gabbro-Basalt Raw Material, Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 47, 4, 484-488 (2013)
4. D.E.Morkovkin, D.S.Lopatkin, T.N. Shushunova, B.K. Sharipov, A.A. Gibadullin, Journal of Physics: Conference Series, 1515(3), 032002 (2020)
5. A.Panchenko, A.Voloshina, S.S.Sadullozoda, O.Boltyansky, V.Panina. Lecture Notes in Mechanical Engineering, 101–111 (2022)
6. A.M.Ermakova, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1045, 012123 (2022)
7. V.A.Kovshov, Z.A.Zalilova, M.T.Lukyanova, E.F.Sagadeeva, Lecture Notes in Networks and Systems, 205, 595-603 (2021)

8. B.S.Kamolov, A.A.Kurbanov, L.Kh.Sattorov E3S Web of Conferences 411, 01036 (2023). Features of filtration of industrial gases from dust with a basalt filter. APEC-VI-2023
9. A.Kurbonov, L.Sattorov, B.Kamolov BIO Web of Conferences, 02 (2023) O.Rakhimov Chemical and mineralogical studies of basalt "Aydarkul". CIBTA 2023.
10. Velde K., Kiekens P., Van Langenhove L. Basalt fibers as reinforcement for composites // Van de Department of Textiles, Ghent University, Technology park. B-9052 Zwijnaarde, Belgium.- 2007. 907p.
11. Анализ минерального сырья. Ред. Книпович Ю.Н., Морачевский Ю.В. Л. ГХИ. 1056 С.
12. Джеффри П. Химические методы анализа горных пород. М. Мир.1973. С.470.

UDC: 553.98:551.73:575.16

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.19

## LITHOLOGICAL AND PETROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF JURASSIC DEPOSITS IN THE BARSAKELMES TROUGH (USTYURT, UZBEKISTAN)



**Jalilov Gafur Ganievich**

Doctor of Geological and  
Mineralogical Sciences (PhD),  
Associate Professor,  
State Institution "IGIRNIGM",  
Tashkent, Uzbekistan  
E-mail: [gafur@mail.ru](mailto:gafur@mail.ru)



**Akhmedova Dilfuza  
Azamatovna**

Senior Lecturer, Department of  
GNGGiG, University of Geological  
Sciences,  
Tashkent, Uzbekistan  
E-mail:  
[dilfuza\\_axmedova89@mail.ru](mailto:dilfuza_axmedova89@mail.ru)



**Ganieva Laylo Gafur kizi**

Doctoral student of the Faculty of  
Geology and Engineering Geology  
of the National University of  
Uzbekistan named after Mirzo  
Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan  
E-mail: [laylo15@bk.ru](mailto:laylo15@bk.ru)

**Abstract.** Data on the petrophysical characteristics of the Jurassic deposits of the Barsakelmes depression of the Ustyurt region, the features of their geological structure and possible oil and gas potential are presented. The analysis of the main geological factors is aimed at laboratory studies of the core material of the exploration well No. 1-p in the Razlomnaya area, with the aim of obtaining a holistic petrophysical picture of the open cut of the well for further optimal exploration and increasing its efficiency.

**Keywords:** Ustyurt, Barsakelmes, Jurassic, oil and gas content, residual water saturation coefficient, specific electrical resistance (RES), porosity parameter (Rp), longitudinal ultrasonic wave propagation velocity (Vp), interval time ( $\Delta T$ ), saturation parameter (Pn).

## ЛИТОЛОГО-ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЛОЖБИНЕ БАРСАКЕЛМЕС (УСТЮРТ, УЗБЕКИСТАН)

**Джалилов Гафур  
Ганиевич**

д.ф.г.-м.н., доцент  
ГУ «ИГИРНИГМ»,  
Ташкент, Узбекистан

**Ахмедова Дилфуза  
Азаматовна**

Старший преподаватель  
кафедры ГНГГиГ, Университета  
геологических наук,  
Ташкент, Узбекистан

**Ганиева Лайло Гафур  
кизи**

Докторант факультета  
геологии и инженерной геологии  
Национального университета  
Узбекистана имени Мирзо  
Улугбека, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** Приведены данные по петрофизическим характеристикам юрских отложений площади Разломная Барсакельмесского прогиба Устюртского региона, особенности геологического строения и возможная нефтегазоносность. Анализ основных геологических факторов направлены на лабораторное изучение кернового материала поисковой скважины № 1-п площади Разломная, с целью получения целостной петрофизической картины вскрытого разреза скважины для дальнейшего оптимального проведения поисковых работ и повышения её эффективности.

**Ключевые слова:** Устюрт, Барсакельмесский прогиб, юра, нефтегазоносность, коэффициент остаточной водонасыщенности, удельное электрическое сопротивление (УЭС), параметр по -

ристости ( $P_n$ ), скорость распространения продольных ультразвуковых волн ( $V_p$ ), интервальное время ( $\Delta T$ ), параметр насыщения ( $P_n$ ).

## BORSAKALMAS BOTIG‘IDAGI YURA YOTQIZIQLARINING LITOLOGIK VA PETROFIZIK XUSUSIYATLARI (USTIYURT, O‘ZBEKISTON)

**Jalilov G‘afur  
G‘anievich**

PhD, dotsent,  
«IGIRNIGM» Davlat muassasasi,  
Toshkent, O‘zbekiston

**Ahmedova Dilfuza  
Azamatovna**

GNGG va G kafedra katta  
o‘qituvchisi, Geologiya fanlari  
universiteti,  
Toshkent, O‘zbekiston

**Ganieva Laylo Gafur kizi**

Mirzo Ulug‘bek nomidagi  
O‘zbekiston Milliy universiteti  
Geologiya va muhandislik  
geologiyasi fakulteti doktoranti,  
Toshkent, O‘zbekiston

**Annotatsiya.** Ustyurt mintaqasi Borsakelmas egilmasining Uzilma maydoni yura yotqiziqlarining petrofizik xususiyatlari, geologik tuzilishining o‘ziga xos xususiyatlari va mumkin bo‘lgan neft-gazlilik bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan. Asosiy geologik omillar tahlili Qidiruv ishlarini yanada optimal olib borish va uning samaradorligini oshirish uchun ochilgan quduq kesimining yaxlit petrofizik manzarasini olish maqsadida Razlomnaya maydonidagi 1-p-sonli qidiruv quduq‘ining kern materialini laboratoriya sharoitida o‘rganishga qaratilgan.

**Kalit so‘zlar:** Ustyurt, Borsakelmas egilmasi, yura, qoldiq suvga to‘yinganlik koeffitsiyenti, solishtirma elektr qarshiligi, g‘ovaklik parametri ( $P_p$ ), bo‘ylama to‘lqinlarining tarqalish tezligi ( $V_p$ ), interval vaqti ( $\Delta T$ ), to‘yinish parametri ( $P_n$ ).

**Introduction.** The territory of Northern Ustyurt, which has a complex geological structure, has long attracted the attention of researchers. At the same time, its advantageous economic and geographical location, due to its proximity to existing gas pipelines, requires a more thorough scientific approach to generalizing all the accumulated geological and geophysical material. It should also be noted that the studied area is very fragmentally illuminated by deep drilling, in contrast to the well-studied Sudoch deflection and Kuanysh-Koskalinsky shaft. In this regard, the results of intensive drilling, which has resumed in recent years, make a significant contribution to solving the problems of oil and gas prospects [1,3].

No deep drilling has been carried out on Razlomnaya Square to date, and the nearest structures where deep wells have been drilled are Central and Eastern Kharoy, Baiterek, and Saritekiz. The main purpose of drilling was to search for hydrocarbon fluid deposits in the Lower Jurassic sediments and their preliminary geological and economic assessment. According to the actual data, exploratory well №1-P Razlomnaya at a depth of 3595 m revealed contact between Jurassic and Permo-Triassic sediments and, having reached its actual bottom at around 3700 m, did not exit them.

Well №1-P - Razlomnaya uncovered a complete section of the Neogene-Quaternary sedimentary complex of rocks, sediments of the Paleogene, Cretaceous, Jurassic systems and the Permo-Triassic complex [7-9].



Fig. 1. Overview of the work area.

**Discussion.** According to GRW data, the roof of Permian-Triassic sediments is beaten off at around 3595 m and at the bottom of the 3700 m well, the uncovered thickness of the described sediments is 105 m. This rock complex, uncovered by exploratory well №1-P Razlomnaya, was studied from core material in the depth range of 3595-3700 m. The total core removal was 4.8m, which is 4.6% of the exposed capacity of the Permo-Triassic formations. The Permo-Triassic system is mostly represented by interlayers of fine-to-medium-grained sandstones of 80%, the total thickness of which, according to the available core volume, is 3.03m (63%). Sandy siltstones and silty mudstones are sparsely distributed. The color of the rocks is mainly brown, brownish-green, pink, and is often spotted or striped. It is necessary to note the strong carbonation of rocks and frequent inclusions of mica leaves. The reservoir properties of Permian-Triassic rocks are characterized by very low indices, where the total porosity reaches no more than 6%, and the permeability is less than  $1 \times 10^{-3} \text{mkm}^2$ . [1,6-7]

*The Jurassic system. Lower section (J<sub>1</sub>).* The lithological composition of the rocks of the Lower Jurassic in the №1-P Razlomnaya exploration well is mainly represented by sand formations (64.3% of the total number of interlayers of the Lower Jurassic section) of light gray, gray, and dark gray colors, less often with a bluish tinge. In terms of grain size, sandstones are fine-to-medium-grained, more often coarse-to-medium-grained, gravelly. The thickness of individual interlayers reaches 1.8-2.0 m in places. The total thickness of the sandstones in the available core material is 21.15 m, which is 7.0% of the total capacity of the Lower Jurassic section.

The filtration and capacitance parameters of the Lower Jurassic rocks are quite stable throughout the section: permeability varies from 0 to  $0.65 \cdot 10^{-3} \text{mkm}^2$ , occasionally up to  $23.13 \cdot 10^{-3} \text{mkm}^2$ , total porosity averages 10.6%. In the Lower Jurassic section, wells are limited due to the low permeability of the reservoir rock. In total, there are up to 3 collector layers in the ranges of 3459.37-3457.37m, 3327.75-3326.55m, 3312.61-3311.83m with a maximum capacity of up to 2.0m. Moreover, among them, pebble-gravellite sandstones have the highest filtration and capacitance values.

According to logging data, the upper contact of the Lower Jurassic complex is located at 3294m,

the lower contact is 3595m. The total thickness of the straton is 301 m, core material sampled evenly throughout the Lower Jurassic section characterizes 8.4% of its total capacity [7].

*Middle department. Aalen stage (J<sub>2al</sub>).* According to GRW and core data, the Aalen stage in the well is recaptured in the range of 3108-3294 m. The total capacity of the tier was 186m. The lithological composition of the rocks is mainly represented by sandy-gravel formations of whitish-gray, light gray color, and only in the upper part in the int.3289.41-3292.4 m there are interlayers of dark gray, black mudstones. Sandstones account for 30% of the total number of isolated interlayers of the Aalen stage, their total thickness is 8.01m, and 35.9% of the total thickness of the characterized core of the Aalen rocks. The thickness of the individual layers is not more than 2.95 m [7-9].

The largest part among the lithotypes of rocks are gravelly-sandy, sandy-gravelly, rarely pebble-gravel formations, which account for 61% in terms of the number of interlayers, and 51.3% (11.45m) in total thickness. The thickness of the individual interlayers reaches 1.45 m. Psephitic fragments are medium-rolled, often have a subangular shape, the average size of which is 3-5 mm. In the above range, siltstone-sand mudstones are intensely fragmented, thinly layered, and the thickness of the interlayers is not more than 1.6 m. The total thickness is only 12.8% of the total core removal from this straton.

In terms of filtration and capacitance parameters, alena deposits are characterized by relatively high values: permeability varies unevenly from  $0.45.1 \cdot 10^{-3} \text{mkm}^2$ , total porosity in sandy rocks varies from 4.17 to 14.39%. Medium-coarse-grained, gravelly sandstones and pebble gravelites with a total number of up to 8 interlayers have the highest reservoir properties. The total capacity of the reservoirs in this part of the well section is 10.95 m, with a single thickness of the interlayers reaching up to 2.95m.

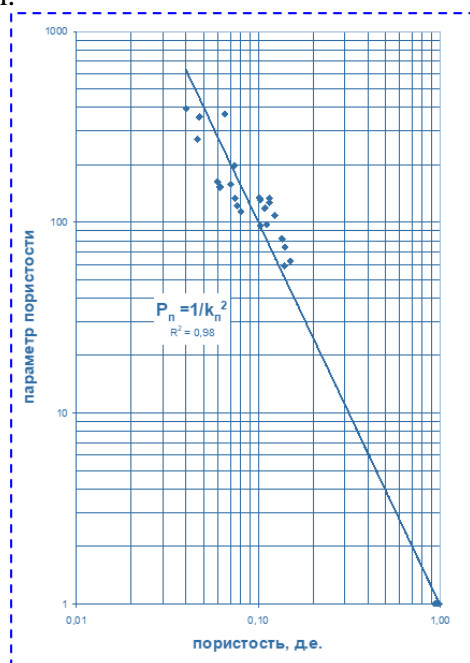
*Bayous stage (J<sub>2bj</sub>).* According to the characteristic changes in logging curves, the Bayous layer in the well is reflected in the range of 2935-3108 m. The power of the described straton is 173m. According to the types of rocks, there is a predominance of sandy interlayers, accounting for 69.8% of the total number of interlayers. Siltstone formations are much less common and characterize

only 23.3% of the core material of the Bajocian sediments, the rest consists of thinly layered sandy-siltstone-clay formations. The color of the rocks is black, dark gray, gray, light gray.

The porosity of rocks of the Bajocian stage is characterized by average indicators. There are up to 5 reservoir rock layers with a total thickness of 4.65m, which are mainly represented by light gray sandstones of various grains and only in a single case by sandy gravelite. The total porosity of these reservoirs is 11.7-17.74%, the permeability is more often less than  $2 \cdot 10^{-3} \text{mkm}^2$ , however, in some layers it reaches  $4.5 \cdot 10^{-3} \text{mkm}^2$ , rarely  $15.69 \cdot 10^{-3} \text{mkm}^2$ .

*Bat stage (J<sub>2bt</sub>).* According to logging data, the Bat tier is located in the range of 2595-2935m. The depth of the tier is 340m, of which 23.65m is characterized by core material.

Lithologically, the most developed sandstones are mixed-grained, mostly medium-fine-grained. They account for 57.8% in terms of the number of interlayers, siltstones (23%) are found in a relatively smaller proportion, and mudstones make up only 19.2%. The breeds have light gray, gray, dark gray, rarely black colors with a constant presence of brownish-beige shades. The thickness of the sand layers reaches up to 3.4 m in places, and averages 0.9 m. The total thickness of the sandstones is 13.55m.



**Fig.2. Dependence of  $R_p=f(k_p)$  porosity parameter on porosity coefficient of Lower-Middle Jurassic rocks.**

According to reservoir parameters, the bath rocks are not of interest due to their impermeability, the filtration capacity does not exceed  $0.43 \cdot 10^{-3} \text{mkm}^2$ , and only in some samples a fracture permeability of up to  $4.25 \cdot 10^{-3} \text{mkm}^2$  is observed. The open porosity in the samples varies from 1.29-1373%, with an average of 9.3%.

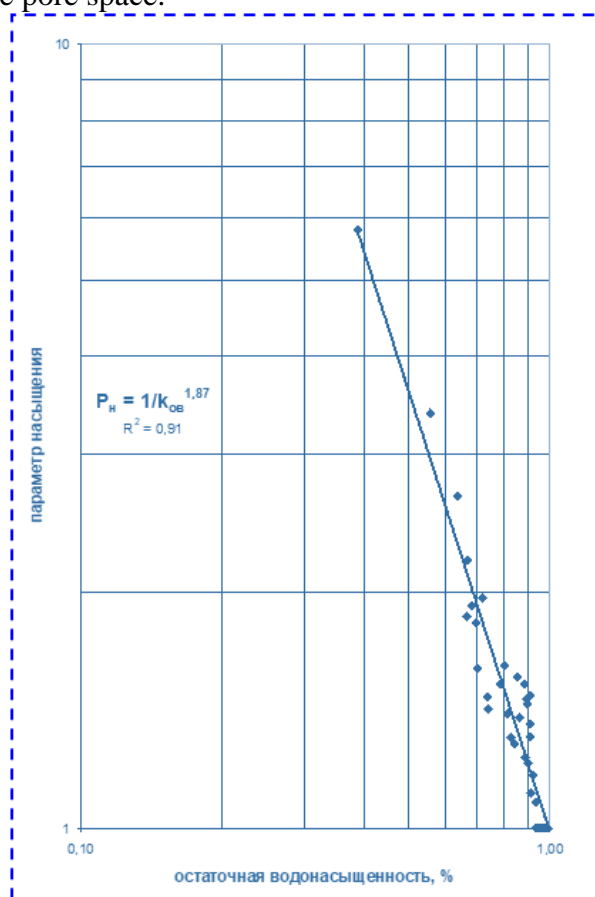
**Petrophysical characteristics of rocks.** A number of petrophysical parameters were determined from 30 rock samples taken from well №1-P in Razlomnaya Square: the coefficient of residual water saturation, the electrical resistivity (RES) of 100% water-saturated samples ( $r_p$ ), the porosity parameter ( $R_p$ ), the propagation velocity of longitudinal ultrasonic waves ( $V_p$ ), the interval time (DT), the specific electrical resistance of partially saturated samples ( $r_{vn}$ ), saturation parameter (Ph) [2, 4-5,10].

**Results.** The residual water saturation of the studied sand-siltstone samples, measured by the method of cetrifugation, varies from 38.8 to 93.2%. In general, there is a tendency to decrease the residual water saturation with an increase in the open porosity coefficient. However, high values of  $k_{ov}$  (90-85%) persist even in samples with a porosity coefficient of  $K_p = 8.0-10.0\%$ . More than 1/3 of the samples have a residual water saturation of less than 70%. A possible reason for this may be the very complex structure of the sandstone pore space.

The electrical resistivity of rocks completely saturated with 10% aqueous NaCl solution varies from 4.73 to 31.6 ohms•m. Low-porosity sandstones and siltstones ( $k_p=1-5\%$ ) are characterized by high values of  $r_p$  - 28.5-31.6 ohms•m. The porosity parameter of the samples varies between 59-395. An empirical relationship has been established between the porosity parameter ( $R_p$ ) and the porosity coefficient ( $K_p$ ) for sand-siltstone rocks taken from well No. 1-p of the Razlomnaya area (Fig. 2), which has the form:  $R_p=1/k_p^2$  (correlation coefficient  $r=0.98$ ). The power-law index  $m$ , which characterizes the structure of the pore space of a rock, is 2.0. This value of  $m$  is typical for well-cemented terrigenous rocks with intergranular porosity. A similar relationship exists for sandy-siltstone rocks of the SLE. No. 1-pl Gel has the form  $R_p = 1/k_p^{1.92}$  [2, 4-5].

The electrical resistivity of partially saturated

rocks, depending on the degree of saturation, increases from 1.1 to 5.8 times than that of fully saturated rocks. Based on the data of the electrical resistivity of partially saturated rocks and the water saturation coefficient, the relationship between the saturation parameter and the coefficient of residual water saturation is constructed (Fig.3), which in numerical terms has the form:  $P_H = 1.1 / k_{ov}^{1.87}$  (correlation coefficient  $r=0.77$ ). The power exponent of  $n$  is 1.87. This value of the  $n$  index is typical for hydrophilic terrigenous reservoirs with intergranular porosity with a complex structure of the pore space.

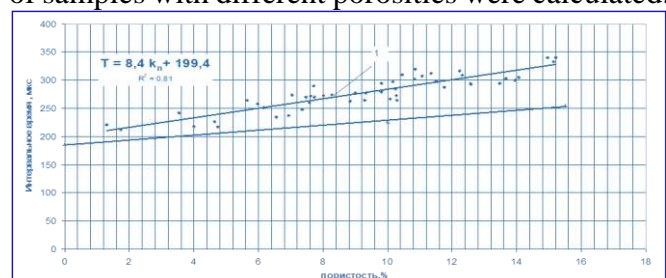


**Fig.3. Dependence of  $P_H=f(k_{ov})$  saturation parameter on the coefficient of residual water saturation.**

The propagation velocities of elastic longitudinal waves in air-dry samples (this petrophysical parameter was determined on 50 samples) vary from 2370 to 4590 m/s. The interval time in the dry samples varies from 218-421 microseconds. Saturation of samples with a reservoir analog increases the overall elasticity of the rock, which causes an increase in the velocity of

longitudinal waves. The propagation velocity in water-saturated samples varies from 2650 to 4710 m/s. For sandy-siltstone rocks with such porosity limits, the velocity  $V_p$  corresponds to increased values. This complements our assumptions about the complex nature of the structure of the pore space of the rocks studied and the predominant role of micropores in the total volume of the void space. The interval time in water-saturated samples varies from 212-378 microseconds. An empirical relationship has been established between the interval time (DT) and the coefficient of open porosity ( $k_p$ ) for sandy-silty rocks (Fig.4).

The linear regression equation has the form  $DT=8.4k_p+199$  with a correlation coefficient of 0.65. As can be seen from the graph, the interval time in the rock skeleton at  $k_p = 0$  is 199 microseconds. This value is close to the maximum values of the interval time for sandy-silty rocks (for single-component quartz sandstone - 189 microseconds). Based on this value, using a Schlumberger palette, the values of the interval time in the skeleton of samples with different porosities were calculated.



**Fig.4. Dependence of  $T=f(k_p)$  of the interval time on the coefficient of open porosity for sandy-silty rocks of the Lower-Middle Jurassic age.**

**Conclusion.** Thus, according to petrophysical studies, the Jurassic section as a whole continues to have a tendency to decrease residual water saturation with an increase in the coefficient of open porosity. However, high values of  $k_{ov}$  (90-85%) persist even in samples with a porosity coefficient of  $K_p = 8.0-10.0\%$ . More than 1/3 of the samples have a residual water saturation of less than 70%. A possible reason for this may be the very complex structure of the sandstone pore space. The electrical resistivity of rocks completely saturated with 10% aqueous NaCl solution varies from 4.73 to 31.6 ohms\*m. Low-porosity sandstones and siltstones ( $k_p=1-5\%$ ) are characterized by high values of  $r_p$  -

28.5-31.6 ohms•m. The porosity parameter of the samples varies between 59-395. The value  $m=2.0$  obtained by plotting the dependence of the porosity parameter ( $R_p$ ) and the porosity coefficient ( $K_p$ ) for sandy-siltstone rocks is typical for well-cemented terrigenous rocks with intergranular porosity.

Based on the data obtained (power-law index  $n=1.87$ ), the dependence of the saturation parameter and the coefficient of residual water saturation leads to a conclusion about the complex structure of the

intergranular pore space and the hydrophilicity of terrigenous reservoirs.

It should be noted that saturation of samples with an analog of reservoir water increases the overall elasticity of the rock, which causes an increase in the velocity of longitudinal waves, which complements the assumptions about the complex nature of the structure of the pore space of the rocks studied and the predominant role of micropores in the total volume of the void space.

## REFERENCES

1. Абдуллаев Г.С., Хайитов Н.Ш., Шарафутдинова Л.П., Джалилов Г.Г. Особенности строения нижнепермских отложений, вскрытых на площади Сатбай скважиной 1 (Южный Устюрт) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2017. – Т.12. – №4. – [http://www.ngtp.ru/rub/2/37\\_2017.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/37_2017.pdf)
2. Авчян Г.М., Матвеев А.А., Стефанкевич З.Б. Петрофизика осадочных пород в глубинных условиях // М.: Недра, 1979. — 224 с.
3. Акрамходжаев А.М., Юлдашев Ж.Ю. и др. Опорные и параметрические скважины Устюрта. – Т.: «Фан». - 1981. – 127 с.
4. Алеева А.О., Исаев В.И. Сравнительная петрофизическая характеристика разрезов Герасимовского и Крапивинского месторождений (в связи с нефтегазоносностью доюрских отложений) // Известия ТПУ. 2019. №9.
5. Белохин В.С., Иванов М.К., Калмыков Г.А., Корост Д.В., Хамидуллин Р.А. Петрофизические методы исследования ядерного материала. Книга 1 и 2.
6. Каршиев, О. А., Джалилов, Г. Г., Ахмедова, Д. А. (2024). Особенности геологического строения и перспективы нефтегазоносности южной части Сырдарьинской впадины. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, 2(4), с. 137-149. <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.2.4.2024.54>
7. Шарафутдинова Л.П., Джалилов Г.Г., Хайитов Н.Ш. Основные результаты бурения поисковой скважины №1 на площади Джел (Западный Шахпахты, Устюртской регион, Узбекистан) // Нефтепромысловое дело. - Москва. - 2010. – №12 – С.30-33.
8. Шарафутдинова Л.П., Ахмеджанова Л.С., Джалилов Г.Г. Литолого-стратиграфическая характеристика и условия образования юрских отложений по керну скважины 1 площади Джел (Устюрт, Узбекистан) // Геология и минеральные ресурсы. - Ташкент – 2010. - №3. - С. 3-11.
9. Шарафутдинова Л.П., Джалилов Г.Г. Особенности строения юрской тер-ригенной толщи Шахпахтинской ступени (Южно-Мангышлакско-Устюртская впадина) и связанных с ней песчаных тел-коллекторов (на примере месторождения Джел). // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - Москва – 2014. - №8. - С. 35-44.
10. Шоймуротов Т.Х., Джалилов Г.Г., Хакимзянов И.Н., Юсупов Ш.К. Условия формирования и закономерности размещения битумопроявления в южном Узбекистане // Нефтяная провинция.-2024.-№4(40).-С.1-17.- DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2024.4.63-75>. - EDN ZTCECP.

UO‘K: 54.056/547.269.71

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.20

## NEFT GAZINI UTILIZATSIYA QILISHDA YANGI SUYULTIRISH TEKNOLOGIYASINI QO‘LLANILISHINING AFZALLIGI



**Yuldashev Tashmurza Raxmonovich**

*Qarshi muhandislik – iqtisodiyot instituti “Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi” kafedrası professori, t.f.n., Qarshi, O‘zbekiston*

**Annotatsiya.** Neft gazi bu – yengil uglevodorodlar aralashmasi bo‘lib, neftning tarkibidagi erkin holatda pufak ko‘rinishidagi yo‘ldosh gaz va erigan gaz ko‘rinishi holatida bo‘ladi. U cheklangan uglevodorodlar - metan, etan, propan, butan va izobutandan tashkil topgan. “O‘zbekneftgaz” AJ kompaniyasining taqribiy bahosiga muvofiq yiliga 1,2 – 1,5 mlrd.m<sup>3</sup> (hozirgi vaqtda gaz qazib ko‘rsatgichi kamayganligi tufayli kamaygan) gazlar atmosferaga yoqib yuboriladi va uning tarkibida ma‘lum miqdorda og‘ir uglevodorodlar ham yonib ketadi. Neft konlari sharoitida neft gazlarini suyultirish usullarini qo‘llash asosida yangi texnologiyalardan foydalanish va og‘ir uglevodorodlarni ham olib qolish bo‘yicha takliflar ko‘rib chiqilgan.

**Kalit so‘zlar:** neft gazi, yo‘ldosh gaz, kon, bosimni pasayishi, yoqilg‘i suyuqligi, yoqilg‘i qisqa quvuri, gazni reduksiyalash, drossellash, buralma quvur.

## ПРЕИМУЩЕСТВО ПРИМЕНЕНИЯ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ СЖИЖЕНИЯ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЯНОГО ГАЗА

**Юлдашев Ташмурза Рахманович**

*Профессор кафедры технологии переработки нефти и газа Каршинского инженерно-экономического института, Карши, Узбекистан*

**Аннотация.** Нефтяной газ - это смесь легких углеводородов, которая в свободном состоянии находится в составе нефти в виде попутного газа в виде пузырька и растворенного газа. Он состоит из ограниченных углеводородов - метана, этана, пропана, бутана и изобутана. Согласно приближенным оценкам АО “Узбекнефтегаз”, ежегодно в атмосферу выбрасывается 1,2 - 1,5 млрд. м<sup>3</sup> газа (которые в настоящее время сократились из-за снижения добычи газа), и в их составе сжигается определенное количество тяжелых углеводородов. Рассмотрены предложения по использованию новых технологий и извлечению тяжелых углеводородов на основе применения методов сжижения нефтяных газов в условиях нефтяных месторождений.

**Ключевые слова:** нефтяной газ, попутный газ, месторождение, падение давления, топливная жидкость, топливная труба, газовая редукция, дросселирование, винтовая труба.

## ADVANTAGE OF THE USE OF NEW LIQUEFACTION TECHNOLOGY IN OIL GAS UTILIZATION

**Yuldashev Tashmurza**

*Professor of the Department of Oil and Gas Processing Technology, Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi, Uzbekistan*

**Abstract.** Petroleum gas is a mixture of light hydrocarbons that exists in the free state of oil in the form of associated gas in the form of bubbles and dissolved gas. It consists of limited hydrocarbons - methane,

*ethane, propane, butane, and isobutane. According to the approximate estimates of JSC "Uzbekneftegaz", 1.2 - 1.5 billion m<sup>3</sup> of gas per year (currently reduced due to a decrease in gas production) is burned into the atmosphere, and a certain amount of heavy hydrocarbons are also burned in it. Proposals for the use of new technologies based on the application of oil gas liquefaction methods in the conditions of oil fields and the retention of heavy hydrocarbons were considered.*

**Keywords:** oil gas, associated gas, field, pressure drop, fuel liquid, short fuel pipe, gas reduction, throttling, twisted pipe.

**Kirish.** Atmosfera fazosining yomonlashayotganligiga bog'liq ravishda sanoat gazlarining tashlanmasini gazsimon va dispers zarrachalaridan tozalash dunyo va respublikamiz miqyosida umumiy milliy muammolarga aylangan. Respublikamizda bu muammolar muhim ahamiyatga ega bo'lib, atmosferani va tabiatni quriqlash korxonalarini tomonidan zaruriy e'tiborni qaratmasligi tufayli, tabiatni va atmosfera muhitining ifloslanish darajasi oshib ketmoqda.

Hozirgi vaqtda dunyoda atmosferaga har yili 25 mlrd.t uglerod ikki oksidi (shu jumladan eng ko'p Rossiya davlati – 1,6 mlrd.t) chiqariladi. BMT ning Konveksiya ramkasida 1997 yili iqlimning o'zgarishi bo'yicha hujjat qabul qilingan bo'lib unga O'zbekiston Respublikasi 1998 yili a'zo bo'lgan. Unga muvofiq hamma rivojlangan davlatlar va iqtisodiy rivojlanishga kirayotgan (shu jumladan Rossiya va O'zbekiston davlati ham) 2000 yilga kelib atmosferaga chiqariladigan tashlanmalarni ya'ni, uglerod dioksidi, metanni, azotli birikmalarni, yuqori dispersli zarrachalarni va boshqa aralashmalarni, parnik samarasini keltirib chiqaruvchi aralashmalarni 1990 yil ko'rsatgichida, 2008 yilga kelib esa uni yanada 3-8% ga tushirish masalasi majburiyatini olishgan [1].

Tashlanmalarni baholash hajmi bo'yicha Rossiyada 2010 yilda bu 92-96% ni, O'zbekistonda 96% gacha tushirishga erishilgan.

O'zbekiston Respublikasida esa 1999 yilda 12 oktabrda Kiot bayonnomasi ratifikatsiya qilingan va shunga asosan 2005 yil 16 fevraldan kuchga kirgan. Kiot bayonnomasi bo'yicha chiqindi gazlarning 6 ta turi nazorat qilinadi: uglerod dioksidi ( $CO_2$ ), metan ( $CH_4$ ), azot oksidi ( $N_2O$ ), perfuglevodorodlar (PFU), gidroftoruglevodorodlar ( $SF_2$ ).

Shunga asosan "Sho'rtan neft va gazni qazib chiqarish boshqarmasi"da Shimoliy Sho'rtan, G'armiston, Qumchuq va Shakarbuloq konlari bir blokka birlashtirilgan. Yo'ldosh gazlarni utilizatsiya qilish bo'yicha loyihasi tuzilgan va katta hajmdagi

ishlar amalga oshirilgan. Bunday ishlar "Muborak neft va gazni qazib chiqarish boshqarmasi"da ham amalga oshirilmoqda.

Parnik samarasi yer atmosferasidagi gazlarning tarkibini o'zgartirib yuboradi. Atmosferadagi gazning konsentratsiyasini kuchayishi natijasida yerga kirib keladigan "infraqizil" nurlarni yutib oladi hamda issiqlikning bir qismini atmosferada ushlab qoladi va o'z navbatida bunday holat planetada iqlimning global isib ketishiga olib keladi.

$CO_2$  parnik gazlari bo'lib hisoblanadi (uglerod ikki dioksidi,  $CO_2$ ) va uning hisobiga 80 %, metanning samarasi hisobiga esa ( $CH_4$ ) – 20 % ga yaqin parnik samarasi paydo bo'ladi, boshqa gazlarning parnik effekti esa iqlimning o'zgarishiga kam ta'sir qiladi. So'nggi o'n yillik oralig'ida yer atmosferasida  $CO_2$  ning miqdori 3 martadan ko'p, metan esa - 2,5 marta ko'proq ko'paygan.

**Tadqiqot materiallari va uslubi.** Bugungi kunda sanoat gazlaridan tejamkorlik bilan foydalanish butun jahon amaliyotida muammoli masalalardan biri bo'lib qolmoqda. Dunyoda har yili 170 - 180 mlrd.m<sup>3</sup> sanoat gazi atmosferaga chiqarilishida yoqib yuboriladi.

Dunyo mamlakatlari ichida Nigeriya va Rossiya davlatlarida chiqindi gazlarni yoqish ulushi eng ko'p hisoblanadi. Atmosferaga mash'ala gazlarini yoqish hisobiga chiqindilarni chiqarilishi evaziga insonlarning sog'ligiga xavf tug'dirilmoqda, zararli moddalar juda katta miqdorda ko'paymoqda, uning tarkibidagi zararli metallar har xil turdagi og'ir kasalliklarni keltirib chiqarmoqda.

O'zbekistonda bir yil davomida 60 mlrd.m<sup>3</sup> (2020 yilgacha bo'lgan ma'lumot) gaz qazib olinayotganligini etiborga olganimizda, shundan 58,4% ichki ehtiyoj uchun, 6,5% yer osti omborlariga, 12,5% saykling jarayoniga va 22,5% eksportga jo'natiladi. Agarda umumiy qazib olinadigan gazning 3% ga yaqini mash'ala orqali atmosferaga chiqarib yuborilishini hisobga oladigan bo'lsak bu qiyamat katta ko'rsatgichni tashkil qiladi.

Agarda 1000 m<sup>3</sup> sanoat gazi yoqilganda atmosferaga 3 tonna uglerod gazini olib chiqishini hisobga oladigan bo'lsak, 1,5 mlrd. m<sup>3</sup> gaz yoqib yuborilganda 4,5 mln. t uglerod kislotasi atmosferaga tarqaladi.

1-jadval

**Kamtonnajli YGS zavodlarining tavsiflari**

№	Buyurtmachi	Suyultirish quvvati	Saqlash hajmi, m <sup>3</sup>	Suyultirish jarayoni	Ishga tushirilgan, yili
1	NaturgassVest, Bergen (Norvegiya) kompaniyasi	300 kmol/soat (6700 nm <sup>3</sup> /soat)	2000	MRTga ishlab chiqarish, yopiq sovitish sikli	2003
2	BayerwerkAG, Gablen (Germaniya) kompaniyasi	45 kmol/ soat (6700 nm <sup>3</sup> /soat)	60	SN4 suyuq N2 bilan kondensatsiya	1998
3	AGA, Tyeldbergodlen (Norvegiya) kompaniyasi	58 kmol/ soat (6700 nm <sup>3</sup> /soat)	200	SN4 suyuq N2 bilan kondensatsiyasi	1997
4	EnergyEquityCorp.Ltd.Ali Springe (Avstraliya) kompaniyasi	58 kmol/ soat (6700 nm <sup>3</sup> /soat)	200	Turbodetander bilan azot sikli	1989
5	InlusrtiyandandC ommereceGrupCo.Ltd.Tuxa, Chan Chan, Xin-Yang konlari ( Kitay) kompaniyasi	58 kmol/soat (6700 nm <sup>3</sup> /soat)	30000	MRTga ishlab chiqarish, yopiq sovitish sikli	2004

Neftni qazib olishda uning tarkibidagi erigan yo'ldosh gaz bosimni pasayishi bilan uning tarkibidan ajralib chiqadi. Kon sharoitida 1 tonna neftning tarkibidan 100 - 350 m<sup>3</sup> gacha va undan ham ko'proq neft gazi (yo'ldosh neft gazi) olinadi. Bu gaz esa metan, etan, propan, butan va boshqa gazlardan tashkil topgan. Boshlanishida yo'ldosh gaz atmosferaga chiqarilgan va mash'alada yoqil-

gan, bor yo'g'i uning katta bo'lmagan qismidan yoqilg'i sifatida foydalanilgan.

So'nggi yillarda YGS sektori (yo'ldosh gazni suyultirish) faol rivojlanib bormoqda [2, 3]. Bundan tashqari YNGni kam tonnajli ishlab chiqarishda kam resursga ega bo'lgan kichik konlarda tabiiy gazni o'zlashtirish masalasi katta qiziqish tug'dirmoqda qaysiki, dunyoda 80% ga yaqin tabiiy gaz konlari kamresursli konlarga mansubdir. Dunyo iqtisodiyotida va energetikasida kamresursli konlarni o'zlashtirish uchun tabiiy gazni kamtonnajli jarayonlarini yangi samaraliroq suyultiradigan yangi texnologiyalar qo'llanilishi zarur hisoblanadi.

Ayniqsa, O'zbekiston sharoitida uglevodod gazlarini suyultiradigan eng yangi texnologiyalarni ishlab chiqarish jarayonlariga tadbiiq qilish muhim hisoblanadi. Bunday texnologiyalar asosida gazga boy bo'lgan regionlarni elektr ta'minotidagi mahalliy muammolarni yechish, yil davomida chetdan olib kelinadigan katta hajmdagi neftli suyuqlik yoqilg'isidan voz kechish, alohida regionlardagi va umuman mamlakatimizdagi energetik xavfsizlik oshirish mumkin.

Kamtonnajli suyultirilgan tabiiy gazni ishlab chiqarish yordamida faqat mini-zavod joylashgan tumanni emas balki, boshqa regionlarni ham energiya bilan ta'minlashdan tashqari uni eksportga ham chiqarishning imkoniyatini beradi [2 - 8, 10, 11].

Hozirgi vaqtda gaz Shimoliy Sho'rtan neft-gazkondensat konidan gazni qayta ishlash zavodiga kompressor stansiyasidan foydalanib utilizatsiya qi-

2-jadval

**Gazni siqib bosimini ko'tarish uchun SKSga yo'naltiriladigan Shimoliy Sho'rtan konining yo'ldosh neft gazining tarkibi va parametrlari**

S.Shurtan koni YNG ning tarkibi		CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	Жами
%		<b>84,94</b>	<b>7,15</b>	<b>2,47</b>	<b>0,63</b>	<b>0,87</b>	<b>0,29</b>	<b>0,23</b>	<b>0,34</b>	<b>0,81</b>	<b>2,19</b>	<b>0,08</b>	<b>100</b>
yillar	m <sup>3</sup> /yil												
2016	17,41	14,788	1,2448	0,4300	0,0027	0,1515	0,0505	0,0400	0,0592	0,1410	0,381	0,0139	<b>17,30</b>
2017	14,965	12,711	1,0700	0,3696	0,0023	0,1302	0,0434	0,0344	0,0509	0,1212	0,327	0,0120	<b>14,87</b>
2018	14,215	12,074	1,0164	0,3511	0,0022	0,1237	0,0412	0,0327	0,0483	0,1151	0,311	0,0114	<b>14,13</b>
2019	9,856	8,3717	0,7047	0,2434	0,0015	0,0857	0,0286	0,0227	0,0335	0,0798	0,215	0,0079	<b>9,80</b>
2020	8,151	6,9235	0,5828	0,2013	0,0013	0,0709	0,0236	0,0187	0,0277	0,0660	0,178	0,0065	<b>8,10</b>
2021	4,753	4,0372	0,3398	0,1174	0,0007	0,0414	0,0138	0,0109	0,0162	0,0385	0,104	0,0038	<b>4,72</b>
2022	2,653	3,0572	0,2498	0,1064	0,0006	0,0350	0,0108	0,0101	0,0132	0,0275	0,089	0,0089	<b>3,72</b>

lish va yoʻldosh gazni qayta ishlash uchun haydaladi.

Gazning texnologik parametrlari:

- bosimi 0,05-0,1 MPa;
- harorati – 10-40°C.

Shimoliy Shoʻrtan koni yoʻldosh neft gazini utilizatsiya qilish uchun gazni “Shoʻrtan” GSga transport qilish tizimini qayta koʻrib chiqish zarur. Bunga bogʻliq holda, utilizatsiya qilinadigan gazning bosimi juda past boʻlgani sababli “Shoʻrtan” GSda siquv kompressor stansiyasi (SKS) qurilishi nazarda tutilgan boʻlib, u “Shimoliy Shoʻrtan” QKsi maydonida joylashadi [10.11].

Yoʻldosh neft gazi QKga **0,1 MPa** bosim bilan kirib keladi va “Shimoliy Shoʻrtan” SKSda bosimi oshiriladi. Siqilgan gaz **1,0 MPa** bosim bilan “Shoʻrtan” GSda joylashgan SKSga yoʻnaltiriladi.

“Shimoliy Shoʻrtan” SKS – “Shoʻrtan” GS gaz uzatmasi – kollektorining taxminiy gidravlik hisobi **47,7 ming m<sup>3</sup>/kun** sarf oʻtkazish koʻrsatkichida bajarilgan. Gaz uzatmasining boshlangʻich bosimi **0,5 MPa**, harorati esa **50°C** ni tashkil qiladi. Gaz uzatma – kollektorning umumiy uzunligi **17,0 km** ga teng.

3-jadval

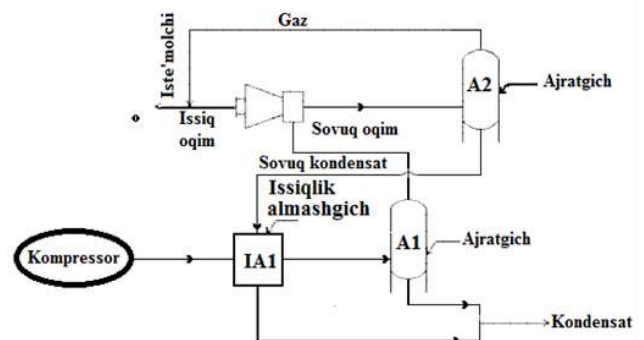
**Natijaviy yuklanma**

Nomi	Hisobiy quvvat, kVt	Elektrenergiasining yillik sarfi, ming. kVt.soat
Asosiy zona	219,67	1460,43
Yordamchi moʻljallangan zona	33,60	152,71
SKS boʻyicha jami	253,27	1613,14

“Shimoliy Shoʻrtan” konida bunday texnologiyadan foydalanish eng qulay hisoblanadi va bunda buralma quvur bizning hisob boʻyicha sovuqlikni ishlab chiqaradi va issiqlik esa hech qanaqa xarajatsiz qaynoq gazni arktik (oʻta sovuq) sovitishga olib kelish imkoniyatini beradi, qaysiki, qaynoq issiqlikalmashgichda jadal sovitiladi yaʼna qaytadan suyultirishga kirib keladi, yaʼni amalda suyultirgichning ish koʻrsatgichini ikki marta oishirish imkoniyatini beradi.

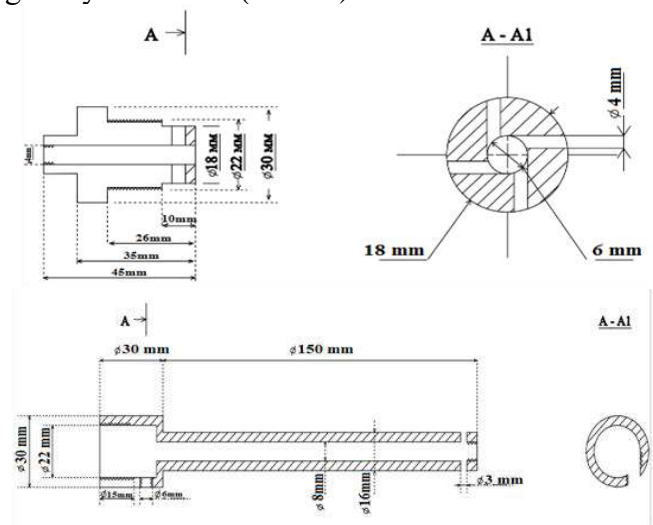
Buning natijasida yuqori iqtisodiy samara olishga imkoniyat yaratiladi. Bunda suyultirilgan tabiiy gazni ishlab chiqarish texnologiyasida arktik (muzlash darajasidagi) sovuqlikdan foydalanish natijasida suyultirilgan tovar mahsulotini olishga erishiladi.

YNGni kamtonnajli ishlab chiqarishning tabiiy gazni suyultirish qurilmalarida (TGSQ) sovitish agenti sifatida suyultirilgan tabiiy gazdan foydalaniladi. Bunda suyultirish sikllari qoʻllaniladi: drosellash, detander, buralma quvur. Bu qurilmalarda suyultirish koeffitsiyenti noldan oshmaydi, tabiiy gaz esa oldindan kompressor bilan siqish uchun zarur yoki magistral gazuzatmasining bosimidan foydalaniladi.



**1-rasm. Shimoliy Shoʻrtan konida yoʻldosh gazni utilizatsiya qilish uchun tavsiya qilinadigan texnologik sxema.**

Detanderning oʻrniga suyultirish qurilmasi sifatida buralma quvurni qoʻllashimiz mumkin (2-rasm). Buralma quvur konussimon metall quvurning qisqa boʻlagi boʻlib, bir tomondan kirishga va ikki tomondan chiqishga ega. Bu qisqa quvurchalarning oraligʻida “spiralsimon” naycha joylashtiriladi – u Arximedning spirali boʻyicha harakatlanishini amalga oshirish boʻyicha bajarilgan boʻlib, gazni yoʻnaltiradi (2-rasm).



**2-rasm. Buralma quvur. A) Spiralsimon naycha, B) Buralmaning korpusi.**

Bu spiralga uzatilgan gazning oqimi quvurning geometrik o'qi atrofida aylanadi, markazdan qochma kuch ta'sirida zichlashadi va eng chetki sirtlarida buralma oqimni shakllantiradi, konusning ichki devori bo'ylab o'zining aylanma yo'nalishida quvurning qaynoq uchi tomoniga harakatlanadi.

Quvurning eng chetki sirtiga yotib, oqimning bir qismi drossel orqali chiqadi, qolgan qismi esa, orqa devordan qaytib teskari o'qli oqimni hosil qiladi. Gaz oqimi aylanish vaqtida juda jadal markazdan qochma tezlanishga duchor bo'ladi, g bir necha mingga erishib ( $g = 9,81 \text{ m/sek}^2$  – yerning tortishish tezlanishi), kuchli inersiya quvvatini paydo bo'lishga olib keladi qaysiki, to'qnash oqimlarning harakati oralig'ida energiya jarayonining jadalligini paydo bo'lishini initsiraydi (hozircha tadqiqotchi bu muammo ustida ish olib bormoqda). Natijada eng chetki oqim qiziydi va qaynoq holatda patrubkaning qaynoq uchi orqali chiqadi, o'qli oqim esa sovuydi va quvurchani sovuq uchidan chiqadi.

Kirish patrubkasi kirishiga siqilgan gaz  $+20^{\circ}\text{C}$  harorat bilan berilganda sovuq patrubkadan esa gaz  $-35^{\circ}\text{C}$  sovuqlik bilan chiqadi (2-rasmdan ko'rinib turibdiki, patrubka jadal ravishda muzlaydi), qaynoq patrubkadan esa  $+50^{\circ}\text{C}$  harorat bilan chiqadi.

Bunga o'xshash buralma quvurlar 1931 yildan ma'lum bo'lsa ham sovitish qurilmasi sifatida keng foydalanilmagan [3]. Vaqt o'tmoqda, yuqori FIKga ega bo'lgan yangi buralma quvurlar paydo bo'lmoqda [2, 3, 4].

Shunday tushinchalarni berish mumkinki, ular qo'llanilganda hamma vaqt ham iqtisodiy jihatdan FIKni oshirishga olib kelavermaydi, agarda bunda texnologik, ekspluatatsiya qilish, ekologik va boshqa aspektlar inobatga olinganda qisman bo'lsa ham bu turdagi sodda sovitish qurilmalarini keng shaklda qo'llash mumkin, shu jumladan gazni haqiqiy suyultirish orqali sanoat uchun samarali mahsulotlarni olish mumkin.

Bunday suyultirgichlar gazni reduksiyalovchi stansiyalarga (GRS) montaj qilinadi va o'zining ishida gazni iste'molchilarga taqsimlashda "xarajatsiz" gazning bosimini farqidan foydalaniladi.

**Xulosa.** Boshlang'ich olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, suyultirgichlar buralma quvur detanderga nisbatan quyidagi asosiy afzalliklarga ega:

- gazning tarkibining o'zgarishiga kam sezuvchanligi;

- tomchili suyuqliklarni paydo bo'lishiga kichik sezuvchanlik (bunday holatda markazdan qochma detander jiddiy avariya uchun duchor bo'lishi mumkin);

- qisqa muddat vaqt davomida uni ishga qo'shish (buralma quvur kam inersiali va bir necha sekund davomida ishchi rejimga chiqadi);

- konstruksiyasining soddaligi va yuqori malakali texnik xizmat qiluvchilarga bo'lgan talabning yo'qligi – suyultirgich malakali xizmat ko'rsatilmagan holatda ham avtonom rejimda uzoq muddat ishlash xususiyatiga ega;

- qurilmaga tashqi yuklanmalarni berishning zarurati yo'q (elektr generatori va b.);

- detallarda harakatning mavjud bo'lmaganligi hisobiga ish resurslarining yuqoriligi hamda qo'llaniladigan materiallarning yeyilishga chidamliligi va gazni abraziv zarralardan tozalash darajasi bilan tavsiflanadi;

- kirish bosimi o'zgaruvchan bo'lganda jaryonni optimallashtirishning, gazning tarkibini o'zgartirishni juda silliq boshqarishning imkoniyatini mavjudligi va b. Faqat bir va shu kabi suyultirgichdan unga hech qanaqa amaliy o'zgartirishlar kiritmasdan har xil konlarda qo'llash imkoniyatining mavjudligi;


- narxining pastligi va yasashda konstruksiyasining juda soddaligi, og'irligining kamligi.

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI**

1. Известия 1998. 11 апр. № 67 (25167). С.1.
2. Рачевский Б.С. Сжиженные углеводородные газы.-М.: Изд-во «Нефтигаза», 2009.
3. Бузником В.М. Инновационные технологии переработки и использования попутного нефтяного газа.-М.: Изд-во «Оригинал-макет», 2010.
4. Кисленко Н.Н., Мурын В.И. Сурков Ю.В.Технология переработки природного газа и конденсата. //Справочник. М. «Недра-Бизнесцентр» 2002.

5. T.R.Yuldashev, E.N.Do'stkobilov, M.M.Axmedov, M.N.Qarshiyev «Sintetik yoqilg'ini ishlab chiqarish istiqbollari» // Qar MII Innovatsion texnologiyalar jurnali № 4-2013.
6. T.R.Yuldashev, E .N. Do'stqobilov, M.M.Axmedov. «Sintetik suyuqlik yoqilg'isini ishlab chiqarishni rivojlantirish va iste'mol qilishning istiqbollari» // «Yoqilg'i-energetika resurslaridan samarali foydalanish muammolari va yechimlari Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari» to'plami. QarMII 2013 y.
7. Т.Р.Юлдашев, Ё.Л.Каримов, Э.Н.Дустқобилов, Б.Хамраев. «Эффективность мероприятий по интенсификации добычи нефти на месторождении Северный Уртабулок» // O'zbekistan konchilik xabarnomasi 1-№56, Ilmiy - texnik ishlab chikarish jurnali, 2014 йил, Навои ш.
8. T.R.Yuldashev, A.M.Avlakulov, M.N.Qarshiyev. «Yo'ldosh neft gazlarini utilizatsiya qilish yo'li orqali suyuq uglevodorodlarni ishlab chiqarish. // QarMII. Innovatsion texnologiyalar jurnali №1-2014, 10-16 bet.
9. T.R.Yuldashev, A.Y.Bo'riyev, M.N.Qarshiyev, M.P.Ismoilov. «Neftli yo'ldosh gazlarni utilizatsiya qilish va undan foydalanish». // Iqtisodiyotni modernizatsiya qilish va texnologik yangilash sharoitida fan-ta'lim-ishlab chiqarish integratsiyasini rivojlantirish muammolari va yechimlari. // Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi, QarMII 29-30 may 2015 yil, 109 -111 b.
10. Т.Р.Юлдашев, А.М.Очилов, «Установки подготовки и утилизации пластовых вод на месторождениях Узбекистана». // Кончилик ва нефть-газ тармоқларининг муаммолари ва инновацион ривожлантириш йўллари мавзусидаги РИ-АА материаллари тўплами. 2016 йил 8-9 апрел, 149-152 б.
11. Махмудов Н.Н., Шафиев Р.У., Т.Р.Юлдашев, Турсунов М.А. «Технология сбора и подготовка нефти, газа и воды на промыслах». // Тошкент «Фан ва технология», Учебник. 2016 й. 312 стр.ил.

UO‘K: 631.41+631.8

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.22

## INSHOOTLAR ASOSIDAGI SHO‘RLANGAN GRUNTLARNING SEYSMIK VA FIZIK-MEXANIK XOSSALARI ORASIDAGI O‘ZARO KORRELYATSION BOG‘LIQLIK XUSUSIYATLARINI BAHOLASH



**Zafarov Olmos**

Jizzax politehnika instituti, geologiya-mineralogiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent, Jizzax, O'zbekiston

E-mail: [olmos.zafarov@mail.ru](mailto:olmos.zafarov@mail.ru)

ORCID ID: 0009-0006-0226-6349

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada mamlakatimizdagi inshootlar asosidagi sho'rlangan gruntlarning seysmik va fizik-mexanik xossalari orasidagi o'zaro korrelyatsion bog'liqlik xususiyatlarini baholash bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan. Shuningdek, ushbu maqolada qurilish maydonlarida sho'rlangan gruntlardan olingan na'munalarni laboratoriya sharoitida UK-10PMS defektoskop pribori yordamida ultratovush impulslarini grunt na'munasida tarqalish tezligi hisoblangan. Olingan natijalardan korrelyatsion bog'liqlik grafiklari keltirib o'tilgan.

**Kalit so'zlar:** sho'rlangan gruntlar, seysmik xossalalar, fizik - mexanik xossalalar, qurilish maydonlari, UK-10PMS defektoskopi, korrelyatsion bog'liqlik.

## ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТЕЙ КОРРЕЛЯЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТОВ НА ОСНОВЕ КОНСТРУКЦИЙ

**Зафаров Олмос**

Джизакский политехнический институт, Доктор философии (PhD) по геологии и минералогии, доцент, Джизак, Узбекистан

**Аннотация.** В данной статье представлена информация по оценке особенностей корреляции между сейсмическими и физико-механическими свойствами засоленных грунтов на базе сооружений в нашей стране. Также в данной статье с помощью дефектоскопа УК-10ПМС рассчитана скорость распространения ультразвуковых импульсов в пробах грунта, отобранных из засоленного грунта на строительных площадках. По полученным результатам представлены графики корреляционной зависимости.

**Ключевые слова:** засоленные грунты, сейсмические свойства, физико-механические свойства, строительные площадки, дефектоскоп УК-10ПМС, корреляционная зависимость.

## EVALUATION OF THE CHARACTERISTICS OF THE CORRELATION BETWEEN THE SEISMIC AND PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF SALINE SOILS ON THE BASIS OF STRUCTURES

**Zafarov Olmos**

*Jizzakh Polytechnic Institute, Doctor of Philosophy (PhD) in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Jizzakh, Uzbekistan*

**Abstract.** This article provides information on the evaluation of the characteristics of the correlation between the seismic and physical-mechanical properties of saline soils based on constructions in our country. Also, in this article, the speed of propagation of ultrasonic pulses in the soil sample was calculated using the UK-10PMS defectoscope in the samples taken from the saline soil at the construction sites. From the obtained results, graphs of correlational dependence are presented.

**Keywords:** saline soils, seismic properties, physical-mechanical properties, construction sites, UK-10PMS defectoscope, correlation dependence.

**Kirish.** Inshootlar asosidagi sho‘rlangan gruntlarning seysmik va fizik-mexanik xossalari o‘rtasidagi korrelyatsion bog‘liqlik UK-10PMS defektoskopi yordamida aniqlandi. Avvalgi yillarda to‘plangan qidiruv materiallarini yig‘ish, tahlil qilish va umumlashtirish jarayonida hudud geologiyasining to‘rtlamchi davrdagi rivojlanish tarixi hamda tumanning analogik ma‘lumotlariga e‘tibor qaratish lozim.

**UK-10PMS Defektoskopining Tavsifi.** UK-10PMS ultratovushli defektoskopi qurilish materiallari, jumladan toshlar, plastmassa buyumlari, qurilish keramika, polimer va kompozit materiallarning fizik-mexanik xususiyatlarini ularning butunligini buzmasdan tekshirish uchun mo‘ljallangan.

Mazkur qurilma beton sifatini nazorat qilishda qo‘llaniladi va tayyor mahsulotlarda, shuningdek temir-beton zavodlari hamda qurilish poligonlarida qotish jarayonida ishlatiladi. UK-10PMS yordamida materiallarning fizik-mexanik xususiyatlari aniqlanadi.

Qurilma ultratovushli tebranishlarning tarqalish vaqtini, qabul qilingan impulslarning birinchi yarim davr amplitudasini aniq o‘lchaydi. Shuningdek, UK-10PMS beton mustahkamligini belgilangan formulalar bo‘yicha hisoblash va raqamli bosib chiqarish moslamasi yordamida nazorat natijalarini avtomatik hujjatlashtirish imkoniyatini ta‘minlaydi.

Ultratovush bu jismlarda tebranish xarakterlarni to‘lqinsimon tarqalishi bo‘lib, u tarqalayotgan muhitning ichki tuzilishi, ya‘ni strukturasi to‘g‘risidagi ma‘lumotlarni olish imkoniyatini beradi. Shuning uchun, ushbu usul orqali turli jismlarning ichki strukturalarni buzilishi yoki qandaydir nuqson (defekt)larini aniqlashda keng qo‘llaniladi. Masalan: metallurgiyada, qurilish materiallarini ishlab chiqishda (temir-beton buyumlarni sifatini aniqlashda), keramika sanoati va boshqalarda.

1-jadval

**UK-10PMS priborining texnik xususiyatlari**

Bir o‘lchov vaqti	0,5 min
Ish chastotalari UK-10PMS	25; 60; 100; 150; 200; 400; 600; 1000 kGs
O‘lchov xatoligi - UK-10PMS: vaqt oralig‘i birinchi yarim to‘lqinning amplitudalari	±0,5 % ±20 %
Ultratovushni tarqalish vaqtini o‘lchash diapazoni	10 ... 5000 m/s
Ultratovushni tarqalish tezligi uchun mos yozuvlar diapazoni	300 ... 15000 m/s
Tovush bazasining mos yozuvlar diapazoni	10 ... 1000 mm
UK-10PMS beton kuchini hisoblash chegaralari	10 ... 50 MPa
UK-10PMS ning quvvatlanishi: 50 kGs chastotali tarmog‘idan qayta zaryadlanuvchi bataryadan	220 V 12 V
UK-10PMS ning gabaritlari	280x170x350 mm
UK-10PMS ning og‘irligi	8,7 kg

Bu usuldan, ya‘ni ultratovush usulidan foydalanishimizning asosiy maqsadi sho‘rlangan gruntlarni dastlabki strukturasi namlik ta‘sirida o‘zgarishini aniqlashga qaratilgan.

Ultratovush tadqiqotlarida asosiy ko‘rsatkich, bu ma‘lum jismdan ultratovush impulslarini tarqalish tezligi hisoblanadi. Bu esa quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$V=L/t, (m/s) \quad (1)$$

bunda  $L$  - to‘lqin tarqalish bazasi (ultratovush tarqalish masofasi),  $\pm 0,5\%$  aniqlikda aniqlanadi;  $t$  - bazada ultratovush to‘lqinlarini o‘tish vaqti (UZK), mikrosekundlarda o‘lchanadi ( $10^{-6}$  s).

Bo‘ylama ( $V_p$ ) va ko‘ndalang ( $V_s$ ) to‘lqinlarning tezligini o‘lchash to‘g‘ridan-to‘g‘ri uzatish usuli yordamida amalga oshirildi. Elastik tebra-

nishlarning generatori va kuchaytirgichi sifatida UK-10PMS defektoskopi ishlatilgan (1-rasm), kuchli yutuvchi gruntlar bilan ishlash uchun zarur bo'lgan signalning katta kuchi bilan ajralib turadi. 25 kGs markaziy chastotali B1548 datchiklari siljish tebranish manbalari va qabul qiluvchilar sifatida ishlatilgan [1,2].



**1-rasm. UK-10PMS defektoskopning tashqi ko'rinishi.**

Bo'ylama to'lqinning to'g'ri chiqarilishini nazorat qilish uchun P-111 piyezo sensorlar ishlatilgan, markaziy chastotasi 25 kGs ga teng. Ushbu aniq sensor chastotalarini tanlash bizning tadqiqotlarimiz uchun to'lqin uzunligi va na'muna hajmining optimal nisbati bilan bog'liq. Manba va qabul qilgich bir xil o'qda na'munaning qarama-qarshi yuzlarida joylashgan. Datchiklar va na'munaning nisbiy holati rasmda ko'rsatilgan (2-rasm). Sensorlarning ishonchli va doimiy siqilishini ta'minlash uchun 1 kg og'irlikdagi og'irlik ishlatilgan. Model na'munalarida tezlikni o'lchash, qurilish maydonlaridan na'munalar olingandan so'ng darhol o'lchov ishlari amalga oshirildi va o'lchovlar o'zgaruvchan asosda amalga oshirildi, ya'ni na'muna  $V_s$  tezligini hisoblashning aniqligini oshirish uchun bir necha marta o'lchanadi [3,4].



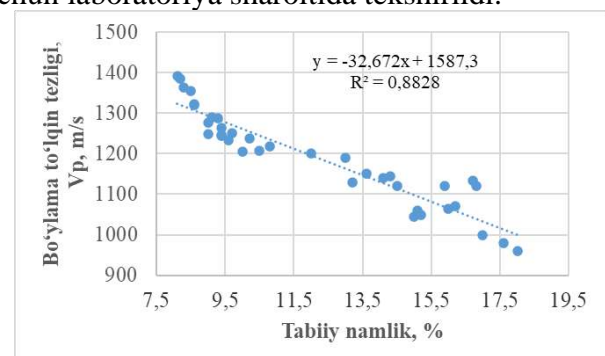
**2-rasm. UK-10PMS defektoskopning ishchi holati va UK-10PMS defektoskopning texnik xususiyatlari.**

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** Gruntlarda seysmik to'lqinlarning tarqalish tezligi ularning fizik-mexanik xossalariga chambarchas bog'liq. Bu albatta gruntlarning zichligi, sklet zichligi, namligi (namlanganlik darajasi), g'ovakligi (g'ovaklik koef-fitsiyenti), deformatsiya moduli, bog'lanish kuchi kabi ko'plab xususiyatlarga bog'liq. Qolaversa, seysmik to'lqinlarning grunt massivida tarqalish tezligi bu ularning tarkibidagi bir qancha komponentlarga (tuzlar, minerallar) bog'liq. Bu metod bo'yicha ya'ni grunt na'munalarida laboratoriya sharoitida ultratovushli tadqiqotlar o'tkazgan olimlar I.I. Gurvichev, V.P. Nomokonovim (1981), V.V. Palaginim (1989), F.M. Lyaxoviskim (1989), V.A. Ismailov (1990), V.I. Bondarevim (2003), Y.V. Pioro (2014) va boshvalar. Tadqiqot ob'yekti deb tanlangan Jizzax viloyati hududidagi qurilish maydonlaridan olingan tabiiy strukturasi buzilmagan na'munalar asosida UK-10PMS pribori yordamida bir qanch laboratoriya tajribalari o'tkazildi [2,3].

**Natijalar.** Tadqiqot olib borilayotgan maydonning litologik tarkibi quyidagilardan iborat:

1. To'kma gruntlar – qalinligi 0,5 m dan ba'zi joylarda 1,0 m gacha yetadi.
2. Supes va suglinok qatlamlari – to'kma gruntlar ostida joylashgan bo'lib, qalinligi 0,5 m dan 25 m gacha o'zgaradi. Ushbu qatlamlarning: Zichligi: 1,45–2,15 g/sm<sup>3</sup>, G'ovakligi: 21,2–46,5%, Tabiiy namligi:  $W_e = 8,1–16,2\%$ , Skelet zichligi: 1,42–2,2 g/sm<sup>3</sup> ni tashkil etadi.

Jizzax viloyati hududidagi qurilish maydonlari kotlovanlaridan 3,0–8,0 m chuqurlikdan olingan sho'rlangan grunt namunalari UK-10PMS defektoskop asbobi yordamida elastik (bo'ylama va ko'ndalang) to'lqinlarning o'tish tezliklarini aniqlash uchun laboratoriya sharoitida tekshirildi.

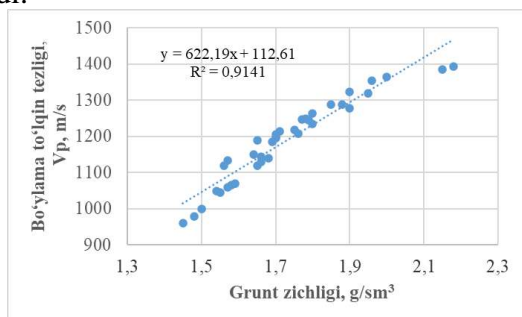


**3-rasm. Tabiiy namlik va bo'ylama to'lqin tezligi orasidagi o'zaro bog'liqlik grafigi.**

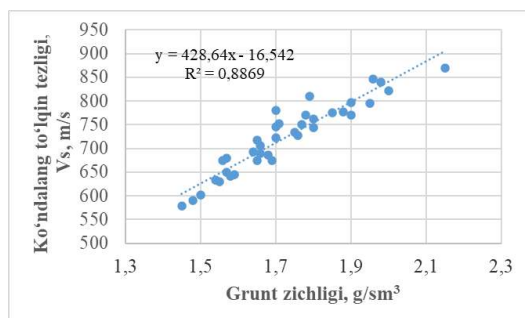
Tadqiqot natijasida gruntlarning fizik va suvli xususiyatlari namlik ta'sirida o'zgarishi hamda ultratovush tezliklari orasidagi bog'liqlik aniqlandi.

3–14-rasmlarda namunalarning namligi, zichligi, g'ovakligi, g'ovaklik koeffitsiyenti va sho'rlanish darajasining ultratovush tezligiga bog'liqlik grafiklari keltirilgan.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, bo'ylama to'lqinlarning tarqalish tezligi tabiiy namlik  $W=8,2-18\%$  oralig'ida  $V_p=900-1400$  m/sek gacha o'zgaradi. Ushbu "paradoks oralig'" deb nomlanuvchi diapazonda dispers grunlarda namlik oshishi hisobiga bo'ylama to'lqin tezligining pasayishi kuzatiladi. Biroq, grunt suv bilan to'la to'yingandan keyin, bo'ylama to'lqinlarning tarqalish tezligi yana oshadi.



**4-rasm. Grunt zichligi va bo'ylama to'lqin tezligi orasidagi o'zaro bog'liqlik grafifi.**

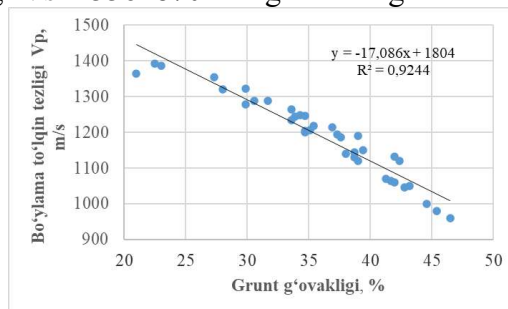


**5-rasm. Grunt zichligi va ko'ndalang to'lqin tezligi orasidagi o'zaro bog'liqlik grafifi.**

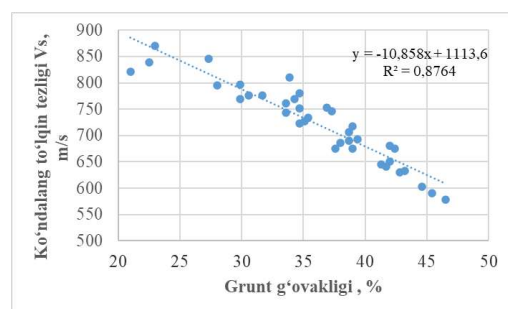
Seysmik to'lqinlarning geologik muhitda tarqalishi bevosita o'sha hududdagi tog' jinslarining zichligi bilan bog'liq. Zilzila natijasida hosil bo'lgan to'lqinlar bir muhitdan boshqa muhitga o'tganda ularning tarqalish tezligi o'zgaradi. Ushbu jarayonda tog' jinslarining zichligi asosiy omil sifatida rol o'ynaydi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, grunt zichligi  $p = 1,4-2,2$  g/sm<sup>3</sup> oralig'ida bo'lganda: Bo'ylama to'lqinlarning tarqalish tezligi  $V_p = 920-$

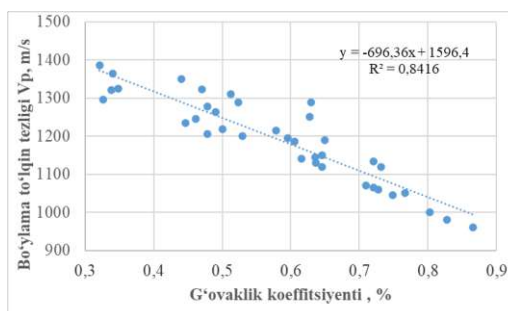
1400 m/s gacha, Ko'ndalang to'lqinlarning tarqalish tezligi  $V_s = 550-870$  m/s gacha o'zgaradi.



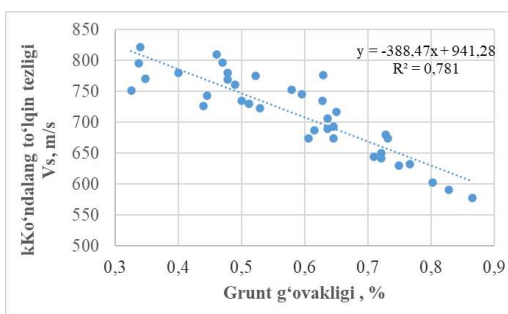
**6-rasm. Grunt g'ovakligi va bo'ylama to'lqin tezligi orasidagi o'zaro bog'liqlik grafifi.**



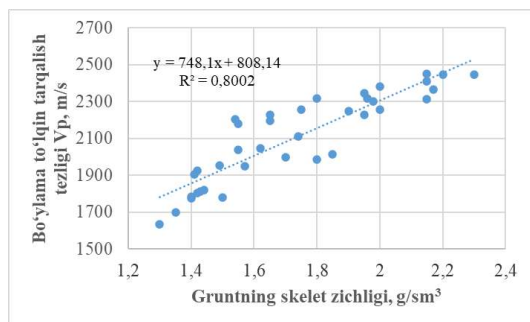
**7-rasm. Grunt g'ovakligi va ko'ndalang to'lqin tezligi orasidagi o'zaro bog'liqlik grafifi.**



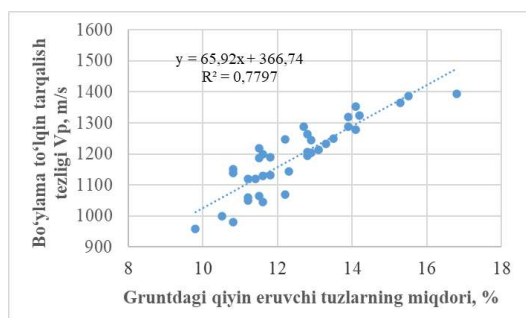
**8-rasm. G'ovaklik koeffitsiyenti va bo'ylama to'lqin tezligi orasidagi o'zaro bog'liqlik grafifi.**



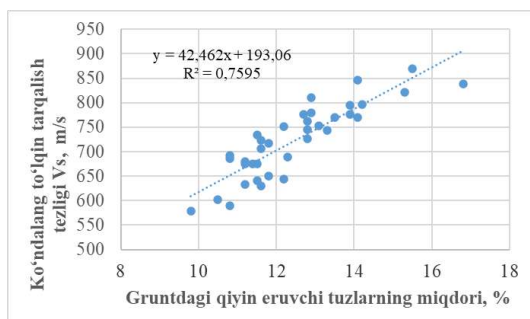
**9-rasm. G'ovaklik koeffitsiyenti va ko'ndalang to'lqin tezligi orasidagi o'zaro bog'liqlik grafifi.**



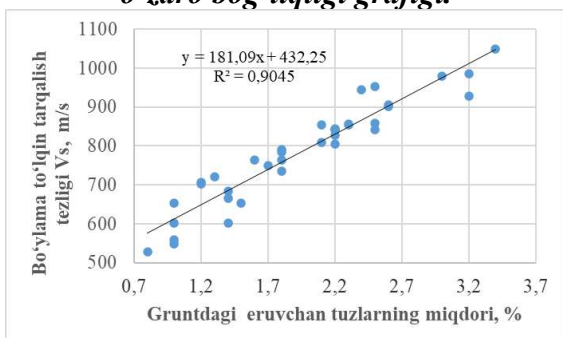
10-rasm. Quritilgan gruntlarning sklet zichligi va bo'ylama to'liqin tezligi orasidagi o'zaro bog'liqlik grafigi.



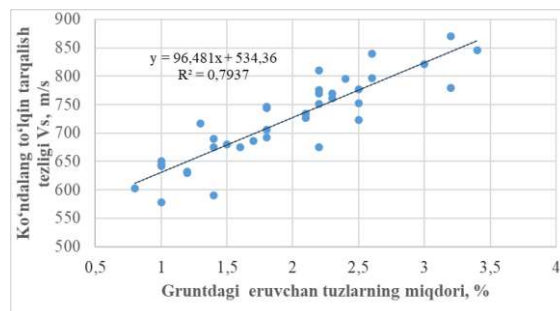
11-rasm. Gruntlar tarkibidagi eruvchan tuzlar miqdori va bo'ylama to'liqin tezligi orasidagi o'zaro bog'liqligi grafigi.



12-rasm. Gruntlar tarkibidagi eruvchan tuzlar miqdori va ko'ndalang to'liqin tezligi orasidagi o'zaro bog'liqligi grafigi.



13-rasm. Gruntlar tarkibidagi eruvchan tuzlar yuvilgandan keyingi miqdori va bo'ylama to'liqin tezligi orasidagi o'zaro bog'liqligi grafigi.



14-rasm. Gruntlar tarkibidagi eruvchan tuzlar yuvilgandan keyingi miqdori va ko'ndalang to'liqin tezligi orasidagi o'zaro bog'liqligi grafigi.

**Muhokama.** Sho'rlangan gruntlar hosil bo'lishining asosiy omili yer yuzasiga yaqin joylashgan minerallashtirilgan grunt suvlari va tuzli tog' jinslari hisoblanadi. Suv oqishining imkoni bo'lmagan hududlarda bug'lanish miqdorining yog'ingarchilikdan ko'pligi sho'rlanishning asosiy shartidir. Shu sababli, sho'rlangan gruntlar suv oqmaydigan tekisliklar, cho'l-adir va adirli hududlarda uchraydi.

Sho'rlanish jarayoni bevosita joyning gidrogeologik va geomorfologik sharoitlariga bog'liq. Tog'oldi tekisliklari asosan karbonatli jinslardan tarkib topgan bo'lib, odatda sho'rlanmagan gruntlar bilan ifodalanadi. Biroq, tog'oldi tekisliklari va vodiylarning quyi qismlarida suvda eruvchan sulfatlar va qisman xloridlar uchraydi.

Sho'rlangan hududlarda bino va inshootlarni loyihalash hamda qurishda gruntlarning mustahkamligi va siqilish xususiyatlari inobatga olinishi lozim. Cho'kindi yotqiziqlardan iborat serg'ovak tog' jinslari tashqi kuch ta'sirida siqilib, ularning g'ovakligi va hajmi kamayadi. Ushbu jarayon siqilish qarshiligi, siqilish koeffitsienti va siqilish moduli bilan ifodalanadi.

2-jadval

**Ultratovushli tadqiqot natijalari**

Grunt na'munalari	Na'munalarning soni	Bo'ylama to'liqin tezligi, Vp, m/sek	Ko'ndalang to'liqin tezligi, Vs, m/sek	Tezliklar nisbati, Vs/Vp	Na'munalardagi tuzning miqdori, %
Supes	27	960-1393	330-423	2,9-3,2	9,2
Suglinok	20	900-1220	302-538	2,2-3	13,1
Supes	30	985-1337	284-520	2,5-3,4	12,3
Suglinok	32	876-1154	298-513	2,1-2,5	10,8

**Xulosa.** Ultratovush tadqiqotlari natijasida quyidagi xulosalar chiqarildi:

- Sho‘rlangan gruntlarning namlik darajasi va g‘ovakligi oshishi ultratovush to‘lqinlarining tezligini pasayishiga olib keladi.
- Ultratovush to‘lqinlarining tezligi gruntlarning ichki strukturasi bog‘liq bo‘lib, zichlik ko‘rsatkichlarining o‘zgarishi bilan aniqlanadi.
- Gruntlardagi eruvchan tuzlar miqdori oshishi ultratovush to‘lqinlarining tezlashishiga sabab bo‘ladi.
- Quruq sho‘rlangan gruntning namlanishi va sho‘rlanish darajasining pasayishi bo‘ylama va ko‘ndalang to‘lqin tezligining 2–2,5 barobar kamayishiga olib keladi. Bu esa, o‘z navbatida, grunt zichligi va yuk ko‘tarish xususiyatlarining pasayishini ko‘rsatadi.

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI**

1. Zafarov O., G‘ulomov D., Murodov Z. Conducting engineering-geological researches on bridges located in our country and diagnosing their super structures, methods of eliminating identified defects //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – T. 2789. – №. 1.
2. Bobojonov R., Zafarov O., Yusupov J. Soil composition in the construction of engineering structures, their classification, assessment of the impact of mechanical properties of soils on the structure //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – T. 2789. – №. 1.
3. Maxkamov Z. et al. Conducting engineering and geological research on the design and construction of buildings and structures in saline areas //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – T. 2789. – №. 1.
4. Kayumov A., Zafarov O., Kayumov D. Changes of mechanical properties in humidification saline soil based in builds and constructions //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – T. 2789. – №. 1.
5. Hudaykulov R. et al. Filter leaching of salt soils of automobile roads //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – T. 264. – C. 02032.
6. Maslov N. N. Fundamentals of engineering geology and soil mechanics. Textbook for high schools. –M.: Higher School, 1982.- 511 p.
7. Dmitriev V.V., Yarg L.A. Methods and quality of laboratory study of soils: textbook / V.V. Dmitriev, L.A. Yarg. –M.: KDU, 2008. - 502 p.
8. Trofimov V. T., Koroleva V. A. Laboratory work on soil science. –M.: KDU, University book, 2017. - 654 p.
9. Trofimov V. T. et al. Ground science. –M., Publishing House of Moscow State University, 2005. - 1024 p.
10. Muzaffarov A. A., Fanarev P. A. Engineering and geological support for the construction of highways, airfields and special structures. Tutorial. M.: MADI, 2016. -180 p.

UO‘K: 622.276.1/4.

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.28

**TERRIGEN KOLLEKTORLI QATLAMLARDA NEFT  
BERAOLUVCHANLIKNI SUYUQLIK OLISH SUR‘ATIGA  
BOG‘LIQLIGINING STATISTIK MODELLARINI TAHLIL QILISH VA  
ASOSLASH**



**Muhammadiyev  
Hamidullo  
Murodillayevich**

*Texnika fanlari falsafa doktori,  
dotsent, "Neft va gaz ishi", Qarshi  
davlat texnika universiteti,  
Qarshi, O'zbekiston  
E-mail: [hammuh@mail.ru](mailto:hammuh@mail.ru)  
ORCID ID: 0000-0001-9434-4207*



**Omonov O'tkir Furqat  
o'g'li**

*"Neft va gaz konlarini ishga  
tushirish va ulardan foydalanish  
mutaxassisligi" 1-kurs magistr  
talabasi, Qarshi davlat texnika  
universiteti, Qarshi, O'zbekiston*



**Nishonov Javohir Akmal  
o'g'li**

*"Neft va gaz ishi" ta'lim yo'nalishi  
2-kurs talabasi, Qarshi davlat  
texnika universiteti,  
Qarshi, O'zbekiston*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada terrigen kollektorli qatlamlarda neft beraoluvchanlikni suyuqlik olish sur'atiga bog'liqligining statistik modellarini tahlil qilish va ushbu modellarni asoslash ko'rsatib o'tilgan. Yakuniy neft beraoluvchanlik koeffitsientini baholash uchun statistik bog'liqliklar va ularni qo'llash uchun geologik va fizik sharoitlar keltirilgan. Ushbu sharoitlardan kelib chiqqan holda korrelatsiyon usulda tahlil qilingan. Suyuqlik qazib olish sur'ati koeffitsientini statistik modellarda ko'rib chiqilgan ob'ektlarga o'xshash ob'ektlarda qazib chiqarishni oshirish usullarini qo'llashga ta'sir darajasini baholash natijalari tahlil qilingan.

**Kalit so'zlar:** terrigen, regressiya, neft beraoluvchanlik, indikator, kon, qovushqoqlik, karbonatli qatlam.

**АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ  
ЗАВИСИМОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖИДКОСТИ ОТ ТЕМПА ОТБОРА  
НЕФТИ В ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРНЫХ ПЛАСТАХ**

**Мухаммадиев  
Хамидулло  
Муродиллаевич**

*Доктор философии по  
техническим наукам, доцент  
кафедры «Нефть и газ»  
Каршинского государственного  
технического университета,  
Карши, Узбекистан*

**Омонов Утқир Фуқрат  
ўғли**

*Магистрант 1 курса  
специальности «Разработка и  
эксплуатация нефтяных и  
газовых месторождений»,  
Каршинский государственный  
технический университет,  
Карши, Узбекистан*

**Нишонов Жавохир  
Акмал ўғли**

*Студент 2 курса специальности  
«Нефтегазовая  
промышленность», Каршинский  
государственный технический  
университет,  
Карши, Узбекистан*

**Аннотация.** В данной статье показано анализ статистических моделей зависимости извлечения нефти от темпа отбора жидкости в терригенных пластах-коллекторах и обосно-

вание этих моделей. Представлены статистические зависимости для оценки конечного коэффициента извлечения нефти и геолого-физических условий их применения. На основании этих условий был проанализирован корреляционный метод. Проанализированы результаты оценки уровня влияния коэффициента темпа отбора жидкости на применение методов увеличения добычи на объектах, аналогичных объектам, рассматриваемым в статистических моделях.

**Ключевые слова.** терриген, регрессия, извлечения нефти, индикатор, залежь, вязкость, карбонатный залежи.

## ANALYSIS AND JUSTIFICATION OF STATISTICAL MODELS OF THE DEPENDENCE OF LIQUID OPERATION ON THE RATE OF OIL WITHDRAWAL IN TERRIGENOUS RESERVOIR FORMATIONS

**Muhammadiev  
Hamidullo  
Murodillaevich**

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Docent, "Oil and Gas Business", Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

**Omonov Utkir Furkat  
ugli**

1st year master's student in "Oil and gas field commissioning and exploitation", Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

**Nishonov Javohir Akmal  
ugli**

2nd year student of the "Oil and Gas Industry" program, Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

**Abstract.** This article shows the analysis of statistical models of the dependence of oil recovery on the rate of fluid withdrawal in terrigenous reservoirs and the justification of these models. Statistical dependencies are presented for assessing the final oil recovery factor and the geological and physical conditions of their use. Based on these conditions, the correlation method was analyzed. Based on these conditions, the correlation method was analyzed. The results of assessing the level of influence of the liquid withdrawal rate coefficient on the use of methods for increasing production at facilities similar to those considered in statistical models are analyzed.

**Keywords:** terrigen, regression, oil recovery, indicator, reservoir, viscosity, carbonate reservoir.

**Kirish.** Oldindan shuni ta'kidlash kerakki, regressiya tahlili natijalarining dastlabki umumlashtirilishi "Yer osti boyliklaridan neft qazib olish koeffitsientlarini hisoblash bo'yicha uslubiy qo'llanma" da keltirilgan bo'lib, unda neft konlarining ma'lum geologik va fizik sharoitlarida qo'llash bo'yicha tavsiyalar berilgan [1]. Ishlatishning so'ngi bosqichida neft uyumlarining doimiy qiymatlarining o'sishi va haqiqiy ma'lumotlar asosida regressiya tahlilini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotlar hanuz davom etmoqda. Ishlatishning yakuniy bosqichida bo'lgan konlar bo'yicha ko'plab materiallar to'plangan bo'lib, ushbu konlarga oid haqiqiy ma'lumotlarni umumlashtirish natijalari muayyan texnologik yechimlarning amalga oshirilgan ekspluatatsiya tizimlari samaradorligiga ta'sirini o'rganish uchun alohida ahamiyatga ega.

**Material va usullar.** Ko'p faktorli regressiya tahlili asosida olingan statistik modellarning asosiy

afzalliklaridan biri shundaki, ular bir vaqtning o'zida bir nechta omillarning ta'sirini hisobga olib, ma'lum bir indikatorning jarayonga nafaqat sifat, balki miqdoriy jihatdan ham ta'sirini aniqlash imkonini beradi [2]. Bu esa faqat bitta omilga asoslangan bog'liqliklardan farqli o'laroq, turli geologik va fizik sharoitlarda NBOKga suyuqlik olish sur'atining ta'sirini baholash uchun statistik modellardan foydalanish zaruratini asoslaydi.

Hozirgacha taklif qilingan statistik modellarni qo'llash tajribasi shuni ko'rsatadiki, ular o'xshash sharoitlarda qo'llanganda nisbatan ishonchli natijalar beradi. Shu munosabat bilan, rivojlanish sur'atlarining kengayishiga ta'sir darajasini baholash uchun bir xil turdagi kollektor konlari hamda bir xil almashtirish rejimlarida ishlab chiqilgan statistik modellardan foydalanilgan. Ushbu modellarga asoslanib, parametrlarning o'rtacha qiymatlari va ularning o'zgarish chegaralari to'g'risida ma'lumot-

lar taqdim etilgan [3].

1-jadvalda neftni beraoluvchanlik koeffitsientini baholash hamda ularni qo'llash uchun geologik va fizik sharoitlarni aks ettiruvchi statistik modellari keltirilgan. Ushbu modellar tahlili shuni ko'rsatadiki, yakuniy neft beraoluvchanlik koeffitsientiga ta'sir etuvchi asosiy omillar qatoriga mahsuldor qatlamning qalinligi, qatlam va qatlam suyuqliklarining xossalari, shuningdek, amalga oshirilgan ishlab chiqish tizimini tavsiflovchi turli parametrlar kiradi.

Statistik modellarda quyidagi ko'rsatkichlar kiritilgan:  $\mu_0$  – neftning nisbiy qovushqoqligi (neftni suvga nisbatan qovushqoqligi), birlik ulushda,  $K$  – qatlamning o'rtacha o'tkazuvchanligi,  $\text{mkm}^2$ ;  $h$  – qatlamning neftga to'yingan samarali qalinligi,  $m$ ;  $K_n$  – qumlilik koeffitsienti birlik ulushda,  $S$  – quduq to'ri zichligi,  $\text{ga/qud.}$ ;  $t\alpha$  – siqib chiqarishni samaradorlik ko'rsatgichi (neftni suv bilan siqib chiqarish burchagi), birlik ulushda;  $\mu_H$  – qatlam neftning qovushqoqligi,  $\text{mPa}\cdot\text{s}$ ;  $m$  – g'ovaklik koeffitsenti, birlik ulushda.;  $b$  – qatlam neftning hajmiy koeffitsienti, birlik ulushda;  $T_H$  – neft qazib chiqarish sur'ati, %;  $T_{\text{ж}}$  – suyuqlik qazib chiqarish sur'ati, %;  $\tau$  – g'ovak muhitdan suvni kirib kelishi, birlik ulushda;  $V_y$  – neftning solishtirma hajmi,  $\text{m}^3$

$/\text{m}^2$ ;  $Q_y$  – qazib chiqarish quduqlardagi neftning solishtirma zaxirasi, ming  $\text{t./qud.}$ ;  $N_{OT}$  – qazib oluvchi quduqlar sonini haydovchi quduqlarga nisbati, birlik ulushda;  $K_{OT}$  – suv haydash bilan qazib chiqarish kompensatsiyasi, %;  $q_3/q_{\text{ж}}$  – haydovchi quduqning o'rtacha suv haydash miqdorini qazib olinayotgan suyuqlik miqdoriga nisbati, birlik ulushda;  $Q_u$  – neftning qazib olinishi mumkin bo'lgan solishtirma zaxirasi, ming  $\text{t./qud.}$ ;  $P_t$  – dastlabki qatlam bosimi va neftning gazga to'yingan bosimi o'rtasidagi farq,  $\text{MPa}$ ;  $\eta_{\text{без}}$  – suvsiz neft qazib olish koeffitsenti, %.

Shuni ham ta'kidlash kerakki, turli tadqiqotchilar tanlov darajasi sifatida turli ko'rsatkichlardan foydalanadilar. Masalan, 1-statistik modelda (1-jadval) neft qazib olishning o'rtacha yillik sur'ati maksimal qazib chiqarishning pasayishi boshlanishidan oldin balans zahiralari ulushi sifatida qabul qilingan. 2-modelda esa bu ko'rsatkich o'rtacha qiymat sifatida ishlatilgan. 3 va 4-modellarda suyuqlik qazib olishning yillik miqdori balans zahiralari ulushi sifatida ko'rilgan bo'lsa, qazib olishning ikkinchi bosqichida neft qazib olishning o'rtacha yillik ko'rsatkichi dastlabki qayta hisoblangan zaxiralarga nisbatan foizda qo'llanilgan [4,5].

1-jadval

***Yakuniy neft beraoluvchanlik koeffitsientini baholash uchun statistik bog'liqliklar va ularni qo'llash uchun geologik va fizik sharoitlar***

№ t.r.	Neftgazli regionlar	Obyektlar soni	Bog'liqlik ko'rinishi	Ko'p faktorli korrelatsiya koeffitsienti	Qo'llanish doirasi
1	Ozarbayjon Turkmanistan	36	$\eta = 0,153 + 0,053 T_H + 0,025 \ln K - 0,0021 (\eta_{\text{без}} - 19,9) (T_H - 5,59) + 3,25 (1/S - 0,17)^2$	0,93	Terrigen kollektorlar, suv tazyiqi rejimi
2	Ozarbayjon	36	$\eta = -0,409 - 0,01\mu_0 + 0,261K_n - 0,0036h + 1,571m + 0,04\tau + 0,004 T_{\text{ж}} + 0,121gK + 0,451b$	0,932	Terrigen kollektorlar, suv tazyiqi rejimi
3	Boshqirdiston	18	$\eta = 0,536V_y + 0,025\mu_0 - 0,203K - 0,278K_n - 0,186S - 0,03Q - 0,338N_{OT} + 0,179t + 0,385K_{OT} - 0,087T_H - 0,489q_3/q_{\text{ж}}$	-	Terrigen kollektorlar, suv tazyiqi rejimi
4	Boshqirdiston	13	$\eta = 0,153V_y + 0,029\mu_0 - 0,035K + 0,194K_n - 0,045S + 0,219Q_y + 0,264t + 0,314T_H$	-	Terrigen kollektorlar, suv tazyiqi rejimi

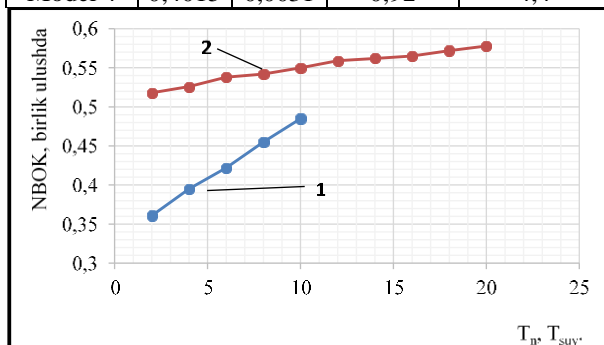
Barcha parametrlarning qiymatlarini bir vaqtning o'zida o'zgartirish statistik modellar yordamida neftni siqib chiqarish koeffitsientiga qazib chiqarish sur'atining ta'sirini baholashni murakkablashtiradi. Bu ko'p o'lchovli hisob-kitoblarni talab qiladi va natijalarni tahlil qilishda qiyinchiliklar tug'diradi. Shu sababli, raqamli tajribalarda faqat qazib olish sur'ati o'zgartirilib, statistik modellarning boshqa parametrlari o'zgarishsiz, ularning o'rtacha qiymatlariga teng holda qoldiriladi. Bunday yondashuvda qazib olish sur'ati, statistik modellar qurishda foydalanilgan oraliqlarda o'zgartiriladi. Natijada, statistik modellar o'zgaruvchilarning o'rtacha qiymatlariga yaqin bo'lganda eng ishonchli natijalarni beradi.

Har bir statistik model bo'yicha tanlab olingan omillarning o'zgarishi doirasida qazib olish koeffitsientini hisoblash natijalari 1 va 2-rasmlarda bog'liqlik grafiqi shaklida taqdim etilgan. Ushbu natijalardan ko'rinib turibdiki, barcha hollarda  $\eta_K = a + b \cdot T$  ko'rinishidagi chiziqli funksiya (bu yerda  $\eta_K$  - yakuniy neft beraoluvchanlik koeffitsienti,  $T$  - qazib olish sur'ati) yetarli darajada yuqori korrelyatsiya koeffitsientlari va past standart xatolikka ega (2-jadval).

2-jadval

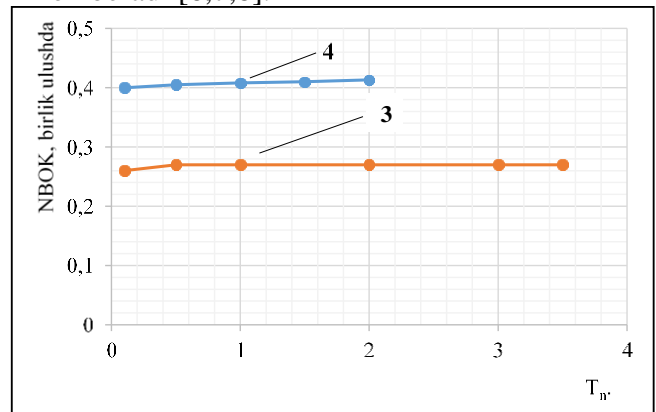
**Statistik modellarning bog'liqlik koeffitsientlari, korrelyatsiya koeffitsienti va o'rtacha kvadratik xatolik qiymatlari**

Statistik modellar	Ko'rsatgichlar nomlanishi			
	Koeffitsientlar		Korrelyatsiya Koeffitsienti	O'rtacha kvadratik xatolik, %
	"a"	"b"		
Model 1	0,2999	0,0195	0,97	2,48
Model 2	0,5050	0,0040	0,93	3,33
Model 3	0,2711	-0,0079	0,98	1,8
Model 4	0,4015	0,0031	0,92	4,4



**1-rasm. Neft beraoluvchanlik koeffitsientini neft-1 va suyuqlik-2 qazib olish sur'atiga bog'liqlik grafiqi.**

Suyuqlik qazib olish sur'ati koeffitsientining statistik modellarda ko'rib chiqilgan obyektlarga o'xshash konlarda qazib chiqarishni oshirish usullarini qo'llashga ta'sir darajasini baholash natijalari tahlili, geologik va fizik sharoitlarda neft konlarini o'zlashtirishni loyihalash hamda tegishli texnologiyalarni joriy etishda hisobga olinishi lozim bo'lgan bir qator muhim xulosalar chiqarishga imkon beradi [6,7,8].



**2-rasm. Neft beraoluvchanlik koeffitsientini neft qazib olish sur'atiga bog'liqligi. Grafikdagi raqamlar 2 -jadvalda keltirilgan statistik modellarning raqamlariga mos keladi.**

**Natijalar.** 1-model va 2-model natijalari shuni ko'rsatadiki, neft va suyuqlik qazib olish sur'atlarining katta oraliqlarda o'zgarishi suv bosimi rejimida ishlatilayotgan terrigen kollektorli qatlamlarning neft beraoluvchanlik koeffitsientiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

*1-model bo'yicha:*

- Umumlashtirilgan neft konlarining geologik va fizik sharoitlariga asoslanib, maksimal neft qazib olish boshlang'ich balans zaxiralarining 1% gacha kamaygan holatida neft qazib olish sur'atining oshishi neft beraoluvchanlik koeffitsientini 1,9% ga oshiradi.
- Qazib olish sur'atining 2% dan 10% gacha o'zgarishi natijasida qatlamlarning yakuniy neft beraoluvchanligi 0,339 dan 0,495 gacha oshadi.

*2-model bo'yicha:*

- Umumlashtirilgan neft konlarining geologik va fizik sharoitlarida suyuqlik olishning o'rtacha yillik sur'atining dastlabki neft zahiralarining 1% ga oshishi neft olish koeffitsientining 0,4% ga oshishiga sabab

bo'ladi.

- Suyuqlik olishning o'rtacha yillik sur'ati 1% dan 19% gacha oshganida yakuniy neft beraoluvchanlik koeffitsienti 0,513 dan 0,585 gacha ortadi.

Bu natijalar shuni ko'rsatadiki, qazib olish sur'atlarini oshirish qatlamlarning neft beraoluvchanligini sezilarli darajada yaxshilashi mumkin, ammo bu jarayonning optimal chegaralarini belgilash muhimdir.

Suv bosimi rejimida ishlayotgan konlar uchun 3 va 4-modellarda, umumlashtirilgan terrigen va karbonatli qatlamlarda, dastlabki qazib olinadigan

zaxiralar 0,1% dan 3,4% gacha bo'lganda, neft qazib olish sur'atining neft beraoluvchanlik koeffitsientiga ta'siri chegaralangan va ahamiyatsiz darajada bo'ladi.

**Xulosa.** Terrigen qatlamlarning turli geologik va fizik sharoitlarga ega ekanligini hisobga olgan holda, neft beraoluvchanlik koeffitsientini oshirish imkoniyatlarini asoslash mumkin. Suyuqlik qazib olish sur'atini oshirish bilan bog'liq ravishda, quduqlarda optimal ish rejimini belgilash muhim ahamiyat kasb etadi. Suv bosimi rejimida ishlayotgan konlar uchun cheklangan miqdorda suyuqlik qazib olishning samaradorligi asoslab berildi.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Поплаухина Т.Б., Мокрушина С.С., Хомутова А.В., Красноперов Е.А. обоснование прогнозных темпов добычи нефти для геолого – экономической оценки запасов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2005. -№5-6-с. 7-11.
2. Форсированный отбор жидкости как метод повышения нефтеотдачи гранулярных коллекторов /В.Г.Шеметило, А.Ю.Мосунов, В.А.Афанасьев др. // Нефтяное хозяйство. – Москва, 2004. - №2. – С. 54-58.
3. Мухаммадиев, Х. М. (2024). ОЦЕНКА ПРИРОСТА КОНЕЧНОГО КОЭФИЦИЕНТА ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТИ. *International Journal of Education, Social Science & Humanities*, 12(3), 652-657.
4. Жўраев, Э. И., Мухаммадиев, Х. М., & Рахмонкулов, М. Т. (2020). МОДЕЛИ ТЕМПА ОТБОР НЕФТИ ДЛЯ ЗАЛЕЖЕЙ ФЕРГАНСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ. In НАУКА ТРЕТЬЕГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ (pp. 1005-1011).
5. Агзамов, А. Х., Эрматов, Н. Х., Агзамов, А. А., & Мухаммадиев, Х. М. (2020). О степени влияния кратности промывки пласта на коэффициент извлечения нефти залежей ферганской нефтегазоносной области, представленных карбонатными породами. *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*, (1), 41-47.
6. Murodillayevich, M. H. (2024). SHIMOLIY O'RTABULOQ KONIDA QATLAMNI GIDROYORISH TEXNOLOGIYASINI JORIY QILISHNI BAHOLASH. *JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH*, 7(9), 26-30.
7. Muhammadiyev H., & Oripova, L. (2023). CRITICAL ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL EFFICIENCY ASSESSMENT METHODS OF GEOLOGICAL AND TECHNICAL MEASURES IN WELLS. *Modern Science and Research*, 2(10), 664-667.
8. Hamidullo M., Eldor, J. R., & Shaxzod, T. (2024). UMID NEFTGAZ KONINING ISHLASH KO'RSATGICHLARINI BAHOLASH. *Innovations in Technology and Science Education*, 3(21), 7-12.

KIMYOVIY TEXNOLOGIYA VA QURILISH  
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВО  
CHEMICAL TECHNOLOGY AND CONSTRUCTION

УДК: 674.8:691.18

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.2

КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ДЕРЕВЯННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
АНТИПЕРИНОМ



**Бозоров Лутфулла  
Убайдуллаевич**

Доктор философии по  
техническим наукам, доцент,  
Термезский государственный  
педагогический институт,  
Термез, Узбекистан



**Холбоева Азиза  
Ихтияровна**

Докторант Термезский  
государственный педагогический  
институт, Термез, Узбекистан



**Тураев Хайит  
Худайназарович**

Доктор химических наук,  
профессор, Термезский  
государственный университет,  
Термез, Узбекистан



**Нуркулов Файзулла  
Нурмунинович**

Доктор технических наук,  
ведущий научный сотрудник,  
Ташкентский научно-  
исследовательский химико-  
технологический институт,  
Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** В статье показана возможность получения новых полифункциональных олигомер, на основе серу и азотсодержащих соединений для борьбы с термитами, синтезированных на основе местного сырья, которые увеличивают количество антисептической эффективности и обеспечивают биозащитные свойства.

Помимо изучения физико-химических свойств полученных олигомеров, использование водных растворов органических олигомеров азота и серы, приготовленных из местного сырья с целью повышения устойчивости древесных материалов к термитам, привело к положительным результатам на 87%.

**Ключевые слова:** деревянные строительные материалы, азот и серасодержащих олигомер, термиты, биозащиты, синергический эффект.

YOG‘OCH MATERIALLARNI ANTIPERIN BILAN KOMPLEKS  
HIMOYALASH

**Bozorov Lutfulla  
Ubaydullayevich**

Texnika fanlari bo'yicha falsafa  
doktori, dotsent, Termiz davlat  
pedagogika instituti, Termiz,  
O'zbekiston

**Xolboyeva Aziza  
Ixtiyarovna**

Termiz davlat pedagogika instituti  
doktoranti, Termiz, O'zbekiston

**Turayev Xayit  
Xudaynazarovich**

Kimyo fanlari doktori, professor,  
Termiz davlat universiteti, Termiz,  
O'zbekiston

**Nurqulov Fayzulla  
Nurmo'minovich**

Texnika fanlari doktori, yetakchi  
ilmiy xodim, Toshkent kimyo-  
texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti,  
Toshkent, O'zbekiston

**Annotatsiya.** Maqolada mahalliy xomashyolar asosida sintez qilingan termitlarga qarshi kurashda oltingugurt va azot saqllovchi birikmalar asosida antiseptik samaradorlik miqdorini oshiradigan va biosamaradorlik xususiyatini ta'minlaydigan yangi polifunksional oligomerlar olish mumkinligi ko'rsatilgan.

*Olingan oligomerlarning fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish bilan bir qatorda yog'och materiallarining termitlarga chidamliligini oshirish maqsadida mahalliy xomashyolardan tayyorlangan azot va oltingugurt organik oligomerlarining suvli eritmalaridan foydalanish 87% ijobiy natijalarga olib keldi.*

**Kalit so'zlar:** yog'och qurilish materiallari, tarkibida azot va oltingugurt bo'lgan oligomerlar, termitlar, biohimoya, sinergiya effekti.

## COMPLEX PROTECTION OF WOODEN MATERIALS WITH ANTIPERINE

**Bozorov Lutfulla**

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor, Termez State Pedagogical Institute, Termez, Uzbekistan

**Xolboyeva Aziza**

Doctoral student of Termez State Pedagogical Institute, Termez, Uzbekistan

**Turaev Xayit**

Doctor of Chemical Sciences, Professor, Termez State University, Termez, Uzbekistan

**Nurkulov Fayzulla**

Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher, Tashkent Research Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** The article shows the possibility of obtaining a new polyfunctional oligomer based on sulfur and nitrogen-containing compounds for the fight against termites, synthesized on the basis of local raw materials, which increases the amount of antiseptic efficiency and provides bioprotective properties.

In addition to studying the physicochemical properties of the oligomers obtained, the use of aqueous solutions of organic nitrogen and sulfur oligomers prepared from local raw materials in order to increase the resistance of wood materials to termites led to positive results by 87%.

**Keywords:** wooden building material, nitrogen and sulfur-containing oligomer, termites, biosecurity, synergistic effect.

**Введение.** В настоящее время исследования обусловлены повышенным интересом к древесине в современных строительных технологиях и поиском эффективных средств её защиты от избыточного увлажнения, биокоррозии - основных факторов, определяющих долговечность деревянных конструкций. Серные композиционные материалы относятся к специальным видам строительных материалов, при изготовлении которых в качестве вяжущего используются техническая сера в любой торговой форме (порошкообразная, жидкая, комовая, полимерная и другие виды) и/или серосодержащие отходы (содержание серы не менее 30%; при меньшем содержании серы отходы обогащают технической серой) [1-3].

Одной из проблем, с которой деревянные строительные материалы наносят большой ущерб сельскому хозяйству, а также историческим зданиям и сооружениям, являются термиты, с которыми борются во всем мире.

Сегодня ущерб, наносимый термитами по всему миру, год от года увеличивается. В Западной Африке ущерб от термитов зданий составляет 10 процентов текущих затрат на ремонт, в то время как в Соединенных Штатах ущерб от термитов оценивается в 1,5 миллиарда

долларов в год и 20 миллиардов долларов во всем мире. Одна семья из 25 000 термитов на 100 см<sup>3</sup> потребляет в среднем 50000 см<sup>3</sup> целлюлозы в год [2-4].

Два вида термитов (*A. turkestanicus* Jacobs., *A. ahngerianus* Jacobs.) принадлежащие к роду *Anacanthotermes* широко распространены в Узбекистане, особенно в последние 20-30 лет почти во всех регионах страны и в Республике Каракалпакстан, причинивших большой ущерб домам, сельскохозяйственным зданиям и даже историческим памятникам [2-5].

Химические вещества играют важную роль в борьбе с термитами. Высоких результатов можно достичь с помощью органических веществ, содержащих серу и азот.

Сульфиды элементов с валентными *s*-электронами имеют смешанную ионно-ковалентную химическую связь: ковалентную между атомами серы и ионную между атомами металлов и серы. С понижением ионизационного потенциала этих металлов увеличивается способность атомов серы к образованию друг с другом ковалентно связанных группировок и соответственно – способность металлов образовывать большое число полисульфидных фаз. Особенно склонны к образованию поли-

сульфидов металлы с невысокими первыми ионизационными потенциалами. Так, натрий (ионизационный потенциал  $I_1 = 5,14$  эВ) образует следующие сульфиды:  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_4\text{S}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2$ ,  $\text{Na}_4\text{S}_5$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Na}_4\text{S}_7$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_4$ ,  $\text{Na}_4\text{S}_9$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_5$ ; так же многочисленны сульфиды, образуемые калием ( $I_1 = 4,34$  эВ), меньшее число сульфидов образуют бериллий ( $I_1 = 9,32$  эВ;  $I_2 = 18,21$  эВ), кальций ( $I_1 = 6,11$  эВ;  $I_2 = 11,87$  эВ) и барий ( $I_1 = 5,21$  эВ;  $I_2 = 10,00$  эВ), имеющие сравнительно более высокие ионизационные потенциалы.

**Экспериментальная часть.** Синтезированы новые полифункциональные олигомеры, на основе сера и азотсодержащих соединений, при совместном введении которых в олигомерные связующие наблюдается синергический эффект.

Получение новых синтезированных композиций биозащитных добавок для древесным строительным материалам, обладающих высокой антисептической эффективностью, экологически безопасных и экономичных на сегодняшний день является актуальной задачей.

Были изучены физико-химические свойства: плотность, и основные эксплуатационно-технические характеристики в биозащитных древесным строительным материалам.

Данные физико-химических характеристик азот- и серосодержащих олигомерного антипирена представлены в табл.1.

Таблица 1.

**Физико-химические показатели серосодержащих олигомеров**

Показатели	Сера и азотсодержащие олигомеры
Плотность, г/см <sup>3</sup> ГОСТ 15139-69	1,03
Кислотность раствора рН	7,0-7,5
$\Pi_{\text{хв}}$	0,064
Растворимость	Вода
Внешний вид и цвет	Олигомерное вещество медовая

Нанесение беззащитных антисептических материалов возможно только на деревянные элементы, которые не будут подвергаться в дальнейшем механическим воздействиям [3]. Перед обработкой древесина должна быть полностью очищена от коры, смолы, грязи, пыли, а также красящих веществ.

В результате было получено антисептическое средство, в котором удалось улучшить не только биозащитные свойства, но и важнейшие эксплуатационные показатели (таб.2.). Кроме того, были улучшены эстетические показатели: естественный цвет древесины в результате обработки приобрел более глубокий желтоватый оттенок.

Обработанные древесные строительные материалы и конструкции не только способны эффективно биологическому разрушению, но и не выделяют в окружающую среду токсичных химических веществ, опасных для жизнедеятельности человека и экологии и создающих неприятные запахи. Как одно из самых безопасных для жизнедеятельности человека и природы, средство азот- и серосодержащих олигомера может быть рекомендовано для биозащиты и предупреждения преждевременного гниения деталей и конструкций из древесины, используемых в зданиях и сооружениях различного назначения, в том числе в жилых и общественных зданиях с массовым и длительным пребыванием людей.

Таблица 2.

**Основные эксплуатационно-технические характеристики на биозащитные древесные строительные материалы**

Биологическая стойкость, по ГОСТ 9.048-89	Балл 1
Химическая и коррозионная стойкость	Высокоэффективное
Расход для эффективности	100-200 г/кв.м.
Температура окружающей среды при обработке	+40°C - 0°C

В целях повышения устойчивости древесных материалов к термитам, 87% положительных результатов были достигнуты при использовании водных растворов органических олигомеров, содержащих азот и серу, изготовленных на основе местного сырья.

Кроме того, были проведены экспериментальные испытания для изучения воздействия термитов на деревянные строительные материалы. одну часть древесного материала обрабатывали водорастворимыми химикатами, а другую часть использовали как необработанные, высушенные термиты в качестве сырья. В

Таблица 3.

*Биологическая эффективность водных растворов азот и серосодержащих олигомеров по отношению к термитам в лаборатории*

химические образцы	количество мертвых термитов в месяц (%)						количество термитов	Биологическая эффективность (%)
	5	10	15	20	25	27		
<i>Азот и серосодержащий олигомер.</i>	48,2±2,9	62,7±2,4	69,8±2,0	80,5±1,7	85,1±4,0	87,2±2,0	40±1,0	87,2±2,0
Контрольные	-	-	-	-	-	-	-	-

экспериментальном процессе было использовано 40 рабочих термитов, всего термитов кормили 100 г. Экспериментальные наблюдения выявили полное уничтожение термитов через 25-27 дней.

Когда древесину, обработанную водным раствором азотсодержащих и серосодержащих олигомеров, использовали в качестве сырья для термитов, среднее количество термитов уменьшилось с 48,2% до 69,8% через 5-15 дней, а затем с 15,27 дня до 87,2%.

**Выводы:** Таким образом, анализ проведённой работы показывает перспективность

разработки и эффективность применения композиционных материалов азот и серосодержащих олигомеров в качестве биозащитных средств для древесины строительных материалов.


В Узбекистане в борьбе с термитами была достигнута высокая эффективность в широком распространении использования термитов в стратегических поселениях.

Согласно результатам этого эксперимента, профилактические меры против термитов могут привести к высокой экономической эффективности в будущем за счет строительства прочных строительных материалов.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тычинко Н.А. Огнебиозащита древесины и экология // Пожаровзрывобезопасность 2012 ТОМ 21 №1. с 40-46.
2. Котенёва И.В., Котлярова И.А., Сидоров В.И. Комплексная защита древесины составами на основе боразотных соединений // Строительные материалы, Москва 2010г., № 6, с.56-60.
3. Холматов Б.Р., Жабборова О.И. Yog'och materiallarini termitlardan himoya qilishda antiseptik vositalardan foydalanish // Ўзбекистон биология журналы, – Тошкент, 2014. – Махсус сон, – Б. 83-87.
4. <https://neagent.org.ua/stati/effektivnye-ognebiozaschitnye-preparaty-dlya-zaschity-drevesiny-ot-vozzgoraniya.php>.
5. <http://vatandosh.uz/2013/06/termit/>

UO‘K: 621.1

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.5

## MURAKKAB IQLIM SHAROITLARIDA MUHANDISLIK INSHOOTLARINI QURISHNING O‘ZIGA XOS XUSUSIYATLARINI TADQIQ ETISH VA GIDROGEOLOGIK SHAROITLARINI O‘RGANISH



**Zafar Olmos**

Jizzax politexnika instituti,  
geologiya-mineralogiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD),  
dotsent, Jizzax, O'zbekiston  
E-mail: [olmos.zafarov@mail.ru](mailto:olmos.zafarov@mail.ru)  
ORCID ID: 0009-0006-0226-6349



**Qo'shmurodov Shoxrux Furkat o'g'li**

Jizzax politexnika instituti o'qituvchisi, Jizzax, O'zbekiston  
E-mail: [shohruhqoshmurodov3@gmail.com](mailto:shohruhqoshmurodov3@gmail.com)  
ORCID ID: 0009-0002-9838-768X

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada murakkab iqlim sharoitlarida muhandislik inshootlarini qurishning o'ziga xos xususiyatlarini tadqiq etish va gidrogeologik sharoitlarini o'rganish bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan. Bugungi kunda strukturasi beqaror bo'lgan sho'rlangan gruntlar mamlakatimiz hududida keng tarqalgan bo'lib, bino va inshootlarning tabiiy va suniy asosi sifatida foydalanib kelinmoqda. Cho'l hududlarining o'zlashtirilishi natijasida sho'rlangan gruntlar ustiga sanoat va fuqaro inshootlarini qurish ishlari boshlangan. O'sha vaqtlarda me'yoriy hujjat va yo'riqnomalarning yetarli bo'lmaganligi tufayli qidiruv ishlari va loyihalashda asos uzoq vaqt namlanishi hamda tuzlar yuvilishi natijasida, sho'rlangan gruntlarning fizik va mexanik xossalari o'zgarishi hisobga olinmagan.

**Kalit so'zlar:** gruntlar, namlik, murakkab iqlim sharoitlari, muhandislik inshootlari, gidrogeologik sharoitlari, sho'rlangan gruntlar, yuqori namlangan gruntlar, fizik-mexanik xossalalar.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ В СЛОЖНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ И ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

**Зафаров Олмос**

Джизакский политехнический институт,  
Доктор философии (PhD) по геологии и минералогии, доцент,  
Джизак, Узбекистан

**Кушмуродов Шохрux Фуркат угли**

Преподаватель, Джизакский политехнический институт,  
Джизак, Узбекистан

**Аннотация.** В статье представлены сведения по изучению особенностей строительства инженерных сооружений в сложных климатических условиях и изучению гидрогеологических условий. В настоящее время структурно-неустойчивые засоленные грунты широко распространены на всей территории нашей страны и используются в качестве естественных и искусственных оснований зданий и сооружений. В связи с освоением пустынных территорий начались работы по строительству промышленных и гражданских сооружений на засоленных почвах. В то время из-за отсутствия нормативных документов и методических рекомендаций при изысканиях и проектировании не учитывались изменения физико-механических свойств засоленных грунтов вследствие длительного замачивания основания и выщелачивания солей.

*Ключевые слова:* грунты, влажность, сложные климатические условия, инженерные сооружения, гидрогеологические условия, засоленные грунты, сильнозаболоченные грунты, физико-механические свойства.

## RESEARCH OF THE SPECIFIC CHARACTERISTICS OF CONSTRUCTION OF ENGINEERING CONSTRUCTIONS IN COMPLEX CLIMATE CONDITIONS AND STUDY OF HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS

**Zafarov Olmos**

Jizzakh Polytechnic Institute,  
Doctor of Philosophy (PhD) in Geology and Mineralogy,  
Associate Professor, Jizzakh, Uzbekistan

**Kushmurodov Shokhrux Furkat ugli**

Lecturer, Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh, Uzbekistan

**Abstract.** This article provides information on the study of hydrogeological conditions and the specific characteristics of construction of engineering structures in complex climatic conditions. Today, saline soils with an unstable structure are widespread in the territory of our country and are used as natural and artificial foundations of buildings and structures. As a result of the development of desert areas, the construction of industrial and civil facilities began on the saline soils. At that time, due to insufficient regulatory documents and guidelines, changes in the physical and mechanical properties of saline soil as a result of long-term wetting of the foundation and leaching of salts were not taken into account in research and design.

**Keywords:** soils, humidity, complex climatic conditions, engineering structures, hydrogeological conditions, saline soils, highly moistened soils, physical and mechanical properties.

**Kirish.** O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-son “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risidagi”gi, 2020 yil 27 noyabrdagi PF-6119-son “O‘zbekiston Respublikasi qurilish tarmog‘ini modernizatsiya qilish, jadal va innovatsion rivojlantirishning 2021-2025 yillarga mo‘ljallangan strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi Farmonlari, 2018 yil 1 martdagi PQ-3578-son “O‘zbekiston Respublikasi Geologiya va mineral resurslar Davlat qo‘mitasi faoliyatini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori va O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022 yil 26 apreldagi 213-sonli “2022-2026 yillarda Jizzax viloyati hududlarini kompleks ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarorlari, hamda sohaga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda mazkur ilmiy tadqiqot ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

Strukturasi beqaror bo‘lgan sho‘rlangan gruntlar mamlakatimiz hududida keng tarqalgan bo‘lib, bino va inshootlarning tabiiy va suniy asosi sifatida foydalanib kelinmoqda.

1950-1960 yillarda, yarim cho‘l va cho‘l hududlarining o‘zlashtirilishi natijasida sho‘rlangan gruntlar ustiga sanoat va fuqaro inshootlarini qurish ishlari boshlangan. O‘sha vaqtlarda me‘yoriy hujjat va yo‘riqnomalarning yetarli bo‘lmaganligi tufayli qidiruv ishlari va loyihalashda asos uzoq vaqt namlanishi hamda tuzlar yuvilishi natijasida, sho‘rlangan gruntlarning fizik va mexanik xossalarning o‘zgarishi hisobga olinmagan.

Dunyoning sho‘rlangan gruntlar tarqalgan mamlakatlarida bino va inshootlar qurilishida, ulardan asos sifatida foydalanish davrida muhandislik-geologik va gidrogeologik sharoitlarni o‘zgarishi hisobiga yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan avariya holatlarni prognoz qilish va ularning oqibatlarini kamaytirish masalalari muhim ahamiyat kasb etadi. Bu borada sho‘rlangan gruntlar tarqalgan hududlarda avariya holatlarni kompleks izlanishlar orqali baholash va prognoz qilish, ularni kamaytirish bo‘yicha chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Sho‘rlangan gruntlardan foydalanish vaqtida kutiladigan avariya holatlarni baholash tadqiqotlari bunday gruntlar tarqalgan hududlarga ega bo‘lgan davlatlarning ijtimoiy-iqtisodiy, barqaror rivojlanishiga xizmat qiladi.

Dunyoda shoʻrlangan gruntlardan foydalanish vaqtida sodir boʻladigan bino va inshootlarning avariya holatlarini baholash bilan bogʻliq boʻlgan qator ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu borada jumladan, shoʻrlangan gruntlar tarqalgan hududlarning muhandislik-geologik va gidrogeologik sxematik xaritalarini yaratish, shoʻrlanish darajasini uzoq vaqt suv taʼsirida oʻzgarishini hisobga olgan holda avariya holatlarni baholash, ulardan foydalanish vaqtida bino va inshootlardan xavfsiz foydalanishni taʼminlovchi chora-tadbirlarni takomillashtirishga alohida eʼtibor berilmoqda.

Mamlakatimizda shoʻrlangan gruntlar tarqalgan hududlarda bino va inshootlarni xavfsiz, samarali ishlashi uchun muhandislik-geologik va gidrogeologik tadqiqot ishlarini olib borish boʻyicha muayan yutuqlarga erishilmoqda. Jumladan, Buxoro, Jizzax, Sirdaryo, Xorazm, Fargʻona kabi viloyatlarda va Qoraqalpogʻiston Respublikasida muhandislik-geologik va gidrogeologik omillarni aniqlash asosida shoʻrlangan gruntlar mukammal oʻrganilgan va baholangan.

Hozirgi kunda shoʻrlangan gruntlar tarqalgan Oʻzbekiston sharoitida koʻplab bino va inshootlarning qurilishiga katta eʼtibor berilishini hisobga olgan holda, ushbu ilmiy tadqiqot ishlari mazkur hududlarni namlanishida grunt tarkibidagi tuzlarning yuvilishi natijasida muhandislik-geologik va gidrogeologik sharoitlarning oʻzgarishini baholash, bino va inshootlarni mustahkamligi va ulardan xavfsiz foydalanishga oid masalalarni yechishga imkon beradi.

Shuningdek, agressiv yer osti suvlarining korroziya taʼsiridan, inshoot poydevorlari va yer osti qismlarini himoyalashga yetarli darajada eʼtibor qaratilmagan. Bu koʻp hollarda bino va inshootlarning deformatsiyalariga bazan esa, ommaviy tus olishiga olib kelgan. Shu munosabat bilan loyihalashda poydevorlarning tejamkor turlari qoʻllanilmadi, asos va poydevorlarni tayyorlash boʻyicha iqtisodiy zarar keltiruvchi chora-tadbirlar olib borildi.

Natijada metall va mehnat sarfi oshdi, shuningdek, bu ishlar uzoq vaqt davom etdi. Bunda loyihaviy yechimlarning ishonchligi har doim ham kafolatlanmagan.

Bundan kelib chiqib, shoʻrlangan gruntlardan bino va inshootlarning asosi sifatida tadqiq etish boshlandi. Hozirgi kunga kelib, tuzlarni filtratsiyali

yuvilish jarayonida shoʻrlangan gruntlar deformatsiyalanishining asosiy qonuniyatlarini belgilash imkonini beruvchi katta hajmdagi eksperimental va nazariy tadqiqotlar olib borildi.

Shoʻrlangan gruntlar tuzsizlanganda ularning mustahkamlik va deformatsiya xossalari oʻzgarish qonuniyatlari oʻrganildi. Shoʻrlangan gruntlardan tashkil topgan asoslarni hisoblash usullari ishlab chiqildi.

Grunt turlari, gruntidagi tuzlarning sifatli tarkibi va miqdori, qurilish turiga (gidrotexnik, yoʻl, meliorativ, sanoat, fuqorolik) koʻra batafsil tasniflar ishlab chiqilgan [1], hamda ulardan izlanishlar va shoʻrlangan gruntlar tarqalgan hududlardagi tadqiqotlarda foydalanish mumkin.

Koʻpgina davlatlarning hududida tuzlardan tarkib topgan gruntlar keng tarqalgan. Ular Moʻgʻiliston, Xitoy, Eron, Afgʻoniston, Iroq, Suriya, Pokiston, Hindiston, Turkiya va shuningdek, Arab davlatlarining katta maydonlarini egalagan.

Shoʻrlangan gruntlarning katta hududlari Afrikada, asosan, Liviya, Misr, Aljirda joylashgan. Shoʻrlangan gruntlar, shuningdek, Avstraliyada ham katta maydonni tashkil qiladi. Yevropadagi Fransiyaning janubi, Ispaniya, Italiya, Ruminiya, Vengriya davlatlarida ham uchraydi. Yana shuningdek, AQSh, Kanada, Meksika, Argentina, Chili va Peru davlatlarida keng tarqalgan. Xususan, shoʻrlangan gruntlar Oʻrta Osiyo, Qozogʻiston, Rossiya va Ukrainaning janubida ayniqsa keng tarqalgan. Sugʻoriladigan hududlarda shoʻrlangan maydonlar 35-45% ni tashkil qiladi. G.I.Choxonolidzening maʼlumotlariga koʻra, MDH davlatlarida shoʻrlangan va gipslangan gruntlar katta maydonlarni egallaydi [1].

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** Bugungi kunga kelib, bino va inshootlarning asosidagi shoʻrlangan gruntlar tarkibidagi tuzlarning miqdori va turini oʻrganish hamda ularning hisobiy koʻrsatkichlariga taʼsirini modellashtirish boʻyicha nazariy va amaliy tadqiqotlar yetakchi mamlakatlarning ilmiy markazlari, universitet va ilmiy tadqiqot institutlari tomonidan keng oʻrganilgan. Shoʻrlangan gruntlarda qurilgan bino va inshootlarni ekspluatatsiya qilish davrida inshoot ostida, tabiiy va sunʼiy omillar hisobiga yer osti suvlarining texnogen sathi shakllanadi. Yer osti suvlari sathining koʻtarilishi va asos gruntlarining

namlanishi inshootning notekis cho'kishiga sabab bo'lib, avariya vaziyatlarga olib kelmoqda, natijada ortiqcha sarf-xarajatlar qilinmoqda.

Maxsus adabiyotlarda ilgari ko'rib chiqilgan [1,2,4,5] keng doiradagi masalalarga qaramay, ularga sho'rlangan gruntlar ustiga bino va inshootlar qurish bilan bog'liq barcha jihatlarni kiritish va to'liq ko'rib chiqish imkoni yo'q.

Bundan tashqari, amalda bu masala bo'yicha boshqa adabiyotlar yaratilmaganligi, qidiruv va loyihalash ishlarini qiyinlashtiradi.

Ushbu ishda, shu kabi kamchiliklarni to'ldirishga harakat qilindi. Mazkur ishda sho'rlangan gruntlar deganda, tarkibida oson eruvchan tuzlar va gips (gipslashgan gruntlar) bo'lgan sho'rlangan gruntlarning ikki turi tushuniladi. Alohida turga sho'rlangan gillar, abadiy muz (muzloq) sho'rlangan gruntlar, shuningdek, karbonatli gruntlar kiradi.

Shuningdek, ushbu ishda bayon qilingan natijalarning katta qismi eksperimental va nazariy tadqiqotlar asosida olingan.

Sho'rlangan gruntlarda qurilgan bino va inshootlardan foydalanish jarayonida tabiiy va sun'iy manbaalar hisobiga inshoot ostida yer osti suvlarining texnogen sathi shakllanadi. Yer osti suvlari sathining ko'tarilishi va poydevor gruntlarining namlanishi inshootning notekis joylashishiga olib keladi, bu esa favqulodda vaziyatlarga olib keladi, buning natijasida ortiqcha yo'qotishlar kuzatilmoqda. Sho'rlangan gruntlardagi tuzlarning miqdori va turini uning fizik-mexanik xossalariga ko'ra samaradorligini o'rganish bilan jahon va mamlakatimizning yirik tadqiqotchilari: M.D.Braja, G.P. Devid, V.Kun, B.G. Neal, A.R. Arutunuan, I.L. Bartolomey, V.M. Bezruk, P.B. Babaxonov, A.A. Glaz, A.I. Groth, R.S. Ziangirov, N.P. Zatenskaya, M.F. Uerusalimskaya, M.O. Karpushko, A.K. Kiualboyev, A.A. Kirillov, N.A.Klapatovskaya, U.V. Kuznetsov, A.D. Kayumov, T.X. Qalandarov, S.S.Mordovish, A.A. Mustafoev, N.S. Naletova, A.E.Oradovskaya, V.P. Petruhin, B.P. Raxmonov, U.D. Rojdestvenskiy, A.L.Rubinshteyn, U.M. Sergeyev, A.V. Suxorukov, M.N. Terleskaya, B.T. Teltayev, N.N. Florov, R.M. Xudayqulov, V.P. Shulgina, V.A. Kovda, I.K. Aimbetov, I.A. A'zamova va boshqalar [2,3].

V.A. Kovdaning ma'lumotlariga ko'ra, sho'rlangan gruntlarda tuz to'planish jarayoni quyidagi sharoitlarda paydo bo'ladi:

- subaeral deltalar va tog' etagidagi tekisliklarda, tuzlar gorizontalar yo'nalishda ko'chganda va suvlarning tog' etaklari bo'yida saqlanib qolganida;

- g'ovakliklar ichidagi eritmalar bug'lanishi va tuzlar vertikal yo'nalishi bo'yicha ko'chishi natijasida;

- tarkibida noturg'un komponentlar bo'lgan jinslarning kimyoviy yemirilish jarayoni natijasida.

Kontinental sharoitlarda sho'rlangan gruntlar hosil bo'lishiga keng botiqliklarning borligi va yer osti suvlari oqib ketishining qiyinligi hamda ularning yuzaga yaqin bo'lishi sabab bo'ladi.

Ikkilamchi sho'rlanishning asosiy sabablari (antropogen omillar ta'siri) quyidagilar:

- sug'orish tizimlarining mukammal emasligi;

- qurilgan yoki qurilayotgan hududlarning gidrosferasiga texnogen ta'sirlar;

- sanoat chiqindilaridagi tuz uyumlari, to'plagich va shlam to'plagichlardan, shuningdek, kimyoviy moddalar eritmalarining gruntlari bo'yicha filtrlanishi, turli sanoat korxonalarini kommunikatsiyalaridan.

Suvda erish darajasiga ko'ra, grunda mavjud bo'lgan tuzlar oson, yengil va qiyin eriydigan tuzlarga bo'linadi. Oson va yengil eriydigan tuzlar suvda eriydigan tuzlarga kiradi.

Sho'rlangan gipsli gruntlar tarqalgan hududlarda sanoat va fuqaro bino va inshootlarini qurish muommasiga birinchi bo'lib I.I. Cherkasov etibor qaratdi. U 1950 -yillarda Qozog'iston hududida gips miqdori 40% dan yuqori bo'lgan gilli gruntlar ustiga maxsus chora-tadbirlarsiz qurilgan va natijada deformatsiyaga uchragan bino va inshootlarni tekshirib chiqdi. Tekshiruv natijasida shu aniqlandiki, bino va inshootlarning deformatsiyalanishi asosning suv tasirida qisqa va uzoq muddatli namlanishi natijasida yuz beradi va bu gruntning cho'kishi bilan ham, poydevorning yemirilishi va buzilishi bilan ham bog'liq bo'ladi. Ko'rsatilgan deformatsiyalarni bartaraf qilish bo'yicha chora-tadbirlar ishlab chiqildi.

I.I. Cherkasov Qozog'istonning qurg'oqchil hududlaridagi shaxsiy kuzatuvlari asosida shunday hulosaga kelindiki, bino tomlaridan suv oqib tushishi, hududni sug'orish va boshqa mahalliy namlash manbaalarining tasiri hisobiga, nisbatan qisqa muddatli (1-2 yil va undan kam) suv bilan to'yinishi natijasida, kuchli gipslangan makrog'ovak gruntlardan tuzilgan asoslarning yuk ko'tarish qobili-

yatini pasayishi va deformatsiyalanishi ortadi. Bunday gruntlarda deformatsiyalanish, ular tarkibidagi tuzlar erib ketishi va filtrlovchi oqim oqizib ketishidan oldin kuzatilishi mumkin.

I.I. Cherkasovning fikricha, makrog'ovak gipslangan gruntlarda mustahkamlikning kamayishi, asosan, suv bilan to'yingan holatlarda ular orasidagi kontaktlarda tuzli bog'lanishlarning yumshashi (ivishi) hisobiga yuz beradi.

**Natijalar.** Sho'rlangan hududlarda inshootdan foydalanish tartibiga yoki uning asosidagi gidrogeologik sharoitlarni o'zgarishga ko'ra, cho'kish va suffoziyali cho'kish yuz berishi mumkin. Bunda oson va o'rtacha eruvchan tuzlar ham yuvilib ketishi mumkin, inshootlar asosidagi tuzlar chiqib ketishi tufayli gruntning turi o'zgaradi (masalan, asosning grunti tadqiq qilinganda - mustahkam gruntlar, avariya holatidagi inshoot tekshirilganda - bo'shoq gruntlar). Bunday gruntlarning suvga to'yinishi va ishqori yuvilishi natijasida, ularning deformatsiya va mustahkamlik tavsiflari qiymatlarining jiddiy kamayib ketishi kuzatilmoqda. Tadqiqotlarning tahlil natijalari, supesli va suglinkali gruntlarning kuchli sho'rlanishini ko'rsatadi. Bu holatni, ulardagi kapillyarlar orqali mineralashgan yer osti suvlarining yer yuzasiga ko'tarilib chiqishi bilan tushintirish mumkin. Bunday sharoitda gruntlarning yuza qatlamlarida tuz miqdorini oshishi kuzatiladi.

Sho'rlangan gruntlarga suv uzoq vaqt davomida ta'sir qilganida, ularning sho'rlanish darajasi va mexanik tavsiflarining o'zgarish qonuniyatlarini o'rganish va prognoz qilish uchun suglinkali va supesli na'munalardan foydalanilgan.

Tajribalar natijasida tabiiy tuzilgan supes va suglinkali gruntlarning zichlik ( $\rho$ ,  $\rho_d$ ,  $\rho_s$ ), namlik ( $w$ ), mustahkamlik va deformatsiya ( $S$ ,  $\varphi$ ,  $E$ ) tavsiflari aniqlangan. Shuningdek, granulometrik, mikroagregat, kimyoviy (engil eruvchi tuzlar, gips miqdori, kalsiy) va mineral tarkibi o'rganilgan.

Gruntlarda tuzlarning paydo bo'lishi tog' jinslarining erishi va kimyoviy nurash jarayonlari bilan bog'liq bo'lib, bunga minerallar tashkil etuvchilarining - tuz eritmalariga o'tishi sabab bo'ladi. Tuzli eritmalar cho'kindi jinslar, gruntlar va yer usti suvlarida harakatlanib, tuzlarning ikkilamchi to'planishini hosil qiladi. Bundan tashqari, tuzlar gruntlarda, vulqonlar otilganda, atmosferaga korxonalarining chiqindilari chiqarib tashlanganda, shuning-

dek, boshqa texnogen omillar ta'sir qilganda kelib chiqishi mumkin.

Dengiz cho'kindilarida tuzning to'planishi va gruntlarda kontinental tuz to'planishi bilan farqlanadi. Ushbu cho'kindilarda oson eruvchan tuzlarning maksimal miqdori 5-8% dan oshmaydi. Quriyotgan dengiz ko'rfazlari va kontinental dengizlar bundan mustasno, ulardagi cho'kindilarda 15-20% gacha oson va qiyin eruvchan tuzlar hosil bo'ladi.

Qurg'oqchil iqlim va gruntlardagi namlik muvozanati holatida kontinental tuzlarning to'planishi mintaqaviy bo'lgan hududlar uchun xos bo'lib, bunda bug'lanadigan namlik miqdori yog'adigan atmosfera yog'inlari miqdoridan ko'p bo'ladi. Bunday sharoitlarda sho'rlangan gruntlar hosil bo'lishi yer osti suvlarining kapillyar ko'tariladigan zonasida o'ta to'yingan bo'ladi, grunt g'ovakliklaridagi eritmalar bug'langanda, ulardan tuz kristallari ajralib chiqishi natijasida yuz beradi.

Tuzlarning yuvilishi bilan bog'liq gidrotexnik va meliorativ inshootlarning deformatsiyalari bir necha marta kuzatilgan. Sho'rlangan gruntlarning qurilishga oid xossalarni xar tomonlama o'rganish natijalari, kelgusidagi tadqiqotlarning asosiy yo'nalishlari belgilab olindi, bino va inshootlarning deformatsiyalanish bilan bog'liq hodisalari keltirildi.

Arid va yarim arid zonalarida, jumladan, qishloq xo'jaligi bo'yicha o'zlashtirish uchun yaramaydigan hududlarda qurilish hajmi oshganligi munosabati bilan sho'rlangan gruntlar ustida qurilgan fuqoro va sanoat bino va inshootlarining deformatsiyalangan holatlari ko'p kuzatildi. Ko'pincha bunday deformatsiyalar sho'rlangan hududli maydonlarda, tarkibida gips bo'lgan va gilli gruntlarda kuzatiladi.

Aniqlangan natijalardan ko'rinadiki, deformatsiyalar, cho'kishlar, siljishlar tarkibida oson eruvchan tuzlar va gips bo'lgan gruntlar ustiga qurilgan bino va inshootlarda bo'lishi mumkin. Ammo ma'lum bo'lgan avariya (halokat) holati, jumladan, o'ziga hos xususiyatga ega bo'lgan deformatsiyalar va cho'kishlar gips miqdori yuqori bo'lgan gipslangan gilli gruntlar ustidagi qurilishlarda kuzatildi.

Yuqorida bayon qilingan fikrlar bo'yicha, inshootlarning umumiy xususiyatga ega deformatsiyalarini keltirib chiqaruvchi sabablari batafsil ko'rib chiqiladi. Olib borilgan tadqiqot material-

lariga ko'ra, tabiiy sharoitlarda yengil-quruq holatda bo'lgan gruntlar biroz siqiluvchan va o'ta mustahkam bo'ladi. Gruntlarning qisqa muddatdagi holatida suvga to'yinishi ko'p hollarda ularning fizik-mexanik xossalarini biroz o'zgarishiga olib keladi. Uzoq muddat namlanganda esa, grunt hossalarning o'zgarish ehtimoli hisobga olinmagan. Shu bilan birga, sanoat va fuqaro, bino va inshootlaridan foydalanilganda ularning asosidagi gruntlar amalda uzoq vaqt va jadal namlanmaydi deb hisoblangan. Ko'p hollardagi tadqiqotlarda shuningdek, poydevorlar, inshootlarning yer osti qismlari va quvurlarning materiallariga nisbatan gruntlar va yer osti suvlarining agressivlik ta'siri hisobga olinmagan.

Deformatsiyalangan bino va inshootlar tekshirilganda qurilish ishlarining jumladan, nishab yo'lklarini qurish, uchastkalar yuzasini rejalash, quvurlar tutashgan joylarning sifati past deb baholandi.

Bino va inshootlardan foydalanish jaranyoida yer osti kommunikatsiyalaridan doimiy va nazorsiz suv sizishlari, inshoot asosiga yomg'ir suvlari oqib tushishi, daraxtzorlarni betartib sug'orish holatlari kuzatildi. Gruntlarning doimiy namlanishi nafaqat asosning cho'kishi va suffoziyali cho'kish rivojlanishiga, balki kommunikatsiyalarning zanglashiga olib keldi, natijada gruntga kelib tushadigan suv miqdori mutassil ortib bordi.

Deformatsiyalangan binolarni kuzatishdan ma'lum bo'ldiki, gilli gruntlardagi gips miqdori 30-40% dan yuqori bo'lganda gruntning cho'kishi va suffoziyali cho'kislari, demakki, inshootning deformatsiyalari dastlabki 1-2-yillarda yuzaga keladi, keyin esa vaqt o'tib ortib boradi va 10-20 yil davomida rivojlanishi mumkin. Bunda bino va inshootlar konstruksiyasi elementlarining vertikal surilishi 30 sm va undan ko'pga yetadi. Gilli gruntlarda gips miqdori 30% dan kam bo'lganda deformatsiyaning birinchi belgilari (bino devorlaridagi darzlar, nishab yo'lklar va piyodalar yo'lklarining cho'kishi, kommunikatsiyalarning uzilishi) bino va inshootlar 50-100 yil ekspluatatsiya qilingandan keyin paydo bo'ladi, konstruksiya elementlari vertikal surilishidagi maksimal farq esa 15-20 yil foydalanilgandan keyin, odatda, 10-15 sm dan oshmaydi (asos doimo ishlatilib turgan sharoitda).

**Muhokama.** Sho'rlangan gruntlarning fizik xossalari qattiq holatda bo'lgan va g'ovaklar ichidagi suvda erigan tuzlarning turi va miqdoriga, shuningdek, zarralarning dispersligi va gidratatsiya darajasini belgilovchi almashuv kationlarining yutilish sig'imi va tarkibiga bog'liq.

Gipslangan supes va suglinoklarda, ayniqsa, gips 10% dan ko'p bo'lsa, oson eruvchan tuzlar miqdori 2% dan oshmaydi. Yutilish sig'imi kam, shu sababli oson eruvchan tuzlar va almashuv kompleks shu gruntlarining fizik va strukturaviy-mexanik xossalari shakllanishida asosiy rol o'ynaydi. Gipslangan gruntlarning kristallanish sementlanish bog'liqliklari va hossalari, asosan, gipsli tashkil etuvchi bilan aniqlanadi.

Suvga to'yingan gruntlarda oson eruvchan tuzlar, odatda, to'liq suyuq fazada (g'ovaklar ichidagi eritmada) bo'ladi, bunda ularning miqdori 450 g/l va undan yuqori bo'ladi. Namlik past bo'lgan arid zonada oson eruvchan tuzlar qattiq (kristall) fazada bo'ladi. G'ovaklar ichidagi suvda erigan tuzlar gil zarralarining koagulyasiyasiga yordam beradi, shuning uchun, sho'rlangan gruntlarda  $<0,005$  mm fraksiyalar agressiv holatda bo'ladi. Oson eruvchan tuzlar hosil qilgan sementli bog'lanishlar suvga chidamli bo'lib, grunt qatlamini qisqa muddat suv bosganda yemirilishi mumkin.

Aytib o'tilganlarni hisobga olgan holda mavjud suvda eriydigan tuzlarning tarkibi va miqdoriga ko'ra, gruntlarning fizik va filtrlanish xossalari o'zgarishining asosiy qonuniyatlarini ko'rib chiqiladi.

Gruntlarning gil-kolloid fraksiyalari eritmalarining tarkibi va miqdori o'zgarishiga juda sezgir. Mavjud tuzlarning turiga ko'ra zarralar ajralishi (dispersatsiya) va birlashishi yuz beradi. Gruntlardagi almashuv jarayonlari asosan, ionlar  $\text{Na}^+$  (dispersator) va  $\text{Ca}^{2+}$  (koagulyator) miqdori bilan aniqlanadi. Grunt zarralarining disperslanishiga yordam beradigan natriyni yutganda, gidrofil bo'lib qoladi, uning suvni tutib qolish qobiliyati ko'pchishi, plastikli, yopishqoqligi, chiziqli cho'kishi, maksimal molekulyar namlik sig'imi, suvo'tkazuvchanligi ortadi. Gruntlarda bo'lgan teskari o'zgarishlar natriy ionlari kalsiy ionlari bilan, ayniqsa, vodorod ioni bilan aralashganda kuzatiladi.

Oson eruvchan tuzlar miqdori oshganda grunt zarralarining zichligi -  $\rho_s$  kamayadi, bunda  $\rho_s$  ning o'zgarishi nisbatan kichikroq diapazonda namoyon bo'ladi hamda tuzlarning tarkibiga va sho'rlanish

darajasiga bog'liq bo'ladi. Suyuq fazada bo'lgan oson eruvchan tuzlar gruntning g'ovakligi va zichligiga ta'sir qiladi. NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub> va CaCl<sub>2</sub> eritmaları kiritilganda gruntning zichligi ortadi. Oson eruvchan tuz kristallari (ayniqsa, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10H<sub>2</sub>O va MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O kristallogidratlar) borligi gruntni zichligi va bog'langanligi kamayishiga olib keladi va filtrlash qobiliyatini oshiradi.

Umuman grunda natriy tuzlar bo'lganda gruntni zichligi ortadi, bu tabiiy agregatlar o'z-o'zidan disperslanishi va strukturaviy elementlar zich joylashishi bilan bog'liq.

Cho'kishdan keyingi (suffoziyali) deformatsiyalarning belgilangan katta qiymatlarida o'zgarib turishini gruntni vaqt bo'yicha deformatsiyalanish jarayoni murakkabligi bilan izohlash mumkin. Cho'kishdan keyingi (suffoziyali) deformatsiyalar rivojlanishining miqdoriy qonuniyati va sifat xususiyati bir qator parametrlarga bog'liq. Ularning asosiylari quyidagilar: gruntning genetik, mikeralogik va struktura xususiyatlari, tuzlarning boshlang'ich miqdori va sifat tarkibi, gruntning granulometrik tarkibi (plastikligi) zichligi (g'ovakligi), filtrlash qobiliyati, suvning tarkibi va shimish sharoitlari, gruntning tuzsizlanish darajasi, ta'sir qiluvchi bosim.

Deformatsiya bo'yicha asoslarni hisoblash (ikkinchi chegaraviy holat bo'yicha) quyidagi shartlar asosida amalga oshiriladi:

- Suv yoki eritmaning filtratsiyasi natijasida gipsning grunt massasidan erishi va ishqorlanishi yuz beradi.
- Gips ishqorlanishi mumkin bo'lgan hudud (ishqorlanish hududi) uzunligi gipsning filtrlanayotgan suyuqlik bilan to'yinishi sharoiti bilan chegaralangan.
- Filtrlash sharoitida ishqorlanish hududi kengayadi, ya'ni filtratsiya oqimi yo'nalishi bo'yicha uning uzunligi oshadi va grunt tarkibidagi gips miqdori kamayadi.
- Asosning suffozion deformatsiyasi ishqorlanish hududi atrofida yuzaga keladi va hudud kengayishi bilan rivojlanadi.

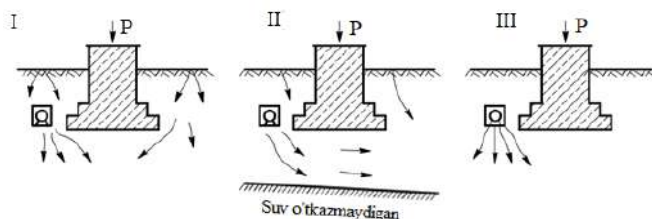
Asos deformatsiyasini hisoblashda poydevor asosidagi suv oqimining filtratsiya sxemasini hisobga olish kerak (1-rasm):

1-sxema: cheksizlikdagi birtekis vertikal filtratsiya (poydevorning ostining hammasi va

uning atrofini bir vaqtda va bir tekis namlanishi natijasida yuzaga keladi);

2-sxema: chegaralangan qalinlikdagi qatlamda gorizontall filtratsiya (nisbatan suv o'tkazmaydigan qatlam ustida yotgan sho'rlangan grunt qatlami bo'lganda yuzaga keladi);

3-sxema: joylardagi manbalardan namlanishdan filtratsiya (poydevor asosining qisman namlanishidan yuzaga keladi).



**1-rasm. Poydevor asosining namlanish sxemasi:**

*I - cheksizlikdagi bir tekis vertikal filtratsiya; II - chegaralangan qalinlikdagi qatlamda gorizontall filtratsiya; III - joylardagi manbaalardan namlanishdan filtratsiya.*

**Xulosa.** Yer osti suvlarining ta'siri faqat mahalliy sho'rlanish bilan tavsiflangan va sho'rlangan bo'lmagan gruntni bilan o'ralgan hududlarga ta'sir qilish mumkin.

Maqsadga ko'ra oqimni to'xtatuvchi yoki sekinlashtiruvchi filtrga qarshi himoyalar, silikat, bitum, gilli, sement, gruntni sement va boshqalar bo'lishi mumkin.

Ba'zida himoya vositalari, yupqa betondan tayyorlanadi, lekin bu holda yuzaning suvga chidamligini yo'qotishga olib keladigan yoriqlar paydo bo'lish xavfi mavjud. Bundan tashqari, sho'rlangan gruntni beton himoya vositalarini o'rnatishda betonni suvning agressiv ta'siridan himoya qilish muommasi paydo bo'ladi.

Filtratsiyaga qarshi himoya vositalarini o'rnatish chuqurligi, ayniqsa, "gruntdagi devor" usulini qurilish amaliyotiga keng joriy etish bilan birga handaqlarni qurish ko'pincha katta miqdordagi suvdan foydalanish bilan birga bo'lishini hisobga olish kerak. Shuning uchun, sho'rlangan gruntni qurilishda ba'zan samaraliroq mexanizmlardan voz kechish (gidravlik frezlash mashinasi, yuqori bosimli reaktiv, suv osti burg'ulash moslamasi bo'lgan dastgohlar) va unumdorligi past bo'lgan tutqichli qurilmalardan foydalanish kerak. Devorlarning yaxshi barqarorligi tufayli, gipsli sho'rlangan gruntni handaqlarni qurish beton yoki boshqa eritmalaridan foydalanmasdan amalda

oshirilishi mumkin. Filtrga qarshi himoya vositalarini o'rnatish chuqurligi ko'p jihatdan qurilish maydonchasining muhandislik-geologik va gidrogeologik sharoitlariga bog'liq. Gruntning yuqori darajada sho'rlanishi va taglik tuzilishda doimiy filtrlash oqimi mavjud, filtrlash oqimini tuzlar bilan su'niy ravishda to'yintirish orqali suvning erituvchi quvvatini kamaytirish usulidan ham foydalanish mumkin.

Yer osti suvlari darajasini pasaytirish va filtrlash oqimini ushlab turish uchun har xil turdagi drenajlarni tashkil qilish tavsiya etiladi. Ammo shuni yodda tutish kerakki, sho'rlangan gruntlarni quritishdan so'ng sirdan yoki mahalliy namlash manbalaridan suv strukturaning ostiga kirmasligi kerak. Aks holda, drenajdan keyin kelajakda (asosni namlash natijasida) gruntning tuzsizlantirish va suffoziya deformatsiyalarining rivojlanishi mumkin. Kichik qalinlikdagi gipsli blokli gruntlarda inshootlarni qurishda sho'rlangan gruntning qalinligi bo'yicha kesish, tuzsiz gruntlarga poydevor o'rnatish, gipsli gruntlarni boshqa grunt bilan almashirish va konstruktiv choralarni ko'rish tavsiya etiladi.

Agar baza katta qalinlikda ega bo'lgan katta blokli gruntlardan iborat bo'lsa, suvni himoya qilish va konstruktiv choralar, shuningdek, grunt tagligi qurilmasini qo'llash tavsiya etiladi. Shunday qilib, grunt da karbonat kalsiy miqdori 5% dan kam bo'lganda, u hisobga olinmaydi, 5% dan 25% gacha bo'lganda esa grunt ohaklashgan deb ataladi. Odatda karbonatlarning katta miqdori kelib chiqishi har xil bo'lgan changsimon gruntli gruntlarda bo'ladi.

Grunt tuzlari suv va boshqa eritmalar tasirida erib, grunt ichida yoyilib ketishi mumkin. Grunt dan eriydigan tuzlar chiqib ketishi miqdor yoki tuzning yuvilishi yoki kimyoviy suffoziya deb ataladi. Aktiv ishqor yuvilishidan oldin gruntlardagi tuzlarning erishi yoki yutilgan holatdan eritmaga o'tish jarayoni yuz beradi. Bunday jarayonlar o'zaro bog'langan, ya'ni tuzlarning erishi va eritmaga o'tishi ularni grunt dan chiqib ketishini oldindan belgilaydi.

Grunt dan tuzlarning chuchuk suv bilan yuvilish tezligi namlik ko'pchilik xususiyatiga bog'liq bo'lib, u filtrlash koefitsientining miqdori bilan nazorat qilinadi: konvektiv namlik ko'chishida (filtrlanishda) tuzning yuvilish tezligi maksimal bo'ladi. Bunday holat filtrlash koefitsiyenti

taxminan  $10^{-3}$  m/sutka napor gradienti  $10^{-6}$  m/sutka atrofida bo'lganda kuzatilishi mumkin.

Suv o'tkazuvchanlikning kichik qiymatlarida tuzlarning yuvilish aksari diffuziyali bino va inshootlar bilan ro'y beradi va sekin kechadi.

Grunt dagi tuzlarning yuvilishi shuningdek grunt orqali harakatlanayotgan suvdagi tuzlarning tarkibi va miqdori bilan ham nazorat qilinadi: tarkibidagi tuz miqdori grunt dagedek bo'lgan to'yingan eritma grunt orqali harakatlanganda grunt dagi tuzlar erimaydi. Shu sababli sho'rlangan grunt ga tushgan chuchuk suv muayyan masofani o'tib, tuzlar bilan to'yinadi va erituvchi hususiyatini yo'qotadi. Grunt ga faqatgina yangi miqdordagi chuchuk suv tushganda tuzlarni aktiv eritishi va chiqarib tashlashi mumkin. Grunt ga tuzlarning shuningdek, kislota va ishqorlarning muayyan eritmaları ta'sir qilganda grunt dan nafaqat kuchsiz va o'rtacha eruvchan, balki qiyin eruvchan tuzlarni ham to'liq butunlay chiqarib tashlash mumkin.

Sho'rlangan gruntli grunt ga chuchuk suvlar uzoq vaqt ta'sir qilishi natijasida kuchli va o'rtacha eruvchan tuzlardan (xloridlar sulfatlar) tashqari kuchsiz eruvchan birikmalar (karbonatlar, qum-grunt, temir oksidlari) ham chiqib ketadi. Ular grunt larning tabiiy sementlari bo'lib ularning mustahkamlik va deformatsiya hususiyatlarini belgilaydi. Shuning uchun bunday tabiiy sementlarni ketkazish yoki kuchsizlantirish grunt larning tarkibi va strukturasi o'zgartiradi va xossalari o'zgarishini belgilaydi.

Grunt dagi tuzlarning nisbatan bir xil taqsimlanishi va yer osti suvlarning yuqori darajasi bilan nomukammal pardani yer osti suvlari darajasiga yetkazish tavsiya etiladi. Boshqa hollarda, chuqurlikka keltiriladi, unda qo'shimcha vertikal bosimlar  $\sigma_{z\rho}$  dastlabki cho'kish bosimi  $\rho_{sl}$  va suffoziya siqilishning dastlabki bosimi  $\rho_{sf}$  kam bo'ladi [8,9].

Tadqiqot o'tkazilgan hududlarda, asosan allyuvial-prolyuvial gruntlar tarqalgan bo'lib, ularning sho'rlanish miqdori qumlarda 1,2% dan 1,8% gacha, supeslarda 1,5% dan 15,8% gacha, suglinkalarda 2,4% dan 18,5% gacha, gillarda 1,25% dan 5,8% gacha o'zgaruvchanligi aniqlandi. Grunt suvlarining sathi 1,2-2,8 metr chuqurlikda joylashgan. Ular ta'sirida bino va inshootlar asosining mustahkamlik ko'rsatkichlari 20 dan 50% gacha kamayadi.


Qiyin eriydigan tuzli, xususan, gipsli shoʻrlangan gruntlardan suv 12 oydan 24 oygacha boʻlgan vaqt davomida sizib oʻtganda, ularning mustahkamlik qiymatlari va ulardagi tuzlar miqdori, yaʼni shoʻrlanish darajasi 70-80% ga kamayadi, bu esa oʻz navbatida bino va inshootlarning asosini turgʻunligining pasayishga va choʻkishiga olib keladi.

Shoʻrlangan gruntlarning ishqorini yuvish va suvning uzoq vaqt taʼsir etishi natijasida hisoblanadigan shartli qarshilikning 1,2-1,6 barobar kamayishi va bunday sharoitlarda poydevorning qoʻshimcha choʻkishi 1,5-2,0 barobarga ortishi mumkin ekanligi baholandi.

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROʻYXATI**

1. Zafarov O., Gʻulomov D., Murodov Z. Conducting engineering-geological researches on bridges located in our country and diagnosing their super structures, methods of eliminating identified defects //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – T. 2789. – №. 1.
2. Bobojonov R., Zafarov O., Yusupov J. Soil composition in the construction of engineering structures, their classification, assessment of the impact of mechanical properties of soils on the structure //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – T. 2789. – №. 1.
3. Maxkamov Z. et al. Conducting engineering and geological research on the design and construction of buildings and structures in saline areas //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – T. 2789. – №. 1.
4. Kayumov A., Zafarov O., Kayumov D. Changes of mechanical properties in humidification saline soil based in builds and constructions //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – T. 2789. – №. 1.
5. Hudaykulov R. et al. Filter leaching of salt soils of automobile roads //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – T. 264. – C. 02032.
6. Maslov N. N. Fundamentals of engineering geology and soil mechanics. Textbook for high schools. –M.: Higher School, 1982.- 511 p.
7. Dmitriev V.V., Yarg L.A. Methods and quality of laboratory study of soils: textbook / V.V. Dmitriev, L.A. Yarg. –M.: KDU, 2008. - 502 p.
8. Trofimov V. T., Koroleva V. A. Laboratory work on soil science. –M.: KDU, University book, 2017. - 654 p.
9. Trofimov V. T. et al. Ground science. –M., Publishing House of Moscow State University, 2005. - 1024 p.
10. Muzaffarov A. A., Fanarev P. A. Engineering and geological support for the construction of highways, airfields and special structures. Tutorial. M.: MADI, 2016. -180 p.

UO‘K: 543.42:546.92

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.6

**DEAMGO ERITMASI YORDAMIDA METALLARNI AMPEROMETRIK  
ANIQLASHDA INERT ERITUVCHILAR TABIATI VA  
KONSENTRATSIYASINING O‘RGANILADIGAN ERITMALARNING  
ELEKTRO‘TKAZUVCHANLIGIGA TA’SIRI**



**Safarova Guljaxon Eshtemirovna**

*k.f.f.d.(PhD), Qarshi muhandislik-iqtisodiyot intinuti, Qarshi, O‘zbekiston  
E-mail: gsafarova990@gmail.com*

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqotdan maqsad tabiiy obyektlar va sanoat materiallari tarkibidagi palladiy (II), kumush (I) va simob (II) ionlari miqdorini dietilamino-4-metilgeksin-2-ol-4 (DEAMGO) eritmasi bilan suvsiz va aralash muhitlarda amperometrik titrlash uslublarini ishlab chiqish va sharoitlarini optimallashtirishdan iborat.

Tadqiqot davomida aniqlangan xususiyatlar va fon elektrolitlar, inert erituvchilar, kislotalar va boshqa omillarning tabiati va konsentratsiyasini dietilamino-4-metilgeksin-2-ol-4 eritmasi eritmasi yordamida palladiy (II), kumush (I) va simob (II) metallarini suvsiz amperometrik aniqlash usullarini ishlab chiqish va sharoitlarini optimallashtirishda inert erituvchilarni tabiati va konsentratsiyasini o‘rganiladigan eritmalarning elektro‘tkazuvchanligiga ta’siri bo‘yicha tadqiqot ishlari olib borildi.

Suvsiz va aralash muhitlarning elektro‘tkazuvchanligini aniqlash orqali amperometrik, potensiometrik, konduktometrik va boshqa titrlashlarni o‘tkazish mumkin, chunki to‘g‘ri va qayta tiklanadigan natijalarni olish suvsiz va aralash eritmalarning tabiatiga bog‘liq. Shuning uchun tabiati turlicha bo‘lgan metallarning tuzlarini tutgan bunday muhitlarning elektro‘tkazuvchanligini o‘rnatish zamonaviy fizik, analitik va elektrokimyoning dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi.

**Kalit so‘zlar:** dietilamino-4-metilgeksin-2-ol-4, palladiy(II), kumush(I), simob(II), metall, inert erituvchi, elektro‘tkazuvchanlik, titrlash, fon elektrolitlar, amperometrik.

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ ИНЕРТНЫХ  
РАСТВОРИТЕЛЕЙ НА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ИССЛЕДОВАННЫХ  
РАСТВОРОВ ПРИ АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ  
МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТВОРА ДЕАМГО**

**Сафарова Гулжахон Эштемировна**

*(PhD), Қаршинский инженерно-экономический институт, Қарши, Узбекистан*

**Аннотация.** Целью данного исследования является определение количества ионов палладия(II), серебра(I) и ртути(II) в природных объектах и промышленных материалах с помощью раствора диэтиламино-4-метилгексин-2-ол-4 (ДЕАМГО). в безводных и смешанных средах разработка методов титрования и оптимизация условий.

*Природу и концентрацию фоновых электролитов, инертных растворителей, кислот и других факторов определяют в ходе исследования амперометрическим определением металлов палладия(II), серебра(I) и ртути(II) без воды с использованием диэтиламино-4-метилгексин-2-ола. -4 решения при разработке методов и оптимизации условий проведены исследования по влиянию природы и концентрации инертных растворителей на электропроводность исследуемых растворов.*

*Амперометрическое, потенциометрическое, кондуктометрическое и другие титрование можно проводить путем определения электропроводности безводных и смешанных сред, поскольку получение точных и воспроизводимых результатов зависит от природы безводных и смешанных растворов. Поэтому установление электропроводности таких сред, содержащих соли металлов различной природы, является одной из актуальных задач современной физики, анализа и электрохимии.*

**Ключевые слова:** *диэтиламино-4-метилгексин-2-ол-4, палладий(II), серебро(I), ртуть(II), металл, инертный растворитель, электропроводность, титрование, фоновый электролит, амперометрический.*

## **INFLUENCE OF THE NATURE AND CONCENTRATION OF INERT SOLVENTS ON THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF THE STUDIED SOLUTIONS IN THE AMPEROMETRIC DETERMINATION OF METALS USING DEAMGO SOLUTION**

*Safarova Guljakhon Eshtemirovna*

*PhD, Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi, Uzbekistan*

**Abstract.** *The aim of this study is to determine the amount of palladium(II), silver(I) and mercury(II) ions in natural objects and industrial materials using a solution of diethylamino-4-methylhexin-2-ol-4 (DEAMGO) in anhydrous and mixed media, develop titration methods and optimize conditions.*

*The nature and concentration of background electrolytes, inert solvents, acids and other factors are determined in the course of the study by amperometric determination of the metals palladium(II), silver(I) and mercury(II) without water using diethylamino-4-methylhexyn-2-ol. -4 solutions in the development of methods and optimization of conditions, studies were conducted on the influence of the nature and concentration of inert solvents on the electrical conductivity of the solutions under study.*

*Amperometric, potentiometric, conductometric and other titrations can be carried out by determining the electrical conductivity of anhydrous and mixed media, since obtaining accurate and reproducible results depends on the nature of anhydrous and mixed solutions. Therefore, establishing the electrical conductivity of such media containing metal salts of various natures is one of the urgent problems of modern physics, analysis and electrochemistry.*

**Keywords:** *diethylamino-4-methylhexyn-2-ol-4, palladium(II), silver(I), mercury(II), metal, inert solvent, electrical conductivity, titration, background electrolyte, amperometric.*

**Kirish.** Bugungi kunda dunyoda atrof muhitni muhofaza qilish muhim ahamiyatga ega. Shu maqsadda turli sanoat korxonalarining chiqindilari, oqova suvlar, tabiiy hamda texnogen obyektlar tarkibidagi rangli va nodir metallar ionlari miqdorini aniqlashda elektrokimyoviy titrlash usullari keng qo'llanilmoqda. Shunga ko'ra, rangli va nodir metallar ionlarini ichki kompleks birikmalar shaklida

elektrokimyoviy aniqlashning selektiv, tezkor, usullarini ishlab chiqish uchun yangi kompleks hosil qiluvchi organik reagentlarni sintez qilish va ularning elektrokimyoviy, fizik-kimyoviy, kislota-asosli xossalari aniqlash, hamda organik reagentlarning qimmatli analitik xossalarga ega bo'lgan yangi hosilalarini olish, ulardan analitik usul uchun eng maqbullarini tanlash va ularning analitik usul-

larda qo'llanilish sohasini kengaytirish muhim ahamiyatga ega.

**Tadqiqot materiallari va uslubi.** Mualliflar taklif qilgan usullarda, Tahlilning elektrokimyoviy usullarida platina metallarini 8,8-dixinolindisulfid-da (DXLDS) ishlatish imkoniyati ko'rsatib berilgan (kumush va oltin). Platina (IV), palladiy (II), kumush va oltin (III) RS-SR yordamida cho'kmaga tushgan, bunda protofil erituvchilarda sariq va qizil kam eruvchan cho'kmalar va protogen muhitlarda yaxshi eriydigan, aralash ligandli kompleks birikmalar hosil qilishi o'rganilgan.

Ayniqsa asetonitrilli muhitlarda reaksiyalar tez va miqdoriy sodir bo'lgan. E.n. belgilash uchun mualliflar bir indikatorli elektrodli amperometrik usulni eng qulay deb hisoblashgan. Titrlash vaqtida indikatorli elektrodlariga beriladigan kuchlanish 0–0,1V (to'y.k.e.) diapazonda bo'lgan. Kompleksdagi komponentlarning nisbati har doim metall:reagent - 1:2 bo'lgan. O'rganilgan metallarning aniqlanadigan minimumi 30 ml tahlil qilindigan namunada 0,8 mg teng bo'lgan, nisbiy standart chetlanish 0,04 dan oshmagan. Platina, kumush va palladiy DXLDS eritmasi yordamida elektrokimyoviy aniqlash yuqori tanlab ta'sir etuvchanlik bilan farq qilgan: aniqlashga nikel, kobalt, kadmiy, rux, mis, iridiy, ruteniy, osmiy ionlari xalaqit bermasligi o'rganilgan. Mishyak (III), surma (II), kumush (I) va palladiy (II) ionlarini amperometrik aniqlash uchun titrlanadigan reagent sifatida morfolin-4-karbodionat (MFKDT) tavsiya qilingan [1; B. 501–510.]. Depolyarizator organik muhitlarda aniq ifodalangan diffuzion, bir elektronli qaytar anodli to'lqin berishi isbotlangan, u potensialning keng sohasini egallab olgan -0,2 dan +0,3V (to'y.k.e.). Reagentning oksidlanishini anodli tokini uning konsentratsiyasiga bog'liqligi aniqlangan va uning tahlil qilindigan eritmada chiziq-li xarakteri ko'rsatib berilgan (25 ml).

Dastlabki tajriba natijalariga ko'ra, berilgan reagentning eritmasi bilan kumush (I) va palladiy (II) ionlarini aniqlashda metall komplekslarining komponentlarini tegishli cho'kma hosil qilib ta'sirlashishi o'rganib chiqilgan. Berilgan tashqi potensial: mishyak (III) uchun -0,2V; surma (III) uchun -0,1V va palladiy (II) uchun -0,15V bu metallarni qaytarilishiga yo'l qo'ymasligi isbotlangan, biroq reagentni simob tomchili elektrodda to'liq oksidlanishini ta'minlashi isbotlangan.

Organik erituvchilarni (propanol-2, aseton, etanol va b.) tabiati va konsentratsiyasini konsentratsiyalarning 1:1 nisbatida ta'siri o'rganilgan, ekvivalent nuqtada u katalitik ta'sirni to'liq yo'qotishi o'rganilgan. Sulfat, xlorid va nitrat kislotalar sinalgan; faqat sulfat kislota ta'sirida katalitik ta'sir kuzatilgan, u adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlarga to'liq javob bergan. Au (III) konsentratsiyasini  $5,0 \cdot 10^{-4}$  dan  $2,5 \cdot 10^{-2}$ M gacha ko'payishi e.n.dagi signalni o'zgarishini oshirgan, biroq uning keyingi ko'payishlari (0,1M gacha) ingibirlovchi ta'siri tufayli, analitik signalni kamaytirishi isbotlangan, bu adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlarga mos kelgan. Optimal konsentratsiyalar – 0,005M Ag uchun, 0,02M va 0,01M – Pd va Hg uchun. Tajribalar ko'rsatishicha, barcha o'rganilgan elektrodlardan foydalanish mumkinligi, biroq grafitli va shishauglerodli elektrodlardan nodir metallarni ATda foydalanish afzalroqligi o'rganilgan. Xuddi shu sababli, Pd, Hg va oz miqdordagi Ag ni aniqlashda grafit elektrodlar tanlab olingan. Barcha ishlab chiqilgan usullardan foydalansa bo'lishi o'rganilgan, katod-qutbli elektrod ishtirokida AT boshqa fizik-kimyoviy va fizik usullarga qaraganda samarali emasligi isbotlangan. [2; B. 928-931. 3; B. 394. 4; B. 14-16].

Adabiyotlar sharhining taklif qilinayotgan bo'limida simob (II) ni tabiati turlicha bo'lgan reagentlarning eritmaları bilan suvsiz va aralash muhitlarda amperometrik usul yordamida aniqlashga bag'ishlangan dunyo adabiyotlarida berilgan ishlar tahlili keltirilgan [5; c.12-15. 6; c. 128. 7; B. 8-64. 8; B. 322-326. 9; B. 693-698] ishda simob (I) va simob (II) ionlarini 8-merkaptoksinolinning muli sirka kislota eritmasida AT va fotometrik aniqlash imkoniyatlari ko'rsatib berilgan va optimal sharoitlari topilgan. Ishlab chiqilgan usullar real obyektlarni imitirlovchi model aralashmalarda sinalgan. Simob miqdorlarini aniqlashning 5-500 mkg sohada yotgan diapazonlari o'rnatilgan, bir martalik titrlash vaqti 35-40 min. bo'lishi, hamda barcha holatlarda nisbiy standart chetlanish 0,058 dan oshmasligi isbotlangan.

**Tahlil va natijalar.** Bu parametrlarni suvsiz eritmalarining elektro'tkazuvchanligiga ta'sir etish masalasi juda muhim, chunki suvsiz protolitik muhitlarning va ularning inert erituvchilar bilan aralashmalarining umumiy suratiga tabiati va konsentratsiyalari kuchli ta'sir qiladi. Ma'lumki, barcha

inert erituvchilar protolitik muhitlarga nisbatan yuqori solishtirma qarshiligi va turli dielektrik konstantalari bilan farq qiladi, bu ma'lumot ikki turdagi ta'sirlashuvlarning namoyon bo'lishi bilan tushuntiriladi: kuchli qutbli muhitda–uzoq ta'sir etuvchi effekt, kuchsiz qutblida–erituvchi molekulasining ion–dipol qisqa ta'sir qiluvchi ta'siri.

O'rganilgan protolitik muhitlarda inert erituvchilarning konsentratsiyalari 5-70 hajm.% da bo'ladi. Olingan ma'lumotlardan ba'zilar 4.1 va 4.2-jadvallarda keltirilgan, ularga ko'ra xulosa qilish mumkinki, tabiatiga ko'ra har xil bo'lgan inert aproton erituvchilarning qo'shimchalari barcha o'rganiladigan tizimlarning elektr o'tkazuvchanligiga adekvat ta'sir qilmaydi. Odatda, suvsiz va aralash eritmalarning elektrokimyosi va fizikaviy kimyo-

sida o'rinli bo'lgan barcha qonuniyatlar va korrelatsiyalarga rioya qilinadi.

Ma'lumki [10; B. 145-147], elektro'tkazuvchanlik hodisasi eritmalarning fizik kimyosi nazariyalarining eng murakkab masalalaridan biriga tegishli, chunki bunda muvozanatsiz xolat bilan to'qnash kelamiz, bu xolatga termodinamikaning umumiy qonunlarini joriy qilib bo'lmaydi. Termodinamik muvozanatda bo'lgan eritmada odatda har qanday ion qarama qarshi zaryadli ionlardan tashkil topgan ion atmosfera bilan o'ralgan. Biroq, eritmaga tashqi elektr maydoni qo'yilganda ion atmosferani va muvozanatli xolatni buzadigan kuchlar paydo bo'ladi, bunda ion atmosferani hosil bo'lishi uchun biroz vaqt kerak bo'ladi.

1-jadval

**Inert erituvchilarni 4 ml 0,25 M  $SN_3SOOK$  eritma tutgan sirka kislotali eritmalarning elektr o'tkazuvchanligiga ta'siri**

( $V_{um}$  tahlil qilinadigan eritma – 20 ml, harorat – xona harorati)

CH <sub>3</sub> COOH	Toluol			Dioksan			Geksan		
V, ml	V, ml	Rx	-lg $\chi$	V, ml	Rx	-lg $\chi$	V, ml	Rx	-lg $\chi$
16	–	950	2,98	–	950	2,98	–	1000	2,98
15	1	1005	3,00	1	4250	3,62	1	1100	3,04
14	2	1015	3,01	2	6780	3,83	2	1150	3,06
13	3	1250	3,10	3	7230	3,86	3	1210	3,08
12	4	1350	3,13	4	7550	3,88	4	1280	3,10
11	5	1450	3,16	5	7700	3,89	5	1300	3,11
10	6	1550	3,19	6	7890	3,90	6	1360	3,13
9	7	1700	3,23	7	8840	3,95	7	1470	3,17
8	8	1900	3,28	8	10850	4,03	8	1690	3,23
6	10	3150	3,50	10	11760	4,07	10	1830	3,26
4	12	3550	3,55	12	12500	4,09	12	1940	3,29
2	14	5100	3,70	14	19200	4,28	14	2850	3,45

2-jadval

**Inert erituvchilarni 4 ml 0,25 M  $SN_3SOOK$  eritma tutgan sirka kislotali eritmalarning elektr o'tkazuvchanligiga ta'siri**

( $V_{um}$  tahlil qilinadigan eritma – 20 ml, harorat – xona harorati)

CH <sub>3</sub> COOH	Xloroform			Tetraxlorometan			Benzol		
V, ml	V, ml	Rx	-lg $\chi$	V, ml	Rx	-lg $\chi$	V, ml	Rx	-lg $\chi$
16	–	950	2,98	–	950	2,98	–	950	2,98
15	1	1007	3,00	1	1040	3,02	1	1050	3,02
14	2	1018	3,01	2	1120	3,05	2	1100	3,04
13	3	1120	3,05	3	1250	3,10	3	1200	3,08
12	4	1210	3,08	4	1350	3,13	4	1250	3,09
11	5	1245	3,09	5	1550	3,19	5	1400	3,14
10	6	1260	3,10	6	1750	3,24	6	1550	3,19
8	8	1430	3,15	8	2200	3,34	8	2050	3,31
6	10	1680	3,22	10	3700	3,57	10	2900	3,46
4	12	2375	3,37	12	6400	3,80	12	5600	3,75
2	14	8750	3,94	14	28500	4,45	14	14300	4,15

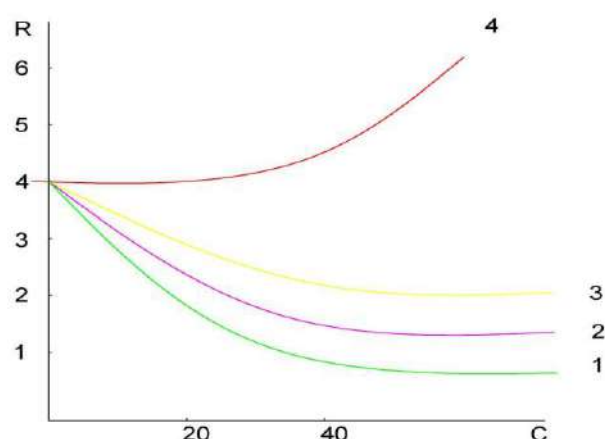
Ion atmosfera hosil bo'lish vaqti "relaksatsiya vaqti", ya'ni markaziy atom yo'qolganidan keyin ion atmosferani "n"-marta zichligini yaxshilash uchun kerak bo'ladigan vaqt bilan tavsiflanadi. Biroq, elektr maydon ta'siri ostida ion orqasida parchalanadigan ion atmosfera qoladi, shuning uchun ion atmosferaning qoldiqlari ionni qayta tortadi, ya'ni ion harakatini tormozlaydi. Bunday yo'l bilan paydo bo'lgan kuch relaksatsiya vaqti bilan bog'liq va shuning uchun relaksatsion kuch deb nomlanadi. Fizikaviy va fizik kimyoviy pozitsiyalardan ma'lumki, eritmalar komponentlarini relaksatsion kuchi ularning konsentratsiyalarini ortishi bilan ortadi. 1 va 2-jadvallardan ko'rinib turibdiki, o'rganilgan inert erituvchilarni (metiletilketondan tashqari) tabiati turlicha bo'lgan indifferent tuzlar tutgan protolitik erituvchiga qo'shilishi, eritmaning om qarshiligini ortishiga (elektro'tkazuvchanligini kamayishiga) olib keladi, ayniqsa uglerod to'rt xlorid kuchli ta'sir ko'rsatadi, xloroform va benzol kuchsiz. Aniqlangan fakt ishlatiladigan inert erituvchilarni sirka kislotaga nisbatan tegishli elektro'tkazuvchanlik va dielektrik singdiruvchanligini pastligi bilan tushuntiriladi. Metiletilketonni ta'sir etish tavsifi biroz boshqacha, uni protolitik erituvchiga qo'shilganda eng avvaldan elektr o'tkazuvchanlikning doimiyligi va sekina asta ortishi kuzatiladi (1-rasm) [11; B. 59-65].

Metiletilketon ta'sirida kuzatiladigan anomaliya ham protofil va amfiproton muhitlarda bo'lishi mumkin, bu ularning sirka kislotasiga nisbatan yuqori elektro'tkazuvchanligi va dielektrik konstantasi bilan (18,5 va 12,4) bog'liq. Sirka kislotasi (6,2) fizik kimyoviy, elektrokimyoviy va elektroanalitik tadqiqotlar o'tkazish uchun protogen erituvchi va asosiy muhit hisoblanadi [12; B. 2341-2346].

Boshqa tomondan ma'lumki, ketonlarning elektro'tkazuvchanligi boshqa inert erituvchilarga nisbatan yuqori va shuning uchun elektro'tkazuvchanlikni biroz doimiyligi va so'ng o'sishi ham shu omil bilan tushuntiriladi [13; B. 4544-4546].

Inert erituvchilarni kislotaga asosli xossalari har xil bo'lgan fon elektrolitlar ishtirokida suvsiz sirka kislotali sharoitlarda elektro'tkazuvchanlikka ta'siri o'rganilgan vaqtda kompleks hosil bo'lishiga moyillik sezildi, u ionlarga parchalanishni va butun tizimni elektro'tkazuvchanligini keskin ortishiga yordam beradi. Asetat, xlorid va litiy nitrat qo'shilgan sirka kislotali muhitlarga inert erituvchining

qo'shilishi elektr o'tkazuvchanligini tushirib yuboradi. Adabiyotlardan [4; B. 14-16] va biz o'rganigan tajriba natijalaridan ko'rinib turibdiki, barcha o'rganilgan aralash suvsiz muhitlar ichida eng katta elektro'tkazuvchanlikka sirka kislotaga asosida tayyorlangan eritmalar ega, ularning dielektrik singdiruvchanligi 6,2 ga teng. Xloroformni o'rganiladigan aralashmadagi konsentratsiyasini ortishi bilan o'rganiladigan tizimning elektr o'tkazuvchanligi tushib ketadi.



**4.1-rasm. Elektro'tkazuvchanlikni sirka kislotada 0,25 M CH<sub>3</sub>COOK fonda inert erituvchining tabiati va konsentratsiyasiga bog'liqligi:**

1 – uglerod to'rt xlorid; 2 – xloroform; 3 – benzol; 4 – metiletilketon.

**Muhokama.** Sirka kislotaga va uning indifferent tuzlar tutgan inert erituvchilar bilan aralashmalarini elektr o'tkazuvchanligini o'rganish bo'yicha olingan tajriba natijalariga ko'ra, metiletilketondan tashqari, o'rganilgan inert erituvchilarning (xloroform, uglerod to'rt xlorid, benzol, geksan) qo'shimchalari o'rganilayotgan eritmaning om qarshiligini ortib ketishiga sabab bo'ladi. Bu ayniqsa SCl<sub>4</sub> ishtirokida kuchli namoyon bo'ladi. Metiletilketonni ta'sir etish tavsifi biroz o'zgacha. Uning ishtiroki keskin tarzda eritmaning elektro'tkazuvchanligini oshirib yuboradi. Tizimning om qarshiligini bunday keskin tushib ketishini, uning metiletilketon qo'shilgan protolitik erituvchiga nisbatan yuqori dielektrik konstantasi bilan tushuntirish mumkin.

Boshqa tomondan, ketonlar, shu jumladan metiletilketon, ionlarga oson dissotsirlanadigan komplekslar hosil qiladi, bu albatta o'rganiladigan

tizimning elektro'tkazuvchanligini oshirishga yordam beradi.

Indifferent tuzlarni ta'sirini o'rganish jaryonida shu narsa o'rnatildiki, eng katta elektro'tkazuvchanlikka (EO') litiy perxlorat, so'ng litiy nitrat, eng kichik EO' kaliy, natriy va litiy asetat tutgan sirka kislotalar ega bo'ladi. Suvsiz perxlorat eritmalarning yuqori elektro'tkazuvchanligini o'rganiladigan eritmalarda perxlorat ionlarni borligi bilan tushuntirish mumkin, ular suvsiz va aralash muhitlarda eng kuchli bo'lgan xlorid kislotaning kislotasi qoldirlari hisoblanadi, uning tuzlari odatda har doim elektro'tkazuvchanlikni oshirishga yordam beradigan ionlarga dissotsirlangan bo'ladi.

Ma'lumki, suvsiz va aralash eritmalarning muhim fizik kimyoviy tavsiflariga ularning dielektrik singdiruvchanligi, elektro'tkazuvchanligi va qovushqoqligi kiradi. So'nggi omilning o'zgarishi odatda eritmalarning elektro'tkazuvchanligiga kuchli ta'sir ko'rsatadi, chunki elektrolitlarning ionlarini harakatchanligi butun tizimning qovushqoligiga kuchli ta'sir ko'rsatadi.

Boshqa tomondan, tajriba natijalariga ko'ra, elektrolitlar eritmalarining suvsiz va aralash muhitlardagi tavsiflarini o'rganish elektrolitning dissot-silanish energetik suratini baholash imkonini beradi, bu elektrolitlar eritmalarining tabiati tushunchalarini chuqurlashtiradi va to'ldiradi, elektrolitning tahlil qilinadigan eritmaları elektro'tkazuvchanligiga, erigan ionlar va molekullarni solvatatsiyasiga, solvat qobiqdagi erituvchi dipol molekullarining orientirlanishiga katta ta'sir ko'rsatadi.

**Xulosa.** Adabiyotlarda keltirilgan va biz olgan tajriba natijalari, ishqoriy metallarning fon elektrolitlari ichida litiy tuzlari (kation radiusining kichikligi tufayli) eng xarakatchan hisoblanadi va ammoniy, natriy va kaliy tuzlariga nisbatan solvatlovchi birikmalar hisoblanadi [14; c.400].

Yuqoridagi ma'lumotlar asosida aytish mumkinki, metall ionlarini muvoffaqiyatli AT uchun optimal muhit sifatida sirka kislotasi va uning xloroform va metiletilketon bilan aralashmalari bo'lib, inert erituvchilarning miqdori 40 – 50 hajm % oshmasligi kerak.

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI**

1. Puri B.K., Sethi C.L., Kumar A.A. Microdetermination of silver and simulated ions of silver lead and mercury lead using morfoline-4-carbotionate as amperometric titrant. // Chem. Acta truc. 1985. V.13. p.501 – 510.
2. Широкова В.И. Аспекты применимости потенциостатической кулонометрии в анализе благородных металлов // Журн. аналит. химии. Т. 58. № 9. 2003. с. 928 -931.
3. Борисов А.Г., Хаханина Т.И., Никитина Н.Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа // Учебное пособие. 2017. Москва. с. 394.
4. Каплан Б.Я., Филимонова Л.Н. Особенности метрологии аналитического контроля производства редких металлов и полупроводниковых материалов. // Заводск. лаборатория. 1987. Т. 53. №6. с. 14-16.
5. Рузметов У.У., Сманова З.А. Амперометрическое комплексметрическое титрование ионов некоторых благородных металлов и ртути(II) тионалидом и тиомочевинной. // Молодой учёный. №47. (181) 2017. с.12-15.
6. Козицина А.Н., Иванова А.В., Глазырина Ю.А., Герасимова Е.Л., Свалова Т.С., Малышева Н.Н., Охохонин А.В., Электрохимические методы анализа. // Учебное пособие. 2017. Екатеринбург. с.128.
7. Супрунович В.Н., Пирожок С.Н. Исследование взаимодействия одновалентной ртути с 8-меркаптохинолином, дифференцированное титрование систем ртуть(II)–серебро(I), ртуть(II)– ртуть(I). // Вопросы химии и химической технологии (Харьков). 1978. №53. с.8 – 64.
8. Темерев С.В. Определение ртути в водных экосистемах // Журн. аналит. химии. - Т. 63. №3. 2008. с. 322-326.
9. Vittiglio G., Bichlineier S., Klinger P., et al. Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B. 2004. Vol. 213. P. 693 - 698.

UO‘K: 665.7:661.183

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.15

**TABIIY GAZLARNI H<sub>2</sub>S VA CO<sub>2</sub> GAZLARDAN TOZALASHDA  
FOYDALANILADIGAN MITELDIETANOLAMIN (MDEA) ERITMASINI  
FILTRATSIYA JARAYONI UCHUN KOMPOZIT MEMBRANALI FILT  
SINTEZ QILISH**



**Anvarova Iroda  
Anvarovna**

Assistent, Qarshi muhandislik-  
iqtisodiyot instituti,  
Qarshi, O‘zbekiston



**Elmurodov Rahmiddin  
Sodiq o‘g‘li**

Magistr, Qarshi muhandislik-  
iqtisodiyot instituti,  
Qarshi, O‘zbekiston



**Xayitov Jonibek  
Kurbanovich**

Dotsent, Qarshi muhandislik-  
iqtisodiyot instituti,  
Qarshi, O‘zbekiston

**Annotatsiya.** Amin eritmaları tabiiy gaz va engil uglevodorod gazlaridan nordon komponentlarni (birinchi navbatda H<sub>2</sub>S va CO<sub>2</sub>) olib tashlash uchun keng qo‘llaniladi. Aminli eritmalar tarkibidan qattiq moddalarni olib tashlash gaz tozalash qurilmalarining samarali ishlashi uchun juda muhimdir. Ushbu ishda tekis yuzali kompozit membranalar polietilen glikol (PEG) va poliakrilonitril (PAN) bilan aralashirilgan polivinildiflorit (PVDF) asosidan fazali inversiya usuli yordamida sintez qilib olindi. Kompozit membrana tayyorlashda polivinildiflorit (PVDF), poliakrilonitril (PAN) va polietilenglikol (PEG) 15:5:5 nisbatlarda olish, filtratsiya jarayonida aminli eritma oqimining 18% ga oshishiga va amin eritmasidagi mexanik zarrachalarning ~97% tozalash imkonini berdi. Ushbu natijalar PVDF aralash membranalar yuzasining g‘ovakliligi va gidrofilligining oshishi bilan bog‘ligi isbotlandi. **Kalit so‘zlar:** poliviniliden florid, poliakrilonitril, polietilen glikol, ultrafiltratsiya membranalar, metildietanolamin, ifloslanishga qarshi xususiyatlar.

**СИНТЕЗ КОМПОЗИТНЫХ МЕМБРАННЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА  
ФИЛЬТРАЦИИ РАСТВОРА МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИНА (МДЭА),  
ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПРИ ОЧИСТКЕ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ ОТ H<sub>2</sub>S И CO<sub>2</sub>**

**Анварова Ирода  
Анваровна**

Ассистент, Қаршинский  
инженерно-экономический  
институт,  
Қарши, Узбекистан

**Элмуродов Рахмиiddина  
Содик угли**

Магистр, Қаршинский  
инженерно-экономический  
институт,  
Қарши, Узбекистан

**Хайитов Жонибек  
Курбанович**

Доцент, Қаршинский инженерно-  
экономический институт,  
Қарши, Узбекистан

**Аннотация.** Растворы аминов широко используются для удаления кислых компонентов (в первую очередь H<sub>2</sub>S и CO<sub>2</sub>) из природного газа и легких углеводородных газов. Удаление твердых частиц из растворов аминов имеет решающее значение для эффективной работы газовых скрубберов. В данной работе методом фазовой инверсии синтезированы композитные мембраны с плоской поверхностью на основе поливинилдифторита (ПВДФ) в смеси с полиэтиленгликолем (ПЭГ) и полиакрилонитрилом (ПАН). При приготовлении композитной мембраны использование

поливинилдифторита (ПВДФ), полиакрилонитрила (ПАН) и полиэтиленгликоля (ПЭГ) в соотношении 15:5:5 позволило увеличить расход раствора амина на 18% за время процесс фильтрации и очищает ~97% механических частиц в растворе амина. Доказано, что эти результаты связаны с повышенной пористостью и гидрофильностью поверхности композитных мембран из ПВДФ.

**Ключевые слова:** поливинилиденфторид, полиакрилонитрил, полиэтиленгликоль, ультрафильтрационные мембраны, метилдиэтаноламин, противообрастающие свойства.

## SYNTHESIS OF A COMPOSITE MEMBRANE FILTER FOR THE FILTRATION PROCESS OF METHYLDIETHANOLAMINE (MDEA) SOLUTION USED IN THE PURIFICATION OF NATURAL GASES FROM H<sub>2</sub>S AND CO<sub>2</sub> GASES

**Anvarova Iroda**  
**Anvarovna**

Assistant, Karshi Engineering-  
Economics Institute,  
Karshi, Uzbekistan

**Elmurodov Rahmiddin**  
**Sodik ugli**

Master's degree, Karshi  
Engineering-Economics Institute,  
Karshi, Uzbekistan

**Khayitov Jonibek**  
**Kurbanovich**

Docent, Karshi Engineering-  
Economics Institute, Karshi,  
Uzbekistan

**Abstract.** Amine solutions are widely used to remove sour components (primarily H<sub>2</sub>S and CO<sub>2</sub>) from natural gas and light hydrocarbon gases. Removal of solids from amine solutions is essential for the efficient operation of gas purification plants. In this work, flat-surface composite membranes were synthesized using a phase inversion method based on polyvinylidene fluoride (PVDF) mixed with polyethylene glycol (PEG) and polyacrylonitrile (PAN). The use of polyvinylidene fluoride (PVDF), polyacrylonitrile (PAN), and polyethylene glycol (PEG) in a ratio of 15:5:5 in the preparation of the composite membrane allowed an amine solution flux increase of 18% during the filtration process and a ~97% removal of mechanical particles from the amine solution. These results were proven to be associated with an increase in the porosity and hydrophilicity of the surface of the PVDF composite membranes.

**Keywords:** polyvinylidene fluoride, polyacrylonitrile, polyethylene glycol, ultrafiltration membranes, methyldiethanolamine, antifouling properties.

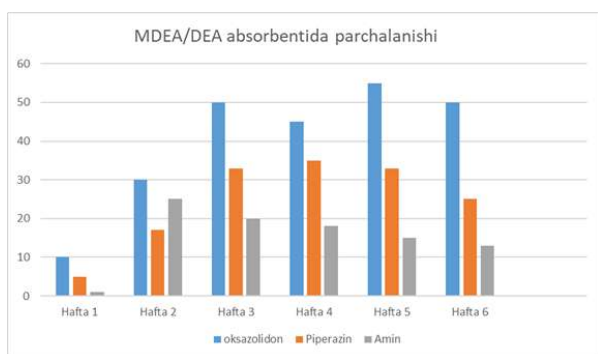
**Kirish.** Tabiiy gazlarni H<sub>2</sub>S va CO<sub>2</sub> gazlaridan tozalash qurilmalarida ishlatiladigan absorbent eritmalarni regeneratsiya jarayonida turli xil **termik barqaror tuzlar (TBT)** hosil bo'lishi muhim ahamiyat kasb etadi.

Termik barqaror tuzlarning paydo bo'lishi va mexanik zarralarning ko'payishi aminlarning sorbentlik qobiliyatini pasaytiradi, bu esa qurilmaning ishlash samaradorligi va rentabelligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli, amin eritmalarini tozalash tabiiy gazni nordon komponentlardan standart asosida samarali tozalash, shuningdek, **MDEA reagentining xizmat muddatini uzaytirish** dolzarb masala hisoblanadi.

TBT — aminlarning organik yoki noorganik kislotalar bilan o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'la-

digan mahsulotlardir, masalan, **[Amin]+-Cl<sup>-</sup>**. Ushbu tuzlar desorberda eritmani regeneratsiya qilish jarayonida parchalanmaydi, shuning uchun ular **termik barqaror tuzlar** deb ataladi. Bu tuzlarning hosil bo'lishi natijasida eritmadagi amin absorbentining konsentratsiyasi kamayib, sorbentlik qobiliyati pasayadi, eritmaning yopishqoqligi ortadi va uning korroziyaviy xususiyatlari kuchayadi [1-3].

Eritmalardagi TBT hosil bo'lishining asosiy sababi ishchi eritmada kislotalarning paydo bo'lishidir. Kislotalar aminlarning termal va kimyoviy konversiyasi, H<sub>2</sub>S gazining oksidlanishi natijasida hosil bo'lishi yoki gaz bilan birga eritmaga kirib kelishi mumkin.



**1-rasm. MDEA/DEA absorbentida parchalanish mahsulotlarining hosil bo'lish kinetikasi.**

Aminli eritmada kislorod ishtirokida karboksilik kislotalar — chumoli, sirka va oksalat kislotalar bilan o'zaro ta'sirlanganda turli tuzlar hosil bo'ladi. Xloridlarning asosiy manbai qatlam suvlari hamda eritmani suyultirish uchun ishlatiladigan suvdur. Sulfatlar, sulfitlar va tiosulfatlar esa oksidlanish mahsulotlari hisoblanadi.

1-jadval

**Amin absorbentlaridagi termostabil tuzlarning manbalari**

Tuzlar	Manbalari
Xloridlar	Qatlamni yuvish xlorid kislota eritmaları, korroziyaga qarshi ingibitorlar.
Nitratlar va nitritlar	Qatlam suvlari, korroziya ingibitorlari
Sulfatlar Sulfitlar Tiosulfatlar	Oltinugurt oksidlanish mahsulotlari: $H_2S + O_2 - S_2O_5$ Tabiiy gaz
Formatlar oksalatlar asetatlar	Amin oksidlanish mahsulotlari: $EA + O_2 =$ kislotalar Aminlarning termal parchalanish mahsulotlari Tabiiy gazdagi kislotalar
Fosfatlar	Korroziya inhibitorlari, faollashtirilgan ko'mir

Ushbu ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, termik barqaror tuzlar eritmaning 0,3% dan 1,3% gacha bo'lgan qismini tashkil qiladi. Tegishli karboksilik kislotalarning miqdori 1000-4000 ppm oralig'ida o'zgarib turadi va amin turiga unchalik bog'liq emas.

Yuqorida keltirilgan tuzlarning hosil bo'lishi, shuningdek, metallarning korroziyalanishi natijasida hosil bo'ladigan qora temir sulfid kukuni kabi zarrachalarni eritmada tozalash uchun maxsus filtrlardan foydalaniladi.

Hozirgi kunda aminli eritmalaridan TBT, temir sulfid kukuni kabi zararli moddalarni tozalashda

membranali filtrlash jarayonlari samarali va raqobatbardosh texnologiya sifatida qo'llanilmoqda [4-5].

**Metodologiyasi.** Ko'pgina tadqiqot maqolalarida amin eritmalaridan TBT ni tozalashda elektrodializ jarayonining yuqori samarali ekani ko'rsatilgan. Masalan, *Dow Chemical* uchlamchi aminlar eritmasini qayta tiklashda termostabil tuzlar konsentratsiyasini taxminan 88% ga kamaytirish texnologiyalarini taklif qilgan.

Grushevenko va uning hamkasblari [6-9] ikki bosqichli elektrodializdan foydalanish monoetanolamin parchalanishini kamaytirishi va termik barqaror tuzlarning konsentratsiyasini me'yor darajada saqlashga yordam berishini isbotlagan. Biroq, elektrodializ faqat zaryad ta'sirida parchalanadigan moddalarni qayta tiklash imkonini beradi, neytral tuzlar va oligomerlarni yo'q qilish uchun bu usuldan foydalana bo'lmaydi.

Monoetanolamin eritmasida termik barqaror tuzlarni me'yorga aylantirish sorbentlik xususiyatlarini tiklash va korroziv faolligini kamaytirish uchun nanofiltratsiya jarayoni samarali deb hisoblanadi [8].

Nanofiltratsiya usulidan foydalanish yuqori konsentratsiyali aminli eritmalarini yuqori bosimda filtrlashda samarali, ammo past bosimda filtratsiya yetarlicha yaxshi amalga oshmaydi [9-12]. Bundan tashqari, eritmada mexanik zarrachalar miqdori yuqori bo'lsa, nanofiltratsiya samaradorligi pasayadi.

Nanofiltrlar 10 mkm gacha bo'lgan mexanik zarrachalarni ushlab turish uchun mo'ljallangan, ammo gazlarni tozalash jarayonida aylanma amin eritmasida temir sulfid va boshqa zarracha moddalar miqdori 10 mkm dan oshib ketishi mumkin. Bunday hollarda membranali nanofiltrlar ishlab chiqarish amaliyotida 10 mkm dan katta qattiq zarrachalarni ushlab turishda yetarlicha samarali ishlamasligi mumkin.

Ushbu muammolarni bartaraf etish, aminli eritmalaridan qattiq moddalarni samarali ajratish va filtrning uzoq muddat ishlashini ta'minlash uchun tegishli o'lchamdagi tirqichli va sirt namlash xususiyatlariga ega membranalar sintez qilish orqali hal qilish mumkin.

**Natijalar va muhokama.** Ushbu tadqiqotimizda fazali immersion cho'kma usuli yordamida uch turdagi kompozit membranalar tayyorlandi: polivinilidenftorid (PVDF), poliakrilonitril (PAN)

va polietilenglikol (PEG). Ushbu moddalarning turli massa ulushdagi aralashmalari tayyorlanib, nisbatlari 2-jadvalda keltirilgan.

Komponentlarning to‘liq erishi va bir xil aralashishini ta’minlash uchun aralashma qizdirilib, 12 soat davomida doimiy ravishda aralastirildi. Hosil bo‘lgan kompozit eritma xona haroratida shisha plastinka ustiga yotqizildi. Keyin esa darhol 35°C haroratdagi distillangan suv vannasiga botirildi.

Membrana shisha yuzasidan to‘liq ajralgach, aralashmada qolgan moddalarni tozalash maqsadida 24 soat davomida toza distillangan suvli vannada saqlab qo‘yildi.

Tozalangan va barqarorlashgan membrana issiq havo yordamida quritilib, foydalanishga tayyor holga keltirildi.

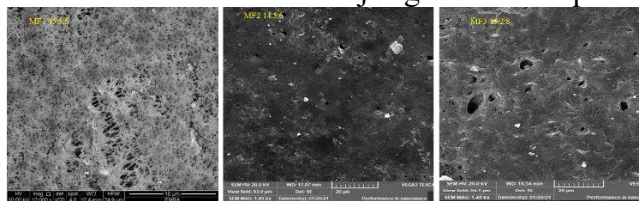
2-jadval

**Kompozit membrana tayyorlashda olingan moddalar miqdori**

Olingan na'munalar	Kompozit tayyorlashda ishlatilgan moddalar miqdori, g		
	polivinildiftorit	poliakrilonitril	polietilenglikol
MF1	15	5	5
MF2	14	5	6
MF3	15	2	8

Skanerli elektron mikroskop (SEM, JEOL JSM-210) yordamida membranalar yuzasi va kesma tasvirlari olindi. Shuningdek, tayyorlangan membranalar mexanik xossalari o‘rganildi va

aralashma nisbatining membrananing cho‘zilish kuchi hamda cho‘zilish darajasiga ta’siri aniqlandi.



**2-rasm. Kompozit membrana skanerli elektron mikroskop tasvirlari.**

**Xulosa.** Polivinilidenftorid (PVDF), poliakrilonitril (PAN) va polietilenglikol (PEG) asosida kompozit membrana inversiya usuli yordamida muvaffaqiyatli sintez qilindi.

Aminli eritmaning yangi olingan membrana filtri orqali filtratsiya jarayoni oqim bosimini oshirishga, shuningdek, uning mexanik barqarorligi va ifloslanishga qarshi xususiyatlarini yaxshilashga yordam beradi. Bu jarayon membrana tuzilishining o‘zgarishi (mikrog‘ovaklilikning yaxshilanishi) hamda PAN va PEG ning qo‘shilishi bilan izohlanadi.


Kompozit membrana tayyorlashda PVDF, PAN va PEG 15:5:5 nisbatda qo‘llanilgan bo‘lib, natijada filtratsiya jarayonida aminli eritma oqimi 18% ga oshdi va eritmadagi mexanik zarrachalarning ~97% tozalandi.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI**

1. Alcheikhhamdon Y, Hoorfar M (2016) Natural gas quality enhancement: A review of the conventional treatment processes, and the industrial challenges facing emerging technologies. *Journal of Natural Gas Science and Engineering* 34:689-701. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2016.07.034>
2. Stewart MI (2014) Chapter Nine - Gas Sweetening. In: Stewart MI (ed) *Surface Production Operations (Third Edition)*, vol 2. Gulf Professional Publishing, Boston, pp 433-539. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-382207-9.00009-3>
3. Bazhenov SD, Novitskii EG, Vasilevskii VP, Grushevenko EA, Bienko AA, Volkov AV (2019) Heat-Stable Salts and Methods for Their Removal from Alkanolamine Carbon Dioxide Absorbents (Review). *Russian Journal of Applied Chemistry* 92 (8):1045-1063. doi: <https://doi.10.1134/S1070427219080019>
4. Scanlan TJ (2014) Filter media selection in amine gas sweetening systems. 3M Purification Inc. doi: <https://multimedia.3m.com/mws/media/9840430/tab-filter-media-selection-in-amine-gas-sweetening-systems.pdf>
5. Dumée L, Scholes C, Stevens G, Kentish S (2012) Purification of aqueous amine solvents used in post combustion CO2 capture: A review. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 10:443-455. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2012.07.005>
6. Vitse F, Baburao B, Dugas R, Czarnecki L, Schubert C (2011) Technology and pilot plant results of the advanced amine process. *Energy Procedia* 4:5527-5533.

7. Бобрешова, О. В. О числах переноса в электромембранных системах / О. В. Бобрешова, Е. Н. Коржов, Т. Ш. Харебава и др. // Электрохимия. – 1983. – Т. 19. – С. 1668-1671.
8. Брикенштейн, М. А. Применение электродиализа с ионитовыми мембранами для выделения пиридина и триэтиламина из их солей / М. А. Брикенштейн, К. И. Крыщенко, В. Н. Царев, О. Н. Ефимов // Хим. пром-сть. – 1975. – № 3. – С. 178-181.
9. Вейцер, Ю. И. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки природных и сточных вод / Ю. И. Вейцер, Д. М. Минц, – М.: Стройиздат, 1984. – 200 с.
10. Гауптман, З. Органическая химия / З. Гауптман, Ю. Грефе, Х. Ремане – М.: Химия, 1979. – 832 с.
11. Гнусин, Н. П. Исследование электрохимических свойств промышленных биполярных мембран / Н. П. Гнусин, В. И. Заболоцкий, Н. В. Шельдешов [и др.] // Журнал прикладной химии. – 1980. – Т. 53. – С. 1069-1072.
12. Махсумов, А. Г., & Хайитов, Ж. К. (2022). СИНТЕЗЫ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ БИС-АРОМАТИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДНЫХ МОЧЕВИНЫ. *Universum: технические науки*, (1-3 (94)), 5-14.
13. Хайитов, Ж. К., Махсумов, А. Г., Валеева, Н. Г., & Шапатов, Ф. У. (2020, May). N, N1–гексаметилен бис-[(1-аминодифенил)-мочевины] и его механизм образования. In *Международная онлайн конференция «Инновации в нефтегазовое промышленности, современная энергетика и их актуальные проблемы»*, г. Ташкент (Vol. 26, pp. 378-379).
14. Bakhtishod, A., & Temurbek, S. (2024). EFFECT OF INITIAL SOLVENT SLURRY INSIDE THE REACTOR FOR FISCHER-TROPSCH SYNTHESIS. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 2(1), 171-180.
15. Абдуллаев, Б. М., Сайфуллаев, Т. Х., & Мирзаев, С. Ф. (2023). КАТАЛИТИЧЕСКИЙ ПРЯМОЙ СЕРОВОДОРОД ПРОЦЕСС ОКИСЛЕНИЯ. *JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY BULLETIN*, 6(5), 319-326.
16. Abdullaev, B. M., & Sayfullaev, T. K. (2024). COBALT FISCHER–TROPSCH CATALYST REGENERATION. *JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY BULLETIN*, 7(1), 105-113.

UO‘K: 669-7

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.16

## QISHLOQ XO‘JALIGI TEXNIKASI DETALLARINI SEMENTATSIYALASH TEXNOLOGIYALARI VA ULARNING AHAMIYATINI O‘RGANISH



**Tursunboyeva Shahnoza Husniddin qizi**

Toshkent texnika universiteti “Materialshunoslik” mutaxassisligi  
magistranti, Toshkent, O‘zbekiston  
E-mail: [shahnozaturunboyeva181@gmail.com](mailto:shahnozaturunboyeva181@gmail.com)  
ORCID ID: 0009-0006-6898-7683



**Norxudjajev Fayzulla Ramazonovich**

Texnika fanlari doktori, professor, Toshkent davlat texnika  
universiteti “Materialshunoslik” kafedrasi mudiri,  
Toshkent, O‘zbekiston  
E-mail: [norxojaev.fayzulla@mail.ru](mailto:norxojaev.fayzulla@mail.ru)  
ORCID ID: 0000-0002-5513-1521

**Annotatsiya.** Bugungi kunda jahon miqyosida qishloq xo‘jaligi texnikasining ishqalanuvchi qismlarini ishlash muddatini uzaytirish, mustahkam qilish muhim masalalardan biri bo‘lib turibdi. Detallarni mustahkamlash va ishqalanishga bardoshlilikini oshirish texnikaning xizmat davrini uzaytirish va xarajatlarni keskin ravishda kamaytirish mumkin. Qishloq xo‘jaligi texnikasi detallarini sementatsiyalash bu masalalar hal bo‘lishida samarali usul hisoblanadi. Sementatsiyalash orqali qishloq xo‘jaligi texnikasi ishchi yuzalarning qattiqligini oshirish va shu bilan birga ichki qismining zarbga chidamliligini saqlash amalga oshiriladi. Mazkur maqolada qishloq xo‘jaligi texnikasi detallarining ishlash muddati va sifatini oshirish uchun qo‘llaniladigan sementatsiyalash texnologiyalari tahlil qilingan. Sementatsiyaning turli usullari, ularning mexanik xususiyatlarga ta‘siri, texnologik jarayonlarning afzalliklari va tadqiqot natijalari keltirilgan. Shuningdek, bu jarayonning qishloq xo‘jaligi texnikasi samaradorligiga bo‘lgan ijobiy ta‘siri yoritilgan.

**Kalit so‘zlar:** kimyoviy termik ishlov berish, sementatsiya, uglerod singdirish, qishloq xo‘jaligi texnikasi, ishqalanuvchi qismlar, renovatsiya, issiqlik ishlovi, mustahkamlik, kesuvchi qism.

## ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЦЕМЕНТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ЗНАЧЕНИЯ

**Турсунбоева Шахноза Хусниддин кизи**

Магистрант по специальности «Материаловедение»  
Ташкентского технического университета,  
Ташкент, Узбекистан

**Норхуджаев Файзулла Рамазонович**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой  
«Материаловедение» Ташкентского государственного  
технического университета,  
Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** На сегодняшний день в мировом масштабе одним из важных вопросов является увеличение срока службы и упрочнение трущихся частей сельскохозяйственной техники. Увеличение упрочнения и износостойкости деталей позволяет продлить срок службы техники и резко снизить затраты. Цементация деталей сельскохозяйственной техники является эффективным методом решения этих задач. Цементацией достигается повышение твердости рабочих поверхностей сельскохозяйственной техники и одновременно поддержание ударной прочности ее внутренней части. В данной статье анализируются технологии цементации, применяемые для повышения срока службы и качества деталей сельскохозяйственной техники. Приведены различные методы цементации, их влияние на механические свойства, преимущества технологических процессов и результаты исследований. Также освещается положительное

влияние этого процесса на эффективность сельскохозяйственной техники.

**Ключевые слова:** химико-термическая обработка, цементация, углеродитка, сельскохозяйственная техника, трущиеся детали, реновация, термическая обработка, прочность, режущая часть.

## CEMENTATION TECHNOLOGIES FOR AGRICULTURAL MACHINERY PARTS AND THEIR SIGNIFICANCE

*Tursunboeva Shakhnoza Khusniddin kizi*

Master's student in Materials Science at Tashkent State Technical  
University, Tashkent, Uzbekistan

*Norkhujayev Fayzulla Ramazonovich*

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department  
of "Materials Science" of Tashkent State Technical University,  
Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** Today, increasing the service life and strengthening of friction parts of agricultural machinery is one of the most important issues in the world. Increasing the strengthening and abrasion resistance of parts allows for extending the service life of the equipment and significantly reducing costs. Cementation of agricultural machinery parts is an effective method for solving these problems. Cementation is carried out to increase the hardness of the working surfaces of agricultural machinery and, at the same time, maintain the impact resistance of the internal part. This article analyzes cementation technologies used to improve the service life and quality of agricultural machinery parts. Various methods of cementation, their influence on mechanical properties, advantages of technological processes, and research results are presented. The positive impact of this process on the efficiency of agricultural machinery is also highlighted.

**Keywords:** chemical heat treatment, cementation, carbon impregnation, agricultural machinery, friction parts, renovation, heat treatment, strength, cutting part.

**Kirish.** Qishloq xo'jaligi texnikasining ishqalanuvchi qismlarini mustahkamlash, extiyot qismlarini ishlab chiqarish, ularning mustahkamligini oshirish, ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish masalasi bugungi kunda dolzarb hisoblanadi. Detallarni ishqalanishga chidamli qilish orqali texnikaning ishlash muddatini uzaytirish va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish mumkin. Bu muammolarni yeyilishga chidamli strukturalarni olish usullari va mashinalardagi kesuvchi segmentlarni puxtalash texnologiyasini ishlab chiqarish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada eng samarali usul kimyoviy-termik ishlov berish sanaladi. Qishloq xo'jaligi detallarini puxtalash usullari, jumladan kimyoviy-termik ishlov berish usullari, sementatsiyalash, azotlash, borlashni qo'llash va ularning po'latlarning struktura hosil bo'lishiga ta'sirlari va ularning xususiyatlarini o'rganish borasida ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Sementatsiyalash – bu jarayonni amalga oshirishda asosiy texnologiya sifatida e'tirof etiladi. Sementatsiyalashning asosiy maqsadlari ishqalanishga qarshilikni oshirish, chidamlilik va mustahkamlikni ta'minlash, ish vaqtini uzaytirish, sirt

korroziyasiga qarshi himoya, foydalanuvchi talablari asosida maxsus xususiyat berishdan iborat. Sementatsiyalash texnologiyasi qishloq xo'jaligi texnikasini samarali ishlashi uchun zarurdir, chunki bu jarayon detallarni o'z funksiyalarini uzoq vaqt davomida bajarishini ta'minlaydi. Sementatsiyalash bu po'latdan tayyorlangan detal yoki zagotovkani As3 nuqtasidan yuqoriroq temperaturagacha (930-950°C) qizdirib, uning sirt qatlamini optimal miqdorgacha (0,8-1%) uglerod bilan diffuzion to'yintirish jarayonidir. Bunday toblashdan so'ng detal sirtining qattiqligi ortadi (58-60 HRCE), o'zagi esa qovushqoqligicha qoladi. Po'lat 10, 15, 20 markali kam uglerodlangan va kam uglerodli legirlangan po'latlar sementatsiyalanadi. Uglerodlovchi muhit sifatida qattiq karborizatorlar (pista ko'mir, soda bilan birgalikda torf koksi va boshqalar); suyuq (benzol, pirobenzol, kerosin va boshqalar); gazsimon (tabiiy gaz, uglerod oksidi va boshqalar) karbyurizatorlar bo'lib xizmat qiladi. Qizdirilganda karbyurizatorning parchalanishi natijasida paydo bo'ladigan uglerod atomlari po'latning sirtqi qatlamiga singib, uni uglerodlaydi. Gaz bilan sementatsiyalash unumli va samaralidir, bunda semen-

tatsiyalangan qatlam qalinligi 3 m gacha yetadi [1].

#### Adabiyotlar tahlili va metodlar.

Mashinasozlikni rivojlantirishda renovatsiya, ya'ni moddiy ishlab chiqarish vositalaridan qayta foydalanish va mavjud texnikani modernizatsiya qilish bo'yicha tizimli faoliyat muhim o'rin tutadi. Uning asosiy vazifasi mashina va uskunalarning sifatini, ishonchligini, chidamliligini va samaradorligini oshirishdan iborat.

Mashina va mexanizmlarning ishlaymay qolish sabablarining 78% dan ortig'i ishqalanish uzellarining yeyilishi bilan bog'liqdir. Ushbu nuqsonlarni turli ishlov berish usullari yordamida bartaraf etish mumkin.

#### Sementatsiya va uning qo'llanilishi.

Ma'lumki, g'iloqli (qoplama) qatlamga ega bo'lgan detallarni foydalanish xususiyatlarini oshirish uchun kimyoviy-termik ishlov berish (KTI) usullari keng qo'llaniladi. Shular orasida sementatsiya eng samarali va yaxshi o'zlashtirilgan texnologiyalardan biri hisoblanadi.

Biroq, oddiy elektrolitik temir sementatsiyasi yetarlicha yuqori qattqlik va boshqa kerakli xususiyatlarni ta'minlay olmaydi, chunki yangi detallar odatda qotishma po'latlardan ishlab chiqariladi. Shu sababli, tiklangan detallarning mustahkamligini ta'minlash uchun ularning yuzasiga sof temir emas, balki temir asosidagi qotishmalardan, xususan, temir-xrom qotishmasidan galvanik qoplamalar qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Xrom sementatsiyalanadigan po'lat uchun eng mos elementlardan biri hisoblanadi, chunki u po'latning diffuzion qatlamlarida karbid fazasining ko'p miqdorda hosil bo'lishiga olib keladi. Xrom uglerodni sementatsiya jarayonida yaxshi o'zlashtiradi va maxsus karbid birikmalarini hosil qiladi:

- $(Cr, Fe)_{23}C_6$ ,
- $(Cr, Fe)_7C_3$ ,
- sementit  $(Cr, Fe)_3C$ .

Xrom ushbu karbidlarning o'sishini barqarorlashtiradi. Shu bilan birga, xromning bir qismi karbidlar hosil qilishda ishtirok etmaydi, balki eritmada qolib, po'latning yaxshi qotishini ta'minlaydi. Ushbu tadqiqotda xromning sementatsiyalanadigan po'latdagi karbid inkluziyalari shakliga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlangan.

Xrom sementitda erishi natijasida karbid donalarining o'sishida yuza tarangligini oshirib, ularning izolyatsiyalangan va sharsimon tuzilishda

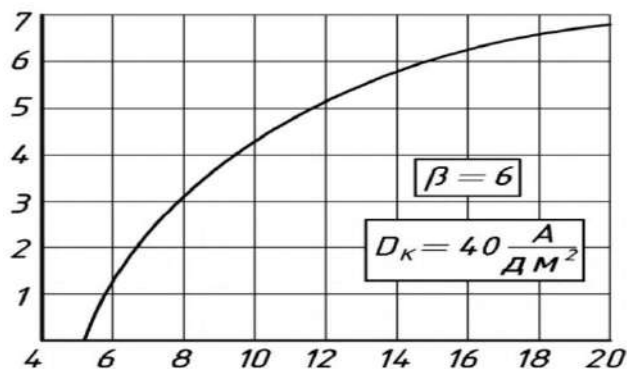
hosil bo'lishiga yordam beradi.

**Sementatsiya uchun temir-xrom qoplamalar.** Temir-xrom qoplamalar maxsus tarkibli elektrolit yordamida olinadi. Ushbu elektrolit quyidagi tarkibga ega:

- Temir sulfat ( $FeSO_4$ ) – 250...400 kg/m<sup>3</sup>,
- Xrom nitrati ( $Cr(NO_3)_3$ ) – 5...20 kg/m<sup>3</sup>.

Qoplama elektrolitik usulda sanoat toklaridan foydalanilgan holda osongina qo'llaniladi. Xrom miqdori elektrolit tarkibiga qarab 7% gacha yetishi mumkin. Tadqiqot natijalari elektrolit konsentratsiyasini boshqarish orqali xrom miqdorini nazorat qilish mumkinligini ko'rsatgan.

**Materiallar va uslublar.** Tajribalar shuni ko'rsatadiki, sementatsiya qilingan temir-xrom qoplamalar yuzasida karbid fazalari hosil bo'lib, ular qatlamning mustahkamligi va yeyilishga qarshi chidamliligini sezilarli darajada oshiradi. Optimal xrom miqdori 1,5% dan 2% gacha bo'lib, bu karbidlar miqdorini va qatlamning mustahkamligini maksimal darajada oshirishga yordam beradi. Sementatsiya jarayoni 900...920°C haroratda amalga oshiriladi. Ushbu harorat sharoitida temir-xrom qoplamalarda uglerodning samarali diffuziyasi va karbid fazalarining ko'payishi kuzatiladi. Olingan qatlamlar yuqori qattqlikka ega bo'lib, yuzaning qattqligi HRC 66...68 ga yetdi.



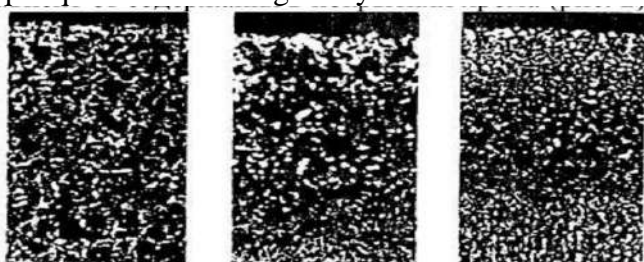
1-rasm. Elektrolit tarkibiga xrom konsentratsiyasining ta'siri.

1. Galvanik temir-xrom qoplamalarni hosil qilish: Temir-xrom qoplamalar maxsus elektrolitlardan foydalangan holda elektrolitik usulda hosil qilindi. Elektrolit tarkibi temir sulfati ( $FeSO_4$ ) va xrom nitrati ( $Cr(NO_3)_3$ ) dan iborat bo'lib, elektrolitdagi xrom konsentratsiyasiga qarab qoplama tarkibi o'zgartirildi.

2. Qoplamaning fizikaviy va mexanik xususiyatlari tahlili: Xromning qoplama tarkibidagi

miqdori va uning diffuziya qatlamiga ta'siri o'rganildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, optimal xrom miqdori 1,5–2% oralig'ida ekani aniqlandi. Ushbu tarkib yuqori qattqlik va ishqalanishga chidamlilikni ta'minladi.

3. Sementatsiya jarayonining qo'llanilishi: Galvanik temir-xrom qoplamalar 900–920°C haroratda sementatsiya qilindi. Sementatsiya jarayonida maxsus karbonat-so'yali pasta qo'llanildi, bu esa karbidlarning samarali shakllanishiga yordam berdi. Sementatsiyadan so'ng qatlam yuzasida yuqori miqdordagi karbid fazalari hosil bo'ldi va qattqlik HRC 66–68 gacha yetdi.



2-rasm. Turli xrom miqdoriga ega bo'lgan sementatsiyalangan temir xromli qoplamalarning mikrostrukturalari (\*300).

a)0,95%, b)1,51%, c)3,07%

Xrom miqdori ortishi bilan sementatsiya qilingan qoplamadagi karbid fazalarining ko'payishi kuzatildi. Karbid fazasining ko'payishi qoplamaning qattqligi, korroziyaga va ishqalanishga chidamliligini oshirib, uning uzoq muddat xizmat qilishini ta'minlaydi.

Ekspluatatsion sinovlar natijalariga ko'ra, tiklangan detallar xizmat muddati yangi detallar bilan solishtirganda 2,5–3,5 barobar oshgani aniqlandi. Shu bilan birga, tiklangan detallar narxi yangi detallar qiymatining atigi 25–40% ini tashkil qiladi.

Ekologik jihatdan samarali: Qayta tiklash metall va resurslarni tejash imkonini beradi. Texnik jihatdan samarali: Yeyilishga va ishqalanishga chidamlilik oshadi, shu bilan birga qayta tiklangan detallar yuqori ishonchlilik darajasini ta'minlaydi.

Ushbu texnologiya qishloq xo'jaligi va mashinasozlik texnikasining muhim qismlarini (dvigatel klapanlari, rul boshqaruv qismlari) tiklash uchun samarali hisoblanadi. Galvanik temir-xrom qoplamalar va sementatsiya kombinatsiyasi detallarni nafaqat qayta tiklash, balki ularning ishlash muddatini bir necha barobar oshirishga imkon beradi. Bu usulni ishlab chiqarish va ta'mirlash

texnologiyalarida keng qo'llash tavsiya etiladi [2, 1, 4].

Metallarga kimyoviy-termik ishlov berish usullari, jumladan sementatsiya, yuqori haroratda maxsus muhit (suyuqlik, gaz yoki qattiq modda) ta'sirida amalga oshiriladi. Ushbu jarayon orqali metallning yuzasi uglerod bilan to'yinadi, natijada uning yuzasi qattqlashadi va ishqalanishga chidamliligi oshadi. Eng muhimi, po'latning ichki qismi yumshoq va moslashuvchan bo'lib qoladi. Mazkur jarayon uglerod miqdori kam bo'lgan po'latlarga (0,2% dan kam) qo'llaniladi.

Detallar 850–950°C haroratda qizdiriladi, bunda muhitning tarkibi shunday tanlanadiki, u yuqori haroratda faol uglerod ajratib chiqara oladi. Sementatsiya jarayoni nafaqat metallning kimyoviy tarkibini, balki uning mikrotuzilmasi va fazoviy tarkibini ham o'zgartiradi. Bu esa detalning yuzasini yanada mustahkam qilib, uni qattqlashgan po'lat kabi xususiyatlarga ega bo'lishga olib keladi.

Optimal natijalarga erishish uchun quyidagi parametrlarni aniq tanlash zarur:

- Harorat rejimi va detalning maxsus muhitda qancha vaqt bo'lishi.
- Sementatsiya jarayoni uzoq davom etadigan operatsiyalardan biridir, chunki po'lat yuzasi uglerod bilan juda sekin to'yinadi (0,1 mm qatlam qalinligi uchun 60 daqiqa kerak bo'ladi).
- Agar qotiruvchi qatlam 0,8 mm bo'lishi talab etilsa, jarayon kamida 8 soat vaqt talab etadi.

#### Sementatsiya jarayoni bosqichlari:

1. **Tayyorlov bosqichi:** Detallar tayyorlanib, maxsus idishlarga joylashtiriladi. Idishlar qatlam-karburizator (masalan, uglerod manbai bo'lgan materiallar) bilan to'ldiriladi.

2. **Idishlarni tayyorlash:** Karburizator joylashgan idishlar o'tga chidamli loy bilan qoplanadi. Tayyorlangan idishlar oldindan qizdirilgan pechga joylashtiriladi.

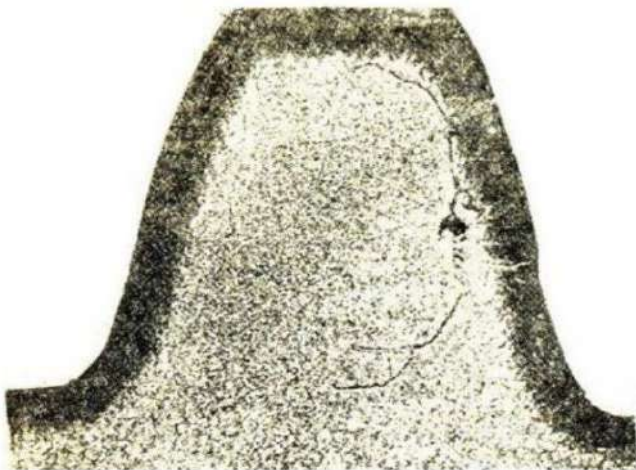
3. **Boshlang'ich qizdirish:** Idishlar va detallar dastlab 700–800 °C haroratgacha qizdiriladi. Bu bosqich pechning harorati teng taqsimlanishini va idishlarning to'liq qizishini ta'minlaydi. Ushbu qadamning muvaffaqiyatli ekanligi pechning pastki plitasida qoraygan dog'larning yo'qligi orqali aniqlanadi.

4. **Sementatsiya jarayoni:** Harorat

900–950°C darajaga oshiriladi. Bu haroratda detal-lar yuzasi faol uglerod atomlari bilan to‘yintiriladi. Uglerod atomlari detalning yuzasiga diffuziya yo‘li bilan kirib boradi va yuzaning kimyoviy tarkibini o‘zgartiradi.

5. **Tuzilish o‘zgarishi:** Detalning yu-zasi uglerod bilan to‘yinadi va qattiqlashadi. Ichki qatlam esa egiluvchanlik va plastik xususiyatlarini saqlab qoladi.

6. **Tugallash va sovitish:** Jarayonning so‘nggi bosqichida detal kerakli qattqlik va strukturaga ega bo‘lgach, sovitiladi. Sovitish tezligi va usuli mahsulotning yakuniy xususiyatlariga ta’sir qiladi.



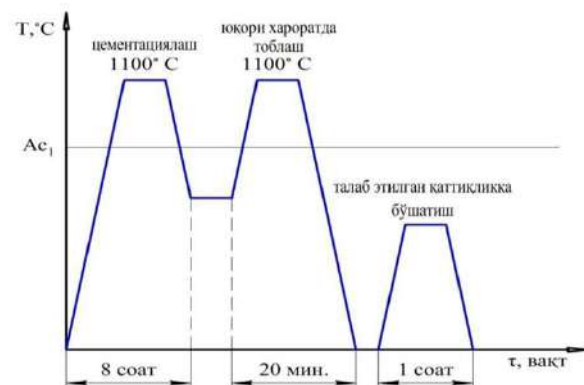
**3-rasm. Sementatsiya jarayonidan keying strukturaviy o‘zgarish chizmasi.**

Bundan ko‘rinib turibdiki, yuzaki qatlam qattiq va mustahkam bo‘lib, ishqalanish hamda korroziyaga chidamli. Ichki qatlam esa yumshoqroq bo‘lib, asosiy qattqlikni ta’minlasa-da, elastiklik va mustahkamlik xususiyatlarini saqlab qoladi.

Sementatsiya jarayoni detallar yuzasining qattqligini oshirishga, ichki qatlamning esa egiluvchanlik xususiyatini saqlashga xizmat qiladi. Ushbu texnologiya detallarning ishqalanishga chidamliligini oshirish va ularning uzoq muddat ishlashini ta’minlashda samarali ekani yana bir bor isbotlandi [3, 1, 5].

Po‘latlarni sementatsiyalash va toblash jarayonlarini birlashtirish orqali energiya va vaqt tejamliligini oshirish maqsad qilingan. Bu maqsadda qizdirish rejimlari tanlangan, tadqiqotlar 860°C dan 1200°C gacha bo‘lgan haroratlarda qizdirilib o‘tkazilgan. Harorat oshishi bilan kristall tuzilishda nuqsonlarning ortib borishi kuzatilgan, ayniqsa, 1100°C

haroratda bu sezilarli darajada yaqqol namoyon bo‘lgan (4-rasm).



**4-rasm. Qattiq karbyurizatorida sementatsiyalash va termik ishlov berish jarayonining tavsiya etilayotgan sxemasi [4. 2].**

Bu nuqsonlarning sababi shundaki, yuqori haroratda qiyin eriydigan fazalar (oksidlar, nitridlar) eriydi. Natijada kristall tuzilishda muvozanatsiz va nuqsonli strukturalar hosil bo‘ladi.

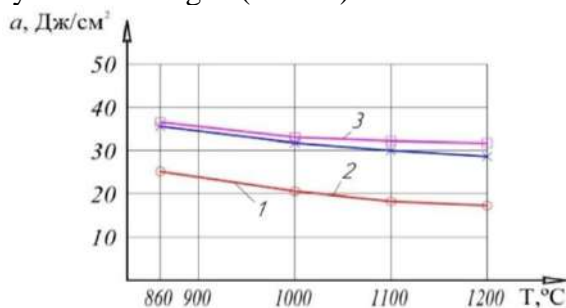
Yangi texnologik sxemada esa sementatsiyalash va toblash bir texnologik siklga birlashtiriladi. Ushbu usulda faqat bitta qizdirish qurilmasi va bir xil ishchi haroratdan foydalaniladi, bu esa energiyadan samarali foydalanish va vaqt sarfini kamaytirishga yordam beradi. Jarayonning sodalashishi uning samaradorligini oshirib, po‘lat detallarning mexanik xususiyatlarini yaxshilashga xizmat qiladi.

Sementatsiyadan keyin termik ishlov berilgan 55XGR markali po‘latning mikrostrukturaviy tahlil-lari shuni ko‘rsatdiki, strukturada mayda ignasimon martensit, kichik hududlarda qoldiq austenit va karbidlarning hosil bo‘lishi kuzatilgan [5, 3] (5-rasm).



**5-rasm. 55XGR markadagi po‘latning sementatsiyalashdan keyingi mikrostrukturasi (x500).**

Sementatsiya va termik ishlov berishning rejimlarini zarbiy qovushqoqlikka ta'sirini bilish uchun tadqiqot ishlari bajarilgan. Sinash natijalarini quyida tasvirlangan (6-rasm).



**6-rasm. 40X, 45XN va 55XGR markali po'latlarda zarbiy qovushqoqlikning o'zgarishi.**  
1 – 40X markali po'lat, 2 – 45XN markali po'lat, 3 – 55XGR markali po'lat.

Bundan ko'rinib turibdiki, 55XGR markali po'lat boshqa markalarga nisbatan yuqoriroq zarbiy qovushqoqlikka ega. Sementatsiyalash va toblash haroratining oshishi po'latning qattiqligini oshiradi, shu bilan birga uning mo'rtligini ham orttirishi zarbiy qovushqoqlik bo'yicha eksperiment natijalari orqali tasdiqlandi.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, po'latning zarbiy qovushqoqligi puxtalashning barcha rejimlarida har bir po'lat markasi

uchun talabga javob beradigan darajada bo'lib, bu esa yig'ish mashinalari apparatlarining kesuvchi segmentlarini tayyorlashda qo'llaniladigan po'latlar uchun ishlab chiqilgan puxtalash rejimlarini qo'llash imkoniyatini beradi [5, 4].

**Xulosa.** 40X, 45XN va 55XGR markali po'latlar uchun yeyilishga qarshilikni 1,5–2 barobarga oshiruvchi yuqori haroratli sementatsiyalash, toblash va past haroratli bo'shatishni o'z ichiga oladigan puxtalash texnologiyasi ishlab chiqildi.

Yig'ish mashinasi apparatlarining kesuvchi segmentlarini tayyorlash uchun ishlab chiqarish xarajatlarini 15–20% ga kamaytirishni ta'minlovchi, import qilinadigan W108 markali po'lat o'rniga 55XGR markali po'latdan foydalanish tavsiya etildi.


Natijada: Sirt qatlamining qattiqligi oshib, ishqalanishga chidamliligi ortdi, Detallarning xizmat muddati 1,5–2 barobarga oshdi.

Sementatsiya – qishloq xo'jaligi texnikasi detallarini mustahkamlash uchun eng muhim texnologiyalardan biri bo'lib, uning samaradorligi va iqtisodiy jihatdan katta foyda berishi isbotlandi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, jarayonni avtomatlashtirish orqali uning afzalliklarini yanada kengaytirish va qishloq xo'jaligi texnikasi ishlab chiqarish sohasida samaradorlikni oshirish mumkin.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. F. R. Norxudjayeov. "Materialshunoslik" Darslik. "Fan va texnologiya" nashriyoti, T; 2014, 118-b.
2. В. Н. Гадалов, С. В. Сафонов, В. И. Серебровский, Ю. В. Скрипкина, В. В. Горецкий. Реновация машиностроительной и сельскохозяйственной техники гальваническими железохромистыми покрытиями с применением цементации. Технологии машиностроения. УДК 669.14.
3. В. М. Madaminov, X. M. Umaraliyev. Борирование и цементация сталей 20, 40х и 45 с этим увеличить поверхностной твердости и износостойкости. Central Asian Journal of theoretical and applied sciences. Volume: 03 Issue: 11 | Nov 2022 ISSN: 2660-5317 <https://cajotas.centralasianstudies.org>
4. Ф. Р. Норхуджаев, А. А. Мухамедов, Д. М. Эргашев, Р. Ф. Норхуджаева, А. М. Тешабоев. Влияние режимов термоциклическая обработка на структурообразование инструментальных сталях. //Композитционные материалы. 2021. - №1. – С. 75-77.
5. Ф. Р. Норхуджаев, Д. М. Эргашев, , А. М. Тешабоев Упрочнение режущих сегментов аппаратов уборочных машин//Композитционные материалы. 2021. - №2. – С. 92-93.

UO‘K: 662.997

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.17

## QUYOSH QURITGICHLARIDA ISSIQLIK AKKUMULYATORLI HAVO QIZDIRGICHDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH TADQIQOTLARNING ILMIIY-TEXNIKAVIY TAHLILI



**To'xliyev Mansur Maxmudovich**

Assistent, Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi, O'zbekiston

**Annotatsiya.** Jahon amaliyotida qo'llaniladigan qishloq xo'jalik mahsulotlarini quritish tizimlarida energiya sarfi yuqori bo'lib, quritilgan tayyor mahsulotni tayyorlash uchun solishtirma energiya sarfi  $2,7\div 7,4$  kVt-soat/kg ni tashkil qiladi. Yer yuzida energiya tanqisligini oldini olish uchun qayta tiklanadigan energiya manbalarini rivojlantirish lozim bo'ladi. O'tkazilgan sinov tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, shkaf ko'rinishidagi geliquritgichlarda mevalar va o'simliklar har xil changdan, ifloslanishdan saqlanadi. Quritish uchun qo'yilgan mevalarni dorivor o'simliklarni turiga qarab, har xil usullar orqali, shkafni ichidagi haroratni o'zgartirish usullari mavjud. Ichkaridagi harorat  $+65\dots+75^{\circ}$  C dan oshsa haroratni barqarorlashtirish (pasaytirish) usullaridan yana bir muhim vosita sifatida kollektor va shkaf ichidagi haroratni aerodinamik vositalar yordamida pasaytirish mumkin. Shuningdek shkaf ichidagi issiqlik energiyasini saqlash maqsadida kollektorni izolyatsiyalab, kechki vaqtda usti yopiladi.

**Kalit so'zlar:** kollektor geliquritgich, harorat, konvektivli, kontaktli, qora toshlar, polietilen, ultrabinafsha, akkumulyatsiyalash.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЯ С ТЕПЛОЙ БАТАРЕЕЙ В СОЛНЕЧНЫХ СУШИЛКАХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Тухлиев Мансур Махмудович**

Ассистент, Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, Узбекистан

**Аннотация.** В системах сушки сельскохозяйственной продукции, применяемых в мировой практике, энергопотребление высокое, удельный расход энергии на приготовление сушеного готового продукта составляет  $2,7\div 7,4$  kVt-soat/kg. Чтобы избежать дефицита энергии на земле, необходимо будет развивать возобновляемые источники энергии. Результаты проведенного испытательного эксперимента показывают, что в гелиосушилках в виде шкафа плоды и растения защищены от разного рода пыли, загрязнений. В зависимости от вида лекарственных растений для сушки настоянных плодов, существуют различные способы изменения температуры внутри шкафа. температура внутри  $+65\dots+75^{\circ}$  C превышение температуры как еще один важный инструмент из методов стабилизации (понижения) температуры, температура внутри коллектора и шкафа может быть снижена аэродинамическими средствами. Также с целью сохранения тепловой энергии внутри шкафа коллектор изолируют и закрывают в вечернее время.

**Ключевые слова:** коллекторный гелиосушитель, температурный, конвективный, контактный, черные камни, полиэтилен, аккумулятор.

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF USING A HEAT ACCUMULATOR AIR HEATER IN SOLAR DRYERS SCIENTIFIC AND TECHNICAL ANALYSIS OF RESEARCH

**Tukhliyev Mansur Makhmudovich**

Assistant, Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi, Uzbekistan

**Abstract.** In agricultural product drying systems used in world practice, the energy consumption is high, and the specific energy consumption for the preparation of dried finished product is 7,4 kVt-soat/kg. To prevent energy shortages on Earth, it will be necessary to develop renewable energy sources. The results of the test experiment showed that in the form of a wardrobe, heliocriters, fruits and plants are protected from all kinds of dust, pollution. Depending on the type of medicinal plants poured for drying, there are ways to change the temperature inside the cabinet, through different methods. The temperature inside is +65.....As another important tool from temperature stabilization (lowering) methods if +75° C, the temperature inside the collector and Cabinet can be lowered using aerodynamic means. Also for the purpose of storing thermal energy inside the Cabinet, the collector is insulated and the top is closed at night.

**Keywords:** collector heliocouter, temperature, convective, contact, black stones, polyethylene, ultraviolet accumulator.

**Kirish.** Agar fotoelektr panellar o'ziga tushayotgan quyosh energiyasining 14–18% dan foydalansa, quyosh kollektoridagi ushbu samara 70–80% ga yetadi [2; 46-51-b]. Singh va boshqalar [3; 34-37-b] tomonidan taklif etilgan QQ, tabiiy quritgich bilan taqqoslanganda, issiq havo va tashqi havo haroratlari o'rtasidagi maksimal haroratlar farqi 35,4°C ni, qurilmaning maksimal FIK qiymati 55% ni tashkil etgan. John va boshqalar tomonidan banan mahsuloti tabiiy quritgich va vakuum quvurli quyosh kollektori asosidagi QQda quritilgan. Natijalarga ko'ra, quritish vaqti 18,87% ga qisqargan. Khadraoui va boshqalar [3; 54-58-b] tomonidan qizil qalampir avtomatik ikki o'qli quyosh kuzatgichli tabiiy quritgichda quritilgan. Havoning massaviy sarfi 0,047 kg/s bo'lganda quyosh kollektorining FIK qiymati 30 dan 80% gacha o'zgargan. QQning umumiy energiya samaradorligi 34% ni tashkil etgan. Adenitan va boshqalarning [4; 44-50-b] tadqiqot ishida majburiy konveksiyali aralash rejimda ishlovchi issiqxona turidagi QQda qizil qalampirni quritish tadqiqot qilingan va natijalar tabiiy quritish natijalari bilan taqqoslangan. Oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash va saqlash vaqtida xavfsizlikni oshirishda issiqxona turidagi quritgichdan foydalanish tavsiya

etilgan. Ko'p sonli adabiyotlarda QQlarini IAlari, biogaz qurilmalari, organik yoqilg'ilar va elektr qizdirgichlar bilan integratsiyalash tajribaviy va nazariy tadqiqot qilingan. IAli QQlarida materiallar ortiqcha quyosh energiyasini akkumulyatsiyalaydi.

**Tadqiqot materiallari va natijalar.** Mavjud barcha turdagi quyosh (konvektorli radiatsion) meva va quritgichlar faqat quyoshli vaqtlarda mahsulotlarni quritadi. Qurilmalarning akkumulyatsiya qismi yaxshi izolyatsiya qilinmaganligi sababli yetarli darajada issiqlikni akkumulyatsiya qila olmaydi natijada meva va o'simliklarni quritishga kuproq vaqt talab qiladi. Bu mevani sifatli qurishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Mahsulotlarni ochiq havoda quritganda tashqi ta'sirlar tufayli changlanadi, ifloslanadi va isrof bo'ladi. Hozirgi vaqtga qadar energiyani tejoychi qurilmalarni yaratish masalasi ayniqsa dolzarb moammolardan biri hisoblanadi. Shu bois quyosh energiyasini amaliy muammolarini hal etishga yo'naltirish imkonini beruvchi maxsus qurilmalar yanada faol ishga tushirilmogda. Bu qurilmalardan biri quyosh kollektori hisoblanib, isitish yoki issiq suv va mevalarni quritish maqsadlarida samarali foydalanish mumkin. Ochiq joylarda uzum 30-35 kunda, zardoli 8-11 kunda, qovun 5-6 kunda quriydi [5; 14-15-b]. Bu hozirgi kungacha yara-

tilgan geliquritgichlarga nisbatan 3-4 barobar ko‘p kun talab qiladi.

Biroq quyosh energiyasini issiqlik energiyasiga to‘la aylantirish uchun hozirgi asboblardan yetarli emas. Yerga yetib kelayotgan quyosh quvvatining miqdori yil, oy va kun davomida o‘zgarib turadi, ya’ni yerning geografik kengligiga, atmosferaning holatiga (ochiq bulutli, tumanli, changli ekanligiga) bog‘liq bo‘ladi. Quyosh nurlanish intensivligi past bo‘lganda quritish davrini uzayishi hisobiga qishloq xo‘jalik mahsulotlarining sifati yomonlashadi. Quyosh nurlanish intensivligi past bo‘lgan davrda IAini QQ bilan integratsiyalash yuqoridagi muammolarni hal etish imkonini beradi, shuningdek, quyosh yorug‘ligi bo‘lmagan soatlarda quritish uzluksizligini ta’minlaydi va mikroblar rivojlanishini oldini olishga yordam beradi. Tadqiqot ishimizda shkaf tipidagi meva quritgichlarni geliokollektorini takomillashtirish, energiya samaradorligini va foydali ish koeffitsientini oshirishdan iborat. Bizning yurtimizdagi yerlarning  $1m^2$  yuzasiga tushadigan quyosh nurining energiyasi taxminan  $1 kW/m^2$  ga teng [4; 18-25-b]. Quyosh quritish qurilmamizning sinov natijalari Qashqadaryo viloyati G‘uzor tumanidagi “Bog‘i saroy yulduzi” fermer xo‘jaligi dalasida, 2023 yil 12 iyundan 15 iyungacha o‘tkazildi. Dalada yetishtirilgan o‘rik mahsuloti quritildi. Aniqlangan ma’lumotlar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

**Quyosh radiatsiyasi va mikroiklim sharoitlarining urik massasi o‘zgarishiga ta’siri**

Vaqt (soat)	Urik masasi (kg)	Quyosh radiatsiyasi $W/m^2$	Tashqi harorat $^{\circ}C$	Shkaf ichidagi harorat $^{\circ}C$	Shkaf ichidagi namlik %
8:00	75	588	29	33	18
10:00	71	778	34	45	24
12:00	67	936	37	58	22
14:00	62	978	38	64	18
16:00	59	810	36	64	16
.....	...	.....	.....	.....	.....
14:00	33,3	976	38	65	13

Quritishga qo‘yilgan 75 kg o‘rik mahsuloti 54 soat davomida tarkibidagi namlikni 82% ga yo‘qotib, 33,3 kg tayyor mahsulot olindi. Bu ko‘rsatkich K.M.Xazimov (Qozog‘iston) tomonidan 2015 yida yasab ishga tushirilgan konvektiv radiatsion meva quritgichiga nisbatan 11 soat oldinroq quritadi [3; 22-24-b].

Bizning takomillashtirilgan kollektorimizga, akkumulyatsiya uchun qo‘yilgan toshlar pastki qismdagi stiklovatalarga tegmasligi uchun tosh bilan stiklovata orasiga 6,5 cm qalinlikdagi reyka taxtalar paralel qilib joylashtirilgan (1-rasm).



1-rasm. Kollektorning tag qismini izolyatsiyalash.



2-rasm. Quyosh quritgichning tashqi ko‘rinishi.

Parallel reyka taxtalar orasiga aerodinamika qonunlariga binoan qizigan havo harakatlanadi. Har bir qavat toshlar orasiga qizigan havo harakatlanishini ta’minlasak qavatlar orasidagi haroratlar farqi kamayadi, kollektor ichidagi hamma toshlar bir xil haroratda qiziydi va kollektor ichidagi harorat oshadi. Kollektor ichidagi haroratini sovishi ham tosh qavatlari orasidagi harakatlanuvchi havoning tezligiga bog‘liq bo‘ladi. Toshlar orasidagi harakatlanuvchi qizigan havo orqali kollektor ichidagi haroratni barqaror saqlab turish mumkin.

Tavsiya etilayotgan shkaf tipidagi quyosh quritgich qurilmamiz quyidagi bir qancha Afzaliklarga ega:

- Takomillashtirilgan qurilmada mahsulotni quritish uchun kamroq vaqt sarf bo‘ladi;
- Hech qanday elektr va yoqilg‘i energiyasi sarflanmaydi;

- Quritish davomida atrof muhitga hech qanday zararli moddalar chiqarmaydi.

Olingan eksperimental tajribalar shuni ko'rsatadiki akkumuliyatsiyalashda foydalaniladigan qoraga bo'yalgan toshlarning har bir qavatida 24 soat davomida haroratlar farqi kuzatildi. Har bir qatlamdagi toshlarning harorati har xil bo'ladi. Eksperiment tajribalar shuni ko'rsatadiki akkumuliyatsiya uchun foydalaniladigan toshni sirti qanchalik katta bo'lsa o'ziga shunchalik ko'p issiqlik energiyasini yig'adi. Ammo undan quyosh radiatsiyasi past bo'lganda, foydalanib bo'lmaydi o'ziga tushgan kam issiqlik energiyasini yutib oladi (2-rasm). Quyosh radiatsiyasi yuqori bo'lganda foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

IAlarining eng yaxshi xususiyatlariga yuqori solishtirma issiqlik sig'imi, yuqori zichlik, yuqori issiqlik o'tkazuvchanlik va uzoq muddatli barqarorlikni kiritish mumkin. Materialda akkmulyatsiyalangan oshkora issiqlik miqdori quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$Q = mc_p(T_{ox} - T_b) = \rho c_p V(T_{ox} - T_b) \quad (1)$$

bu yerda  $Q$ -akkumuliyatsiyalangan issiqlik,  $J$ ;  $m$ -material massasi,  $kg$ ;  $c_p$ -solishtirma issiqlik sig'imi,  $J/(kg \cdot ^\circ C)$ ;  $T_b$ -boshlang'ich harorat,  $^\circ C$ ;  $\rho c_p$ -qattiq materialning hajmiy issiqlik sig'imi,  $J/(m^3 \cdot ^\circ C)$ ;  $V$ -hajm,  $m^3$ ;  $T_{ox}$ -oxirgi harorat,  $^\circ C$ .

IAning issiqlik sig'imi hajmiy issiqlik sig'imi qiymatiga sezilarli bog'liq. Issiqlik uzatish tezligi yuqori bo'lishi uchun IA materiali yuqori issiqlik o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi kerak. IAlari sifatida qo'llaniladigan eng ko'p tarqalgan materiallar qum, tosh, beton, cho'yan, quyma po'lat va g'isht [6; 35-39-b]. QQda foydalaniladigan IAlarning turlari va ularning issiqlik-fizik xususiyatlari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

**IA materiallarining issiqlik-fizik xususiyatlari [6; 35-39-b]**

Material	Zichligi, $kg/m^3$	Solishtirma issiqlik sig'imi, $J/(kg \cdot ^\circ C)$
G'isht	1800	837
Alyuminiy	2710	896
Metal	7900	452
Yer toshlari	2050	1840
Dengiz toshlari	2405	815
Qum zarralari	2200	712
Beton	200	880
Suv	988	4182

Yog'och	700	2390
Tosh, granit	2640	820
Ohaktosh	2500	900

IA bilan integrallashgan QQ arzon va tez tayyorlanadi. IA materiallari odatda nasadkali qatlam shaklida to'planadi, u orqali zaryadkalovchi va issiqlik energiyasini olib ketuvchi issiqlik tashuvchi sirkulyatsiyalanadi. Quyosh kollektorining foydali ish koeffitsienti quyosh nurining kollektor qabul qiluvchi yuzasiga tushgan qismining foydali issiqlik energiyaga aylangan qismiga teng bo'ladi. Kollektorning qabul qiluvchi yuzasi esa, quyosh nuri effektiv ta'sir qilgan sirtga teng bo'ladi. Foydali ish koeffitsienti kollektorning holatiga bog'liq bo'ladi. Kollektor yuzasiga tushgan nurning bir qismi akslanish ta'sirida orqaga qaytadi. Kollektorga tushgan nurlanish va absorberda issiqlik energiyasiga aylangan nurlanish quvvati orasidagi munosabatdan foydalanib, quyosh kollektorida yo'qotiladigan jami issiqlik quyidagicha hisoblash mumkin [4]:

$$\sum Q_{yoriq} = Q_{plyo} + Q_{chang} + Q_{tag} + Q_{tir} \quad (2)$$

Ilmiy tadqiqot davomida kollektorda imkon qadar yo'qotilgan issiqlik miqdorini kamaytirish maqsadida kollektorning pastki qismi (yer) ga issiqlik energiya yutilmasligi uchun suyuq stiklovata, betum bilan ishlov berilgan va quritilib ustidan nur qaytaruvchi folgali stiklovata bilan yopilgan natijada yer bilan izolyasiya qilingan.

$Q_{tag}$  - kollektorning tagiga yo'qoladigan issiqlik miqdori nolga yaqin bo'ladi, deyarli issiqlik kollektorning tagqismiga yutilmaydi u holda (2) formula quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\sum Q_{yoriq} = Q_{plyo} + Q_{chang} + Q_{tir} \quad (3)$$

(2) formuladan quyosh kollektorlarini samaradorligini oshishini bilishimiz mumkin.

O'rtacha bir dona toshning issiqlik miqdorini hisoblash:

$$Q = mc(t_2 - t_1) \quad (4)$$

$$Q = \rho Vc(t_2 - t_1) \quad (5)$$

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (6)$$

$c$  - jismlarni va moddalarni solishtirma issiqlik sig'imi. Akkumuliyatsiya uchun solishtirma issiqlik sig'imi katta bolgan jism va moddalardan foydalanish kerak.

(3) va (4) formulalar yordamida ichidagi bir dona toshning issiqlik miqdorini aniqlash mumkin. Agar tosh shar shaklida deb hisoblasak uning hajmi:

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 \quad (7)$$

(5) bilan (7) - formulani tenglashtirsak va  $R$  ni topsak:

$$R = \sqrt[3]{\frac{3m}{4\pi}} \quad (8)$$

(8) formuladan bir dona toshning massasi aniq bo'lsa uning  $R$  – radiusini aniqlash mumkin:

$$S = 4\pi R^2 \quad (9)$$

(8) formulani (9) formulaga qo'yib:

$$S = 4\pi \left(\frac{3m}{4\pi}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (10)$$

hosil qilamiz (10) formula yordamida shar shaklidagi toshni massasini bilgan holda uning sirtini yuzini topish mumkin bo'ladi. Toshning zichligi  $\rho_{tosh} = 2600 \text{ kg/m}^3$ .

Kollektor ichidagi hamma toshlarni mas-salarini, sirt yuzasini, suvning hajmini hisoblab topish kerak. Toshlardan mavsumga qarab katta va kichik foydalanish kerak. Eksperiment hisoblash-lardan aniqlandiki, hajmi katta toshlar hajmi kichik toshlarga qaraganda sekinroq qiziydi. Pastki qat-lamdagi kollektor ichidagi toshlarni harorati yuqori qatlamga qaraganda pastroq bo'ladi. Quyosh ener-giyasi toshga tarqalishi va yutilishini hisoblash uchun quyidagi issiqlik balansi tenglamasidan foy-dalanish mumkin [1].

$$Q_{yut}(\tau) + \lambda \frac{\partial t_T(x_1\tau)}{\partial} - a_{TSK}[t_{TS}(\tau) - t_{TSK}(\tau) - \vartheta] = 0 \quad (11)$$

Bu yerda;

$Q_{yut}$  – quyosh energiyasining tosh qatlamida yutiladigan qismi,

$t_{TS}$  – tosh sirtini temperaturasi,

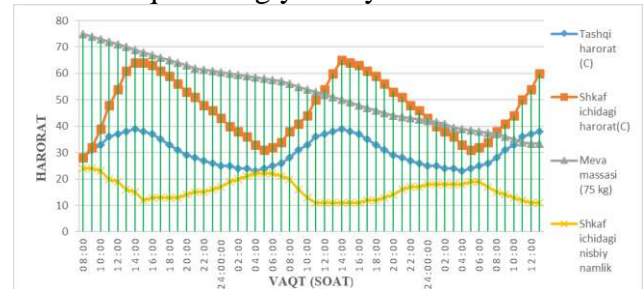
$t_{TSK}$  – tosh sirti yaqinidagi temperaturasi,

$\lambda$  – toshning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffit-siyenti,

$\tau$  – vaqt [4].

**Muhokama.** Kollektorlarni yasashda,  $Q_{yut}$  tosh qatlamiga yutiladigan quyosh energiyasini oshirish kerak. Tosh qatlamlari orasida g'ofak joy qoldirib terib chiqish kerak, shunda quyosh nurlari pastki qavatdagi toshlarni ham qizitadi. Agar toshlar orasida g'ovak joylar qolmasa haroratlar farqi oshadi pastki qavatdagi toshlarni harorati tashqi haroratdan farq qilmay qoladi. Kunning issiq vaqt-larida hajmi katta toshlardan foydalanib, tosh qavat-larini sonini oshirish bilan kollektor ichidagi haro-ratni oshirib, ko'proq vaqt issiqlik energiyasini saq-

lab turadi. Kuz va bahor fasllarda tashqi harorat past bo'lganda kollektor ichiga hajmi kichik toshlardan foydalanish maqsadga muvofiq chunki hajmi kichik toshlarni harorati tezroq oshadi va shu bilan birga tezroq soviydi. Tashqi harorat past bo'lganda kol-lektor ichidagi hajmi katta toshlar o'ziga tushgan hamma issiqlik energiyasini yutib oladi.



**3-rasm. O'rik quritishda tashqi va ichki parametrlariga bog'likligi.**

O'rik mahsulotini quritishda (3-rasm) kollektor qismi yaxshi izolyatsiya qilingani uchun quritish shkafini kechki vaqtda ham issiqlik energiyasi bilan ta'minlab turganligi uchun mahsulotlarni quritish uzluksiz bo'lgan.

Tadqiqot qilingan quyosh kollektorlari uchun bir nechta muhim xususiyatlar mavjud:

- samaradorligi yuqori;
- texnik xizmat ko'rsatish qulay;
- yasash oson;
- kerakli hamma materiallar va moddalar uy xo'jaliklarida mavjud;

- tannarxi qiymat emas;

- ishonchli, xizmat muddati 15-20 yil, (plyonka 7-8 yil);

- iqlim tizimi boshqa kollektorlarga qaraganda qulay;

- kollektor ichidagi temperaturani barqarorlashtirish imkoniyatlari mavjud.

Asosiy kamchiliklari sovuq kunlarda deyarli ishlamaydi, shuning uchun ular issiq iqlimi bo'lgan mamlakatlarda qo'llaniladi. Kollektor yuzasini shaffof polietilen bilan qoplashda iloji boricha silliq qilib (tortib) qoplash tavsiya qilinadi.


**Xulosa.** O'zbekiston mintaqasida qayta tiklanuvchi energiya resurslarini tahlil etib aytish mumkinki, elektr va issiq suv ta'minotida quyosh energiyasidan foydalanish, mamlakatimiz sharoitida iqtisodiy jihatdan to'liq o'zini oqlaydi. Quyosh energiyasidan amalda foydalanish uchun O'zbekistonda yaratilgan shart-sharoit va mavjud

imkoniyatlar mazkur mintaqadan bir sohadagi ilg'or | doni sifatida foydalanishga asos bo'lib xizmat qiladi  
texnologiyalarni nafaqat respublikamizda, balki bu- | [5].  
tun O'rta Osiyoda tajriba tariqasida joriy etish may-

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI**

1. Uzoqov G'.N., Xo'jaqulov S.M., Uzoqova Yu.G'. "Muqobil energiya manbalaridan foydalanish asoslari". Toshkent: Fan va texnologiya. (2017).
2. M.M.To'xliyev. Improved solar fruit dryer collector insulated test results. №8 Vol. 11, Issue 1, January 2024 (Osiyo mamlakatlari). India.
3. M.M.To'xliyev. Meva va o'simliklarni quritish davomiyligini quyosh radiatsiyasi, tashqi havо harorati va namligiga bog'liqligini tajribaviy tadqiqotlari. Jurnal "Innovatsion texnologiyalar" Qarshi-2024. 36bet. (№38).
4. Тўхлиев М.М., Овлаев Ж.О. Такoмиллаштирилган кyёш кyрити кyрилмасининг харорат режимини тадқиқот қилиш // Jurnal "(2019) Инновацион технологиялар" Qarshi-2022. № 1(45). 36-40 bet.
5. То'xliyev M.M., Ovlayev J.O.Past potentsialli takomillashtirilgan quyosh quritish qurilmasining amaliyot sinov natijalari. Jurnal "O'zbekiston qishloq xo'jaligi". Toshkent. "Qishloq va сув хўжалиги вазирлиги"-2024. №2. 43-45 bet. (05.00.00; №8).
6. <https://nuz.uz/ekonomika-i-finansy/35155>

UO‘K: 662.997:662.63

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.18

## BIOMASSANI QAYTA ISHLASH ORQALI ENERGETIK JIHATDAN QIMMATLI MAHSULOTLARGA AYLANTIRISH TEXNOLOGIYALARI



*Xoliqov Komil Nurmahmatovich*

*Katta o‘qituvchi, Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti, Qarshi, O‘zbekiston  
E-mail: [xoliqov.80@mail.ru](mailto:xoliqov.80@mail.ru)*

**Annotatsiya.** Briketlangan biomassaning zichligi biomassaning dastlabki holatdagi yirik zichligidan qariyb 6 baravar yuqori. Mahsulotlarga termo-kimyoviy, fizik-kimyoviy va biologik usullar bilan qayta ishlashning mavjud usullari ko‘rsatilgan. Xom biomassaning “sovuq” briketlash jarayoni ko‘pincha bog‘lovchi modda qo‘shishni talab qiladi. Piroлиз usuli biomassadan olingan tayyor qattiq briketlangan yoki granulalangan yoqilg‘ining iste‘mol xususiyatlarini oshirish uchun samarali qo‘llaniladi. Oqimda gazifikatsiya qilishda yuqori haroratlar 2000°C gacha qo‘llaniladi. Qurimalarning soddaligi va nisbatan past energiyani sarfi tufayli asosiy ulush (taxminan 75%) qattiq biomassa yoqilg‘ilarni ishlab chiqarishga to‘g‘ri keladi. Piroлиз qilish jarayonlarida qo‘llaniladigan biomassa asosiy turi yog‘och qirindisi va organik chiqindilar. Olingan yog‘och ko‘mir maydalanganidan so‘ng, uning asosida pirolizlangan pelletlar ishlab chiqariladi. O‘simlik biomassasini piroliz qilish uchun ishlatishning yana bir afzalligi shundaki, uning tarkibida lignin mavjud.

**Kalit so‘zlar:** Biomassa, texnologiya, yoqilg‘i, energiya, piroliz, gazifikatsiya, bug‘-havo, ekstraksiya, uglerod, termo-kimyoviy, fizik-kimyoviy, biologik.

## ТЕХНОЛОГИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ БИОМАССЫ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ ЦЕННЫЕ ПРОДУКТЫ ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ

*Холиков Комил Нурмахматович*

*Старший преподаватель, Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, Узбекистан*

**Аннотация.** Плотность брикетированной биомассы почти в 6 раз выше, чем плотность биомассы в ее первоначальном состоянии. Существуют различные методы термической, физико-химической и биологической переработки продуктов. Процесс «холодного» брикетирования сырой биомассы часто требует добавления связующего вещества. Метод пиролиза эффективно используется для повышения потребительских свойств готового твердого брикетированного или гранулированного топлива, полученного из биомассы. При газификации в потоке применяются высокие температуры до 2000°C. Из-за простоты конструкции и относительно низкого энергопотребления основная доля (примерно 75%) приходится на производство твердого биомассового топлива. Основным типом биомассы, используемой в процессе пиролиза, — это древесные опилки и органические отходы. После измельчения полученного древесного угля изготавливаются пиролизные пеллеты. Еще одним преимуществом использования растительной биомассы для пиролиза является наличие в ее составе лигнина.

**Ключевые слова:** Биомасса, технология, топливо, энергия, пиролиз, газификация, пар-воздух, экстракция, углерод, термо-химический, физико-химический, биологический.

## TECHNOLOGIES FOR CONVERTING BIOMASS INTO ENERGY- VALUABLE PRODUCTS THROUGH PROCESSING

*Kholikov Komil Nurmakhmatovich*

*Senior Lecturer, Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi, Uzbekistan*

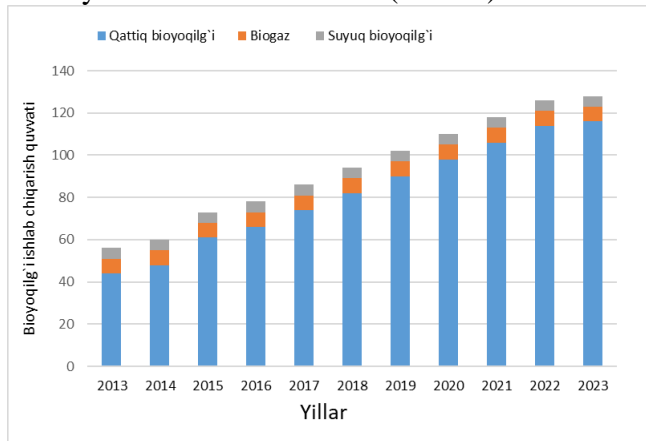
**Abstract.** The density of briquetted biomass is nearly 6 times higher than the original bulk density of the biomass. The available methods for processing products include thermo-chemical, physico-chemical, and biological methods. The "cold" briquetting process of raw biomass often requires the addition of a binder. The pyrolysis method is effectively used to improve the consumer properties of the finished solid briquetted or granulated fuel obtained from biomass. High temperatures up to 2000°C are applied in gasification in the flow. Due to the simplicity of the equipment and relatively low energy consumption, the main share (about 75%) is used for producing solid biomass fuels. The main types of biomass used in pyrolysis processes are wood chips and organic waste. After grinding the obtained wood charcoal, pyrolyzed pellets are produced from it. Another advantage of using plant biomass for pyrolysis is that it contains lignin.

**Keywords:** Biomass, technology, fuel, energy, pyrolysis, gasification, steam-air, extraction, carbon, thermo-chemical, physico-chemical, biological.

**Kirish.** Biomassadan muqobil yoqilg'i olishning eng samarali metodlaridan biri uni turli temperaturalar berib boyitilgan yoqilg'iga aylantirishdir. Bunday qayta ishlangan xomashyoning zichligi boshlang'ich xom-ashyoning zichligidan yuqori bo'lishi bilan bog'liq. Masalan, briket qilingan xomashyoning zichligi dastlabki holatdagi yirik xom-ashyoning zichligidan qariyb 5 baravar yuqori, bundan ko'rinadiki shu hajmdagi xomashyoda briket qilinganda energiya miqdorini sezilarli darajada oshiradi. Bundan tashqari, bunday muqobil yoqilg'ilarning ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan issiqlik miqdori kam sarf qilinish bilan ajralib turadi.

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** Xomashyo reaksiya zonasida yuqori haroratda qisqa vaqt ichida xomashyoni suv bug'lari bilan yetarlicha aralash-tirish gaz hosil bo'lish tezligini oshiradi. Gaz hosil bo'lishi bilan birga qo'shimcha suyuq mahsulot, ya'ni piroliz rezina ham hosil bo'ladi. Piroliz — bu neftni kimyoviy sintez qilishda sanoatda xomashyo olishning eng muhim usullaridan biridir. Bu jarayon nisbatan past haroratda (500–800°C) ro'y beradi, gazifikatsiya (800–1300°C) va yonish (900–2000°C) jarayonlariga nisbatan. Qadimgi davrlarda, ya'ni 80–90 yil oldin, yog'ochni havo yo'q joyda 450 dan 800°C gacha qizdirganda gaz va suyuq mahsulotlar, shuningdek, qattiq qoldiq — ko'mir hosil bo'lardi. Bu usul qadim zamonlarda, masalan, ko'mir tayyorlash, temirchilik, shashlik pishirish,

zargarlikda keng qo'llanilgan [1]. Xalqaro qayta tiklanuvchi energiya manbalari agentligi ma'lumotlariga ko'ra, XXI asrning ikkinchi o'n yilligida bioyoqilg'i mahsulotlarini ishlab chiqarish quvvatlari deyarli ikki baravar oshdi (1-rasm).

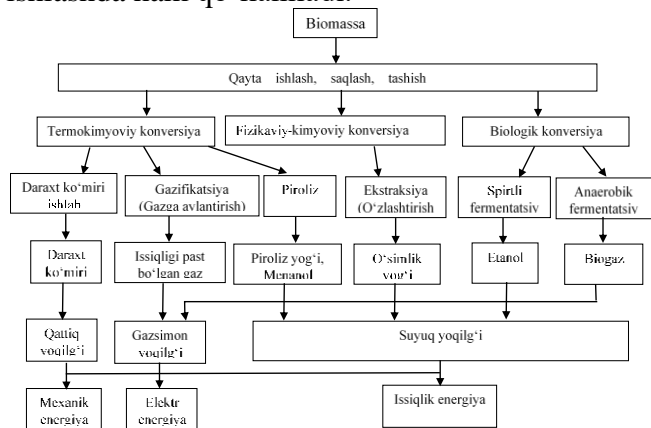


**1-rasm. Muqobil yoqilg'i ishlab chiqarish quvvatlari.**

2-rasmda xomashyoni turli muqobil ener-giya olish maqsadlarida qo'llaniladigan mahsulot-larga termokimyoviy, fizik-kimyoviy va biologik usullar bilan qayta ishlashning mavjud usullari ko'rsatilgan [2].

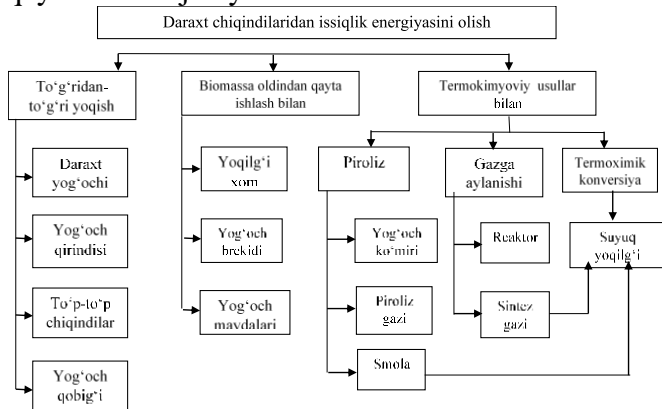
Muqobil energiya olishda texnologik jarayonlarda qo'llaniladigan biomassaning asosiy turlari yog'och qirindilari, organik chiqindilar va g'o'zapoya bo'lib qolmoqda (bugungi kunda dun-yoda ishlatilayotgan bioyoqilg'ining taxminan uch-

dan ikki qismi yog'och qirindilaridan olinadi). 2-sxemada yog'och qirindisini turli xil energetik jihatdan qimmatli mahsulotlarga qayta ishlash usullari keltirilgan. Biroq, barcha issiqlik berish usullari boshqa o'simlik xomashyolarini qayta ishlashda ham qo'llaniladi.



**2-rasm. Biomassani qayta ishlash orqali turli xil muqobil energiya olinish va qo'llanilishi sxemasi.**

Qurilmalarning soddaligi va nisbatan past energiya sarfi tufayli asosiy ulush (taxminan 75%) qattiq bioyoqilg'i ishlab chiqarishga to'g'ri keladi. Bunday mahsulotlar xomashyoni harorat ta'sirida qayta ishlash jarayonida olinadi.



**3-rasm. Yog'och qirindilaridan issiqlik energiyasini olishning texnologik usullari.**

Termik ishlov berish usulida qattiq bioyoqilg'i olishning eng sodda usuli — bu tarkibida gemitsellyuloza, selluloza va lignin bo'lgan o'simlik xomashyosini piroliz qilish texnologiyasidir. Pirolizning boshlang'ich bosqichi sifatida ko'rib chiqiladigan va ko'pincha adabiyotda "yumshoq piroliz" deb ataladigan usulda, o'simlik xomashyosi inert muhitda 200–300°C gacha qizdiriladi. Natijada, yog'och qirindisi tarkibidagi

gemitsellyuloza va asosiy polimerlarning parchalanishi natijasida namlik va uchuvchan moddalar ajralib chiqadi. Bunday jarayonda xomashyo massasi taxminan 30% ga kamayadi, ya'ni bio-ko'mirning energiya sig'imi dastlabki xomashyo massasiga nisbatan 10% ga pasayadi. Bu esa xomashyoning maxsus yonish issiqligini oshiradi, transport xarajatlarini kamaytirishga va energetikada foydalanish ulushini oshirishga yordam beradi. Bundan tashqari, jarayonni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan issiqlik sarfini parchalanish jarayonida ajralib chiqqan gaz yoki uglerod qoldig'ini yoqish hisobidan qoplash mumkin [2].

**Natijalar.** Olingan yog'och ko'mir maydalangandan so'ng, uning asosida pirolizlangan pelletlar ishlab chiqariladi. Ushbu pelletlar ko'mir bilan qo'shma yoqish texnologiyalarida, shuningdek, pelletli qozonlar uchun mustaqil yoqilg'i sifatida qo'llaniladi. O'simlik biomassasini piroliz qilishning yana bir afzalligi shundaki, yog'och tarkibida lignin mavjud bo'lib, u temperatura oshishi bilan plastik holatga o'tadi va pelletlash yoki granullash jarayonida ichki bog'lovchi modda sifatida xizmat qiladi. Bunday usul inert gaz o'rniga arzon va mavjud materiallardan foydalanish hisobiga yanada tejamkor bo'ladi. Piroliz jarayonida olingan gazsimon mahsulotlarning sifatini pasaytiruvchi inert gazdan foydalanishni talab qilmaydi.

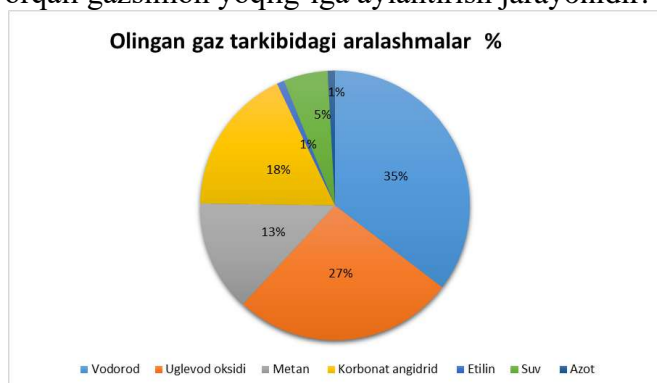
Bundan tashqari, piroliz qilish usuli biomassadan olingan tayyor qattiq briketlangan yoki granulalangan bioyoqilg'ining iste'mol xususiyatlarini oshirish uchun samarali qo'llaniladi. Tabiiy saqlash sharoitlarida 270°C da piroliz qilingan yog'och qirindilarining namligi 30 kun ichida atigi 3 foizga oshadi, shu bilan birga, ishlov berilmagan pelletlarning namligi 12-15 foizga oshadi. Xomashyoga oldindan ishlov berishning yana bir afzalligi shundaki, bu jarayonda uchuvchan gazlarning bir qismi ajralib chiqadi, natijada biomassadan olingan bioyoqilg'ining o'z-o'zidan alanganlash ehtimoli kamayadi.

Pirolizning kamchiliklaridan biri – aniq harorat rejimini saqlash zaruriyatidir. Hatto haroratning ozgina oshishi ham pirolizlangan xomashyoning o'z-o'zidan alanganlashiga yoki qizib ketishiga olib kelishi mumkin. Bu esa, o'z navbatida, uning massasining sezilarli darajada kamayishiga va piroliz jarayonida olinadigan foydali mahsulot miqdorining pasayishiga sabab bo'ladi. Piroliz jarayonida

biomassa 240-250°C gacha qizdirilganidan so'ng va reaktor o'chirilgandan keyin uning harorati o'sishda davom etib, 430°C ga yetgan. Yarim sanoat qurilmasini sinovdan o'tkazishda esa reaktordagi gazning harorati 255°C ga ko'tarilishi bilan biomassaning isitish tezligi oshgan va natijada pelletlarning harorati gaz haroratidan yuqori qiymatlarga yetgan.

Piroliz qilinadigan xomashyoning o'lchamlari va namligiga qat'iy talablar qo'yilmaydi, ammo ushbu xususiyatlardagi farqlar xomashyoning no-tekis parchalanishiga va jarayon samaradorligining pasayishiga olib kelishi mumkin. Shuningdek, piroliz jarayoni bioyoqilg'ini energetik foydalanishga tayyorlashning qo'shimcha bosqichi hisoblanadi, bu esa ajralib chiqadigan mahsulotning narxini oshiradi. Ushbu omilning ta'siri qattiq bioyoqilg'ining energiya zichligi va yonish issiqligi dastlabki biomassaga nisbatan oshishi hisobiga qoplanadi.

**Muhokama.** Gazifikatsiya va tezkor piroliz texnologiyalari yonuvchi gaz yoki suyuq bioyoqilg'ilar olishda qo'llaniladi. Gazifikatsiya — bu biomassani yuqori haroratda qisman oksidlanish orqali gazsimon yoqilg'iga aylantirish jarayonidir.



**4-rasm. Olingan gaz tarkibidagi aralashmalar.**

- Gazifikatsiya jarayonida olingan gazning tarkibi:
  - 30-40% vodorod

- 20-30% uglerod oksidi
- 10-15% metan
- 15-20% karbonat angidrid
- 1% etilen
- 6% suv
- 1% azot
- Gazning yonish issiqligi:
  - Havo yoki bug'-havo aralashmasida gazifikatsiya qilishda 4-6 MJ/m<sup>3</sup>
  - Vodoroddan foydalaniladigan texnologiyalar bilan 40 MJ/m<sup>3</sup> gacha.

Gazifikatsiya jarayoni biomassadan yuqori energiyali gaz ishlab chiqarishga imkon beradi va uni turli energiya manbalariga aylantirishda samarali texnologiya hisoblanadi.

**Xulosa.** Biomassadan energetik maqsadlarda keng foydalanishning asosiy muammolaridan biri uni an'anaviy usullarda yoqishning past samaradorligidir. Shu sababli, biomassaning energetik xususiyatlarini oshirish maqsadida termik qayta ishlashning muqobil texnologiyalarini joriy etish dolzarb masaladir. Ushbu usullardan biri piroliz bo'lib, u turli fraksiyalardagi — suyuq, qattiq va gazsimon — energetik jihatdan qimmatli yoqilg'ini olish imkonini beradi.

Biomassani piroliz usulida qayta ishlashga asoslangan uskunalarni joylashtirish yuqori xarajatlarni talab qiladi. Natijada, tayyor mahsulotning qiymati oshadi, bu esa piroliz uskunalarni keng joriy etishda cheklovchi omillardan biri hisoblanadi.

Biroq, organik tarkibli biomassaning parchalanish reaksiyalari natijasida ajralgan issiqlikdan foydalanish orqali issiqlik sarflarining bir qismini qoplash mumkin. Bundan tashqari, biomassaning piroliz jarayoni avtotermik rejimda tashkil etilishi mumkin, bu esa jarayonni faqat boshlash uchun tashqi energiya talab etilishini ta'minlaydi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Kholikov Komil Nurmahmatovich. (2021). Getting fuel by pyrolysis device and using it. Central Asian Journal of Social Sciences and History, 2(2), 103-105. Retrieved from <https://cajssh.centralasianstudies.org/index.php/CAJSSH/article/view/70>
2. Ушаков Д.Е., Карелин Д.В., Бычков А.Л. Получение топливных брикетов из растительной биомассы // Химия твердого топлива. – 2017. – №. 4. – С. 46-50

UO‘K: 66.097.3

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.29

## KREMNIYLI SEOLITLARDA N-GEKSANNI AROMATLASH



**Rahmatov Xudoyor  
Boboniyozovich**

Qarshi davlat texnika universiteti  
professori, Qarshi, O‘zbekiston



**Abdullayev Baxtishod  
Mengliqul o‘g‘li**

Qarshi davlat texnika universiteti  
assistenti, Qarshi, O‘zbekiston



**Uzoqov Elyor Ulug‘bek  
o‘g‘li**

Qarshi davlat texnika universiteti  
magistranti, Qarshi, O‘zbekiston



**Maxsetov Bekzat Rustem  
uli**

Qarshi davlat texnika universiteti  
magistranti, Qarshi, O‘zbekiston

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada yuqori katalitik xususiyatga ega bo‘lgan mezog‘ovakli yuqori kremniyli tseolitar yordamida chiziqli tuzilishga ega bo‘lgan N-geksanni katalitik aromatlash jarayoni o‘rganilgan. Tadqiqotda katalizator sifatida qo‘llanilgan Ni, Cu va Fe modifikatorlarining tabiati va konsentratsiyasining katalitik faollikka ta’siri tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari aromatlash jarayoni samaradorligini oshirish va benzol qatori uglevodorodlarining tarkibini optimallashtirishga imkon beradi.

**Kalit so‘zlar:** aromatlash, mezog‘ovak, alyumosilikat, oktan soni, vodorod, konversiya.

## АРОМАТИЗАЦИЯ N-ГЕКСАНА В КРЕМНИЕВЫХ ЦЕОЛИТАХ

**Рахматов Худойёр  
Бобониязович**

Профессор, Каршинский  
государственный технический  
университет,  
Карши, Узбекистан

**Абдуллаев Бактишод  
Менгликул угли**

Ассистента Каршинского  
государственного технического  
университета,  
Карши, Узбекистан

**Узоков Элёр Улузбек  
угли**

Магистрант Каршинского  
государственного технического  
университета,  
Карши, Узбекистан

**Максетов Бекзат  
Рустем улы**

Магистрант Каршинского  
государственного технического  
университета,  
Карши, Узбекистан

**Аннотация.** В данной статье изучен процесс каталитической ароматизации N-гексана линейной структуры с использованием мезопористых высококремниевых цеолитов с высокими каталитическими свойствами. Проанализировано влияние природы и концентрации модификаторов (Ni, Cu, Fe) на каталитическую активность. Полученные результаты позволяют повысить эффективность процесса ароматизации и оптимизировать состав углеводородов бензольного ряда.

**Ключевые слова:** ароматизация, мезозой, алюмосиликат, октановое число, водород, конверсия.

## AROMATIZATION OF N-HEXANE IN SILICON ZEOLITES

**Rahmatov Khudoyor  
Boboniyozovich**

Professor of Karshi State Technical  
University, Karshi, Uzbekistan

**Abdullaev Bakhtishod  
Menglikul ugli**

Assistant of Karshi State Technical  
University, Karshi, Uzbekistan

**Uzakov Elyor Ulugbek  
ugli**

Master's student of Karshi State  
Technical University,  
Karshi, Uzbekistan

**Makhsetov Bekzat  
Rustem uli**

Master's student of Karshi State  
Technical University,  
Karshi, Uzbekistan

**Abstract.** This article studies the catalytic aromatization process of linear-structured N-hexane using mesoporous high-silicon zeolites with high catalytic properties. The influence of the nature and concentration of modifiers (Ni, Cu, Fe) on catalytic activity has been analyzed. The obtained results contribute to improving the efficiency of the aromatization process and optimizing the composition of benzene-series hydrocarbons.

**Keywords:** aromatization, Mesozoic, aluminosilicate, octane number, hydrogen, conversion.

**Kirish.** Hozirgi kunda Navbahor konidan olingan bentonit loyining muhim xususiyatlaridan kelib chiqib, asosan uning adsorbsion xossasini inobatga olib unga katta e'tibor qaratilmoqda. Navbahor konidan olingan bentonit sanoatning turli sohalarda keng qo'llanilmoqda, hozirda undan ishlab chiqarishning ikki yuzdan ortiq yo'nalishida, jumladan uglevodorod gazlarini tozalash va tayyorlashda ham foydalanilmoqda, lekin adabiyotlarda bu haqdagi ma'lumotlar jumladan tabiiy gazni tozalash jarayonida ma'lumotlar kam. Navbahor konidan olingan bentonit loyining arzonligi uni ishlab chiqarishdan tashqari tannarxiga sezilarli ta'sir ko'rsatdi, bir kilogram Navbahor konidan olingan bentonit kukuni boshqa turdagilardan ancha arzon, bundan tashqari uni qazib olish ham, qayta ishlash ham, sotish ham neft mahsulotlaridan ancha arzon tushadi [1]. Reagentlar yutilish qobiliyati tabiiy gazda shudring nuqtasi haroratida baholanadi [2-6].

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** Jarayonni amalga oshirish uchun tanlangan yuqori katalitik xususiyatgan ega bo'lgan tanlangan katalizatorlarning fazaviy tarkibi va kristallik darajasi rentgen nurlari difraksiyasi (RFA) bilan baholandi. Tahlil qilishdan oldin jarayonni amalga oshirish uchun tanlangan yuqori katalitik xususiyatgan ega bo'lgan

tanlangan katalizatorlar shablonni olib tashlash uchun 600°C da 3 soat davomida issiqlik bilan ishlov berildi. Difraksiya chizmalarini qayd qilish Ultima IV «Rigaku» difraktometrida monoxromatlangan CuK $\alpha$  nurlanishida 3 dan 50 dan 2 $\theta$  gacha burchaklar oralig'ida 0,5 grad/min amalga oshirildi. Jarayonni amalga oshirish uchun tanlangan yuqori katalitik xususiyatgan ega bo'lgan tanlangan katalizatorlarning morfologiyasi va kristall o'lchami JEOL JSM-6490LV elektron mikroskopida skanerlash elektron mikroskopi (SEM) orqali o'rganildi. Navbahor bentonitidan olingan yuqori kremniyli alyumosilikatlari kukunlarining fraksion tarkibi SALD-2201 Laser Diffraction Particle Size Analyzer (SHIMADZU, Yaponiya) lazerli sochilish usuli orqali aniqlandi. Navbahor bentonitidan olingan yuqori kremniyli alyumosilikatlarning solishtirma sirt yuzasi ( $S_{sol}$ ) Branuer-Emmet-Teller bir nuqtali usuli yordamida azotning termal desorbsiyasi bilan aniqlandi. Navbahor bentonitidan olingan yuqori kremniyli alyumosilikatlarning umumiy g'ovak hajmini ( $V_{\Sigma}$ ) namlik sig'imi bo'yicha aniqlash piknometrik suyuqlik sifatida suv yordamida amalga oshirildi [7-9].

450-500°C harorat oralig'ida nikel bilan modifikatsiyalangan yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolit

1-jadval

**Turli tarkibli katalizatorlarda normal geksanni katalitik aromatlab olingan benzol qatori uglevodorodlarining dastlabki vakillari aralashmasining oktan soni**

Uglevodordlar sinfi	H-YuKS	2.0% Ni-H- YuKS	2.0% Cu-H-YuKS	2.0% Fe-H- YuKS
350°C				
Izoalkanlar	25.84	36.75	37.12	31.75
Aromatik birikmalar	62.35	52.25	50.35	52.40
Σnaftenlar, olefinlar, alkanlar	6.440	5.885	8.220	8.660
<b>jami</b>	<b>94.63</b>	<b>94.885</b>	<b>95.69</b>	<b>92.81</b>
450°C				
Izoalkanlar	4.660	11.25	7.770	5.125
Aromatik birikmalar	88.80	90.12	91.40	95.35
Σnaftenlar, olefinlar, alkanlar	6.330	4.550	4.225	4.885
<b>jami</b>	<b>99.79</b>	<b>105.92</b>	<b>103.395</b>	<b>105.36</b>
500°C				
Izoalkanlar	3.775	4.115	3.330	1.910
Aromatik birikmalar	96.80	97.85	99.75	104.4
Σnaftenlar,olefinlar, alkanlar	4.330	6.880	4.525	5.125
<b>jami</b>	<b>104.905</b>	<b>108.845</b>	<b>107.605</b>	<b>111.435</b>

2-jadval

*To'g'ridan-to'g'ri ishlaydigan benzin fraksiyasini mis bilan modifikatsiyalangan yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolitga aylantirish*

№ namuna	T, °C	Suyuq mahsulotlar tarkibi, %	Suyuq mahsulotlar tarkibidagi uglevodorodlar, %		
			Propan	Olefinlar	Aromatik birikmalar
YuKS*	350	72.85	58.75	2.225	11.60
	380	69.40	52.25	2.550	15.80
	430	65.25	50.50	4.012	17.70
1% Ni- YuKS	350	73.65	53.12	2.015	16.15
	380	71.60	43.20	2.220	22.90
	430	70.70	39.55	2.815	28.25
2% Ni- YuKS	350	77.12	47.60	0.925	20.40
	380	75.45	35.65	2.015	27.80
	430	72.65	33.20	2.525	32.50
3% Ni- YuKS	350	76.85	44.20	0.885	22.50
	380	74.25	35.15	0.995	28.85
	430	71.20	31.80	2.125	35.25

eng katta aromatlash qobiliyatini namoyish etadi va mis bilan modifikatsiyalangan yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolit eng kam. Ni va Cu modifikatsiyalangan yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolitlarda bu harorat oralig'ida aromatlashning tanlab ta'sir etuvchanligi mos ravishda 84,7-89,3% va 79,5-83,3% ni tashkil qiladi. Benzol qatori uglevodorodlarining dastlabki vakillarining tanlab ta'sir etuvchanligini oshirish uchun chiziqli tuzilishli normal geksanni katalitik aromatlab, benzol qatori uglevodorodlarining dastlabki vakillarini olish uchun tanlangan katalizatorlar quyidagi tartibda joylashtirilgan: Ni-H-yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolit>Cu-H-yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolit>Fe-H-yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolit.

1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, H-YuKS, 2.0% Ni-H-YuKS, 2.0% Cu-H- YuKS va 2.0% Fe-H-YuKS katalizatorlarda normal geksanni katalitik aromatlab olingan benzol qatori uglevodorodlarining dastlabki vakillari aralashmasining oktan soni 350-450-500°C haroratda aniqlab ko'rilganda 2.0% Fe-H-YuKS katalizatorida eng yuqori oktan soniga (mos ravishda 92,81-105,36-111,435) ega bo'ldi.

2-jadvada 1-3% mis bilan modifikatsiyalangan yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolitda normal geksanni aromatik birikmalarga aylantirish kon-

versiyasi 350-380-430°C haroratlarda aniqlab chiqilganda, 3% Ni-YuKS katalizatorida eng yuqori natijagan erishildi, ular mos ravishda 22,50-28,85-35,25% ni tashkil etgani qayd etilgan.

**Muhokama.** Yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolitning mis, nikel va rux bilan modifikatsiyasi chiziqli tuzilishli normal geksanni katalitik aromatlab, benzol qatori uglevodorodlarining dastlabki vakillarini olish uchun tanlangan katalizatorlarda benzol qatori uglevodorodlarining dastlabki vakillarining umumiy o'sishiga yordam beradi va ulardagi benzol miqdori faqat chiziqli tuzilishli normal geksanni 350°C da konversiya qilish natijasida olingan chiziqli tuzilishli normal geksanni katalitik aromatlab, benzol qatori uglevodorodlarining dastlabki vakillarini olish uchun tanlangan katalizatorlarda <5,0% normaga javob beradi. Ushbu namunada 380°C da, izotuzilishli to'yingan uglevodorodlarining xom ashyoga nisbatan unumdorligi atigi 2,5% ga oshadi. 2,0% mis bilan modifikatsiyalangan yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolitda chiziqli tuzilishli normal geksanni katalitik aromatlab, benzol qatori uglevodorodlarining dastlabki vakillarini olish uchun tanlangan katalizatorning oktan soni tadqiqot usuliga ko'ra 85 ga ko'tariladi. Shunday qilib, o'rganilgan chiziqli tuzilishli normal geksanni katalitik aromatlab, benzol qatori uglevodorodlarining dastlabki vakillarini olish uchun tanlangan katalizatorlar orasida tarkibi 2,0% bo'lgan chiziqli tuzilishli normal geksanni katalitik aromatlab, benzol qatori uglevodorodlarining dastlabki vakillarini olish uchun tanlangan

katalizator eng yaxshisi bo'lib chiqdi. Cu-H-yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolit, bu 380°C haroratda oktan soni 85 va suyuq chiziqli tuzilishli normal geksanni katalitik aromatlab, benzol qatori uglevodorodlarining dastlabki vakillarini olish uchun tanlangan katalizatorning 74,5% ga teng bo'lgan benzin tarkibiy qismini olish imkonini beradi.

450-500°C harorat oralig'ida nikel bilan modifikatsiyalangan yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolit eng katta aromatlash qobiliyatini namoyish etadi va mis bilan modifikatsiyalangan yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolit eng kam. Ni va Cu modifikatsiyalangan yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolitlarda bu harorat oralig'ida aromatlashning tanlab ta'sir etuvchanligi mos ravishda 84,7-89,3% va 79,5-83,3% ni tashkil qiladi.


**Xulosa.** Tabiiy Navbahor bentonitidan olingan va kislotaga hamda ishqoriy faollashtirilgan mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolitni maydalash darajasi turli o'lchamdagi namunalarning xususiyatlariga ta'siri aniqlandi va mezog'ovakli alyumosilikat sorbentlarini sintez qilish uchun berilgan o'lchamli 0,045-0,1 mm, 0,1-0,2 mm, 0,2-0,5 mm, 0,5-1 mm, <0,5 mm zarrachalarga ega mezog'ovakli yuqori kremniyli tseolit namunalari tayyorlandi.

YuKS-30 va H-YuKS-30/30% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> katalizatorlarining g'ovakli tuzilishi xususiyatlarining qiymatlari o'zaro yaqin. Shu bilan birga, YuKS-30 mezog'ovaklining g'ovak tuzilishi faqat turli xil dispersiyadagi mezog'ovakli kristallari va H-YuKS-30/30% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> jarayonni amalga oshirish uchun tanlangan yuqori katalitik xususiyatga ega bo'lgan tanlangan katalizatorlarda mezog'ovakli va alyuminiy oksidi kristallari bilan hosil bo'lishi aniqlandi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Fayzullayev, N. I., R. R. Umirzakov, and S. B. Paradaeva. "Study of acetylating reaction of acetylene by gas chromatographic method." ACS National Meeting Book of Abstracts. 2005.
2. Fayzullayev, N. I., and R. R. Umirzakov. "To obtain acetone by spontaneous hydration of acetylene." ACS National Meeting Book of Abstracts. 2005.
3. Buronov, F., & Fayzullayev, N. (2022, June). Synthesis and application of high silicon zeolites from natural sources. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2432, No. 1). AIP Publishing.
4. Buronov, F. E., & Fayzullaev, N. I. (2023). Mathematical modeling of ethylene oxidative acetylation process. In E3S Web of Conferences (Vol. 411, p. 01037). EDP Sciences.
5. Aslanov, S.C., Buxorov, A.Q., Fayzullayev, N.I. Catalytic synthesis of C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>-alkenes from dimethyl ether// International Journal of Engineering Trends and Technology, 2021, 69(4), стр. 67–75.
6. X.B.Rahmatov, A.B.Togayev Study of the kinetics of the reaction of high molecular hydrocarbons with synthesis gas // European Chemical Bulletin Eur. Chem. Bull. 2023, 12(Special Issue 4), pp.14456-14462.
7. X.B.Рахматов, А.И.Тобаев Исследование кинетики реакции высокомолекулярных углеводородов с синтез-газом // UNIVERSIUM: технические науки : электрон. научн. журнал. 2023. 12(117).
8. Abdullaev, B. M., & Sayfullaev, T. K. (2024). Cobalt fischer-tropsch catalyst regeneration. *journal of multidisciplinary bulletin*, 7(1), 105-113.
9. Bakhtishod, A., & Temurbek, S. (2024). EFFECT OF INITIAL SOLVENT SLURRY INSIDE THE REACTOR FOR FISCHER-TROPSCH SYNTHESIS. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 2(1), 171-180.
10. Abdullayev, K. O. A. I. (2023). Research of the catalytic properties of a catalyst selected for the production of high-molecular weight liquid synthetic hydrocarbons from synthesis gas. *Химическая технология*, 14(10), 115.

UO‘K: 665.644.44

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.34

## DEGIDROTSIKLIZATSIYA KATALIZATORLARINING BIFUNKSIONALLIK XUSUSIYATLARI



**Toshqobilov Javoxir Shaymardon o'g'li**

Mustaqil izlanuvchi, yetakchi mutaxassisi "O'zbekistan GTL" MChJ, Qarshi, O'zbekiston  
E-mail: javohirbek0818@gmail.com

**Annotatsiya.** Siklizatsiya mahsulotlari 5 yoki 6 a'zoli halqali birikmalar bo'lishi mumkin. Ushbu uglevodorodlarning hosil bo'lishiga olib keladigan reaksiyalar  $C_5$  va  $C_6$ -sikliksizatsiya reaksiyalarini ifodalaydi. Parafinlarni degidriqlash uchun platina katalizatorlari rivojlangan sirtga ega issiqlikka bardoshli oksid tashuvchi kiritilgan yuqori darajada dispers ko'p komponentli tizim hisoblanadi. Platina va promotorlarning konsentratsiyasi odatda 1% mass. dan oshmaydi. Eng keng tarqalgan tashuvchisi  $\gamma$ -alyuminiy oksididir. Ilgari shunga o'xshash platina katalizatorlari past bosimli riforming jarayonida keng qo'llanilgan.

Bimetall alyuminiy-platina degidriqlash katalizatorlarining yuqori samaradorligini hatto katalizatorning og'irligi bo'yicha 10% dan ortiq koks bilan ham saqlanishini tushuntirishga imkon beradi. Sintetik nafta asosida aromatik uglevodorodlar sintezida katalitik tizimlar  $Cr_2O_7$  katalizatori va  $AlNiMo$ +bentonit katalizatori bilan qo'llanilganda na'munalarning aromatik uglevodorodlarga birinchi bohqichdayoq o'tishi isbotlandi. Ushbu katalizatorlardan birgalikda foydalani n-geksan, n-septan, n-oktan massa ulushi yuqori bo'lgan nafta uglevodorodlar aralashmasidan monoaromatik uglevodorodlarni yuqori unum bilan hosil bo'lishi hamda ushbu sintez uchun yuqori selektivlikni namoyon etdi.

**Kalit so'zlar:** siklizatsiya reaksiyasi, bifunksional katalizatorlar, parafinlarni degidrotsikliksizatsiyasi, n-geksan, karbonlanish, sintetik nafta.

## БИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КАТАЛИЗАТОРОВ ДЕГИДРОЦИКЛИЗАЦИИ

**Тошқобилов Джавахир Шаймардон угли**

Независимый соискатель, ведущий специалист ООО «Uzbekistan GTL», Қарши, Узбекистан

**Аннотация.** Продукты циклизации могут представлять собой 5- или 6-членные кольцевые соединения. Реакции, приводящие к образованию этих углеводородов, представляют собой реакции  $C_5$  и  $C_6$ -цикликации. Платиновые катализаторы дегидрирования парафинов представляют собой высокодисперсные многокомпонентные системы, включающие термостойкий оксидный носитель с развитой поверхностью. Концентрация платины и промоторов обычно составляет 1% по массе, не превышает Наиболее распространенным носителем является  $\gamma$ -оксид алюминия. Ранее подобные платиновые катализаторы широко применялись в riformинге низкого давления.

Можно объяснить, что высокая эффективность биметаллических алюминиево-платиновых катализаторов дегидрирования сохраняется даже при содержании кокса более 10 % от массы катализатора. При синтезе ароматических углеводородов на основе синтетической нефти доказано, что при использовании каталитических систем с катализатором  $Cr_2O_7$  и катализа -

тором  $AlNiMo$ +бентонит на первой стадии происходит превращение образцов в ароматические углеводороды. Совместное использование этих катализаторов показало высокий выход моноароматических углеводородов из смеси нефтяных углеводородов с высокой массовой долей *n*-гексана, *n*-гептана и *n*-октана, а также высокую селективность этого синтеза.

**Ключевые слова:** реакция циклизации, бифункциональные катализаторы, дегидроциклизация парафинов, *n*-гексан, карбонизация, синтетическая нефтя.

## BIFUNCTIONAL PROPERTIES OF DEHYDROCYCLIZATION CATALYSTS

*Toshkobilov Javokhir Shaymardon ugli*

*Independent researcher, leading specialist LLC "Uzbekistan GTL", Karshi, Uzbekistan*

**Abstract.** Cyclization products can be 5- or 6-membered ring compounds. The reactions leading to the formation of these hydrocarbons represent  $C_5$  and  $C_6$ -cyclization reactions. Platinum catalysts for the dehydrogenation of paraffins are highly dispersed multicomponent systems embedded in a heat-resistant oxide support with a developed surface. The concentration of platinum and promoters usually does not exceed 1% wt. The most common support is  $\gamma$ -alumina. Previously, similar platinum catalysts were widely used in the low-pressure reforming process.

This allows us to explain the high efficiency of bimetallic aluminum-platinum dehydrogenation catalysts, which is maintained even with coke content of more than 10% by weight of the catalyst. In the synthesis of aromatic hydrocarbons based on synthetic naphtha, it was proven that the samples converted to aromatic hydrocarbons in the first pass when using the catalytic systems  $Cr_2O_7$  catalyst and  $AlNiMo$ +bentonite catalyst. The combined use of these catalysts resulted in the formation of monoaromatic hydrocarbons from a mixture of naphtha hydrocarbons with a high mass fraction of *n*-hexane, *n*-heptane, and *n*-octane in high yield and demonstrated high selectivity for this synthesis.

**Keywords:** cyclization reaction, bifunctional catalysts, dehydrocyclization of paraffins, *n*-hexane, carbonation, synthetic naphtha.

**Кирish.** Katalitik riforming sanoat jarayoni keng ko'lamda yo'lga qo'yilib, tarmoqlanmagan uglevodorodlarni qimmatroq mahsulotlarga, birinchi navbatda, aromatik  $C_6$  va tsiklik  $C_5$  uglevodorodlariga aylantirish imkonini beradi.

Uglevodorodlarning metall katalizatorlar asosida sikllanishi haqida ma'lumotlar, odatda, oksidli va bifunksional katalizatorlarda tsiklik uglevodorodlarning hosil bo'lish tamoyillari muhokama qilinganda qo'llaniladi. Ma'lumki, siklizatsiya jarayonida  $C_5$  va  $C_6$  halqali birikmalar hosil bo'lishi mumkin. Ochiq zanjirli uglevodorodlarning siklizatsiyasi halqaning yopilishi va ikkita vodorod atomining ajralishi bilan kuzatiladi [1].

Uglevodorodlarning metall katalizatorlar ishtirokida siklizatsiyasi jarayonida metallning turi va tizimdagi stexiometrik komponentlarning mavjudligi muhim rol o'ynaydi.  $C_6$  siklizatsiya reaksiyasida katalizatorning faolligi uning degidirlash xususiyatlariga bog'liq.  $C_5$  siklizatsiyasining yuzaga kelish ehtimoli esa metall yuzasida atomlarning o'ziga xos joylashuvi bilan belgilanadi. Besh a'zoli halqa-

larning yopilishi faqat platina, palladiy, iridiy va rodiiy kabi metallar ishtirokida kuzatiladi.

Tizimda vodorod va uglerodning mavjudligi siklizatsiya reaksiyalariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi, chunki metall uglerod bilan kontaktda bo'lganda, vodorod tashilish reaksiyalarida faol markazlar bo'lib xizmat qiluvchi sirt komplekslari hosil bo'ladi. Ushbu tizimlar ishtirokida degidirlash, parafinlarning degidrotsiklizatsiyasi va siklizatsiya reaksiyalarini amalga oshiriladi.

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** Parafinlarni degidirlash uchun platina katalizatorlari rivojlangan sirtga ega issiqlikka bardoshli oksid tashuvchi kiritilgan yuqori darajada dispers ko'p komponentli tizim hisoblanadi. Platina va promotorlarning konsentratsiyasi odatda 1% mass. dan oshmaydi. Eng keng tarqalgan tashuvchisi  $\gamma$ -alyuminiy oksididir [1-3]. Ilgari shunga o'xshash platina katalizatorlari past bosimli riforming jarayonida keng qo'llanilgan.

Taxminan 600°C haroratda suv bug'i ishtirokida degidirlash jarayoni amalga oshiril-

ganda, tashuvchi sifatida magniy [PO] yoki rux bo'lgan alyuminiy oksidi asosidagi juda barqaror shpinellar qo'llaniladi [2-4].

Kislotalikni so'ndirish uchun katalizatorga gidroksidi yoki gidroksidi tuproqli metallar kiritiladi va shuningdek, galogen (xlor) chiqariladi. Davriy jadvalning I - VI guruhlarining kichik guruhlari elementlarini qo'shish birinchi navbatda platinani modifikatsiyalashga qaratilgan.

Tsiklizatsiyaning bifunksional katalizatorlari kislotali va degidriqlash funksiyasi uning samaradorligi bilan xarakterlanadi. Pt tarkibli tizimlar eng yaxshi degidrosiklizatsiya katalizatorlari hisoblanadi. Tsiklizatsiya katalizatorining muhim parametri Pt zarrachalarining o'lchami bo'lib, u ko'p jihatdan yon reaksiyalarning paydo bo'lishini belgilaydi (asosan alkanlarning gidrogenolizi). Gidrogenoliz ulushini kamaytirish uchun kamroq faol metallga ega bo'lgan platina qotishmasi ishlatiladi. Faol metallning dispersiyasi yuqori bo'lgan katalizatorning afzalligi uning faolligining oshishi va faol markazlarning ishdan chiqishi darajasining pasayishi hisoblanadi.

0,6% Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> katalizatori ishtirokida n-geksanning konversiyasi kontakt vaqtining ta'sirini o'rganilgan. N-geksan konversiya qilish jarayoni 400-500°C haroratda va 0,3-2 MPa bosimda amalga oshirildi. Reaksiya mahsulotlarining tarkibi xom ashyoning massaviy uzatish tezligini 10 dan 150 soat<sup>-1</sup> gacha o'zgartirish orqali olib borilgan [4].

Olimlar ilmiy izlanishlarida KL, KY, NaY, K-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> asosidagi Pt tarkibli namunalari ([Pt]=1%) n-geksanning o'zgarishi o'rganilgan. Vodород bilan qaytarilgan barcha namunalarni shaffof elektron mikroskopida tekshirish metall zarrachalarining o'lchamlari 10-20 Å oraliqida ekanligini ko'rsatdi. KL, KY va NaY zeolitlaridan iborat kislotali bo'lmagan tashuvchilarda 10 Å o'lchamdagi platina zarralari bir tekis taqsimlangan. Ushbu katalizatorlarda n-geksanning konversiyasi C<sub>6</sub> siklizatsiya bosqichi orqali benzol hosil bo'lishiga olib keldi. C<sub>1</sub> – C<sub>5</sub> alkanlari bo'ladigan gidrokreking reaksiyasi ham boradi. Turli platina katalizatorlarida olingan natijalar 1-jadvalda keltirildi.

Faollik – katalizatorning grammiga nisbatan nisbiy faollik (boshlang'ich Pt/KL katalizatorga nisbatan);

Benzol bo'yicha S – benzol olish uchun sarflangan n-geksanning reaksiyaga kirishgan n-geksan umumiy miqdoriga nisbati, %;

TOF – Pt atomining birlik yuzada daqiqadagi olingan mahsulot molekulasi miqdori;

C<sub>5</sub> - siklizatsiyasi – metilsiklopentan, 2-metilpentan; 3-metilpentan yig'indisi;

TCI – “terminal kreking” indeksi, nol n-geksan konversiyasi uchun ekstrapolyatsiya qilingan C<sub>5</sub>/C<sub>4</sub> molyar nisbati.

1-jadval

**420°C haroratda Pt katalizatorlarida n-geksan siklizatsiya jarayonining ko'rsatkichlari**

Katalizator	Pt/KL	Pt/KY	Pt/NaY	Pt/KAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pt/SiO <sub>2</sub>
Faollik	100	18	16	5	3
S benzol bo'yicha	0.57	0.32	0.32	0.25	0.18
TOF:					
-Benzol	1.44	0.141	0.155	0.051	0.032
-C <sub>5</sub> - siklizatsiya	0.70	0.21	0.27	0.12	0.084
TCI	1.8	3.1	1.5	1.7	1.0

Ilmiy tadqiqot ishlarida n-geksanning degidrotsikllanishida ion almashinuvi va 1% Pt/SiO<sub>2</sub> tomonidan tayyorlangan 0,6% Pt/KL tizimining katalitik xususiyatlarini solishtirdi. Pt/KL katalizatori Pt/SiO<sub>2</sub> tizimiga nisbatan n-geksanni benzolga aylantirish jarayonida yuqori faollik va selektivlikni ko'rsatdi. Ushbu ishda platina zarrachalarining o'lchamlari to'g'risidagi ma'lumotlar berilmagan, ammo Pt/KL namunalari tarkibida platina ikki mintada - kanallarda va tashqi katalitik sirtidagi kanallardan tashqarida taqsimlangan deb taxmin qilinadi. Pt/SiO<sub>2</sub> katalizatori ishtirokida C<sub>5</sub> ga nisbatan ko'proq C<sub>4</sub> mahsulotlari, Pt/KL tizimi ishtirokida esa asosan C<sub>1</sub> va C<sub>5</sub> uglevodorodlar hosil bo'ladi, kam miqdorda esa C<sub>2</sub> – C<sub>4</sub> mahsulotlari olinishi aniqlangan.

Reaksiya sharoitida degidriqlashning platina katalizatorlarini dezaktivatsiyalash asosiy sababi koksning cho'kishidir. Platinaning uglevodorod muhiti bilan kontakti metall sirtini va tashuvchi teshiklarini koks bilan to'sib qo'yishdan tashqari, uning kristallanishi yoki alyuminiy oksidi bilan shpinel hosil bo'lishi tufayli metall yuzasining pasayishiga olib keladi [5-10].

Karbonlanish natijasida n-geksanning gidrogenoliz, izomerizatsiyasi va degidrotsikllanishi va siklogeksenning degidriqlanishi o'zgaradi. Katalizatorning koks bilan zaharlanishining intensivligi faqat uning konsentratsiyasi bilan belgilanmaydi va koks hosil bo'lish shartlariga va katalitik reaksiyaning tabiatiga qarab sezilarli darajada farq qilishi

mumkin. Koks zaharliligining o'zgarishi sabablari quyidagilar bo'lishi mumkin: a) koks qatlamlari tuzilishidagi farqlar (xususan, koksning tartibli va tartibsiz qatlamlarining ta'siri sezilarli darajada farq qilishi mumkin; b) koks hosil bo'lish shartlari o'zgaranda metall va tashuvchi o'rtasida koks miqdoriy taqsimotining o'zgarishi; v) berilgan reaksiyani katalizlovchi metall markazlarining tanlab zaharlanishi (deyteriy almashinuvi, degidriylanish, gidrogenoliz [7]).

Zamonaviy polimetall katalizatorlarning eng muhim xususiyati koks hosil bo'lish sharoitida ularning barqarorligini oshirishdir. O'xshash katalizatorlarning koksga chidamliligining sabablari kuchli kislota markazlarining promotorlari tomonidan zaharlanishi (qalay kiritilishi bilan), oraliq mahsulotlarning (reniy) koks moddalari to'yinganligi yoki uglerod qatlamlarini gidriylanish natijasida koks cho'kish intensivligining pasayishi hisoblanadi.

Shu bilan birga, so'nggi yillarda rux, gallyi va germaniy kabi kichik guruhlar elementlari bilan promotorlangan degidriylanish katalizatorlarida koksning umumiy kontsentratsiyasini kamaytirmasdan, platina karbonizatsiyasining keskin cheklanishini ko'rsatadigan ma'lumotlar olindi va benzol xemosorbatsiyasi [8] ning IQ spektroskopiyasi ma'lumotlariga ko'ra, reaktivlarning platinadagi adsorbatsiyasining zaiflashishi bilan bog'liq bo'lgan bunday koks himoya ta'siri koksning faol metall yuzasidan tashqarida to'planishi natijasida mahsuldorlik kuzaatiladi.

Reniy-oltingugurt tizimi koksni shunday himoya qiluvchi xususiyatlariga ega, bu reniy sulfidlarining yuqori barqarorligi bilan izohlanadi. Reniyni promotorlash ta'sirining platina katalizatorlarida oltingugurt mavjudligiga bog'liq.

Bimetall alyuminiy-platina degidriylanish katalizatorlarining yuqori samaradorligini hatto katalizatorning og'irligi bo'yicha 10% dan ortiq koks bilan ham saqlanishini tushuntirishga imkon beradi.

Neftkimyo sanoatidan aromatik uglevodorodlar olishning asosiy manbalaridan biri neft fraksiyalaridir. Ilmiy tadqiqot izlanishlari sintetik nafta asosida aromatik uglevodorodlar sintezini amalga oshirishdan iborat [9].

Sintetik nafta tarkibini asosan parafin uglevodorodlar tashkil etadi. Sintetik nafta tarkibidagi

uglevodorodlar va ularning miqdoriy massa ulushi xromotografik tahlili 2-jadvalda keltirildi.

2-jadval

**Sintetik nafta tarkibidagi uglevodorodlarning miqdoriy massa ulushi**

Uglevodorod uglerod soni, n.	n-parfin mass. ulush, %	Izo-parafin mass. ulush, %	Olefin uglevodorodlar mass. ulush, %
3	0,0019	-	-
4	2,3921	0,0063	-
5	13,8227	2,2181	0,0089
6	15,3571	2,6081	-
7	15,3702	3,0958	-
8	14,4928	2,2922	-
9	9,2066	4,1002	0,7729
10	-	4,7743	-
11	0,5046	0,2751	-
12	0,9086	4,8976	-
13	0,5916	-	-
14	1,3344	0,2726	-

Xaromotografik tahlil natijalaridan ko'rishimiz mumkinki, sintetik nafta tarkibida n-pentan, n-geksan, n-heptan, n-oktan, n-nonan uglevodorodlari eng yuqori massaviy ulushni tashkil etadi [10].

Olib borilgan izlanishlarga ko'ra, n-pentandan n-oktangacha uglevodorodlar degidrosiklizatsiya jarayoni bir xil sharoit va katalizatorda amalga oshirilishi, sintetik nafta tarkibidan qaynash harorati farqi bilan ajratish olingan n-oktangacha bo'lgan uglevodorodlardan monosiklik aromatik uglevodorodlar olish natijalariga erishildi.

**Natijalar.** Olingan namunalar xromatografik tahlili orqali uglevodorod tarkibi namunalar asosida o'rganildi (3-, 4-jadvallar).

1. O'zbekiston GTL naftasini (yuqorida ko'rsatilgan tarkibdagi) 200 ml hajmda 50 sml deflegmator va suvli sovitgich bilan jihozlangan Vyurs kolbasiga solib, suvli vannada 80-90°C qizdirildi. Deflegmator yuqori qismi 50-55°C haroratda haydab olindi. Haydab olingan suyuqlik umumiy hajmga nisbatan 25% ni, ya'ni 50 ml tashkil etdi.

2. Birinchi tajribadan qolgan naftani suvli vanna haroratini 100-105°C ga oshirib, deflegmator yuqosi haroratni 70°C da ikkinchi namuna olindi. Haydab olingan suyuqlik umumiy hajmga nisbatan 40% ni, ya'ni 60 ml tashkil etdi.

3. Ikki xil haroratda haydab olingandan keyin kolbada qolgan qoldiq 80 ml ni tashkil etdi.

Ikkinchi namuna 67-70°C haydab olingan namunadagi uglevodorodlar miqdori.

Nafta tarkibida ajratib olingan (1) va (2) namunalar tarkibida n-C<sub>5</sub>-C<sub>8</sub> parafin uglevodorodlar

miqdor ulushi ko'pligini ko'rsatdi. Aromatik uglevodorodlar sintezini, degidrosiklizasiya tajribalarini amalga oshirishda shu ikki na'munadan foydalanildi.

3-jadval

**50-55°C da haydab olingan namuna tarkibidagi uglevodorodlar miqdori (mass.ulush, %)**

Uglevodorod uglerod soni, n.	n-parfin mass. ulush, %	Izo-parafin mass. ulush, %	Olefin uglevodorodlar mass. ulush, %
4	7.3024	0.0507	-
5	50.1284	8.3658	0.0231
6	22.2129	4.9980	
7	2.9713	1.1049	-
8	0.3238	0.1190	-

4-jadval

**67-70°C da haydab olingan namuna tarkibidagi uglevodorodlar miqdori (mass.ulush, %)**

Uglevodorod uglerod soni, n.	n-parfin mass. ulush, %	Izo-parafin mass. ulush, %	Olefin uglevodorodlar mass. ulush, %
4	3.4469	0.0240	-
5	45.3701	6.5498	0.029
6	31.8108	7.0306	
7	3.4788	1.4187	-
8	0.3068	0.1305	-

**Muhokama.** Birinchi (1) va ikkinchi (2) na'munalarni sikllash reaksiyalarini o'tkasish:

Birinchi namuna nafta 30ml, katalizator sifatida 5 gr Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> hamda 15 gr AlNiMo+bentonit

katanizatorlari olindi. Reaktorga oqim yo'nalishi bo'ylab birinchi Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, keyin AlNiMo+bentonit solindi.

Tajriba qurilmasi termometr va manometr bilan jihozlangan reaktorda amalga oshirildi.


Bizning tadqiqotimiz shuni ko'rsatdiki, n-pentan haqiqatan ham o'zining barcha o'rganilgan gomologlari kabi sikllanmadi, n-geksan esa n-oktan kabi sikllanadi. Shunday qilib, 350°C va fazoviy tezlik 0,2 soat<sup>-1</sup> bo'lganda, yangi tayyorlangan katalizatorlarda n-pentan o'zgarishsiz qoldi, n-geksan n-oktan esa 3,5-4,5% aromatik uglevodorodlarga aylandi.

**Xulosa.** Sintetik nafta na'munalari (1), (2)ning aromatik uglevodorodlarga aylanishi va sintezi uchun yangi katalitik tizimlar ishlab chiqilgan. Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> katalizatori AlNiMo+bentonit katalizatori bilan qo'llanilganda na'munalarning aromatik uglevodorodlarga birinchi bochqichdayoq o'tishi isbotlandi. Ushbu katalizatorlardan birgalikda foydalani n-geksan, n-geptan, n-oktan massa ulushi yuqori bo'lgan nafta uglevodorodlar aralashmasidan monoaromatik uglevodorodlarni yuqori unum bilan hosil bo'lishi hamda ushbu sintez uchun yuqori selektivlikni namoyon etdi.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI**

1. Паал З., Чичери Ж. Каталитические реакции циклизации углеводородов, М.: Мир, 1988-265 с.
2. Серебряков Б. Р., Пласкунов Т. К., Аншелес В. Р., Далин М. А. Высшие олефины. Производство и применение/Под ред. М. А. Далина. Л.: Химия, 1984. 264 с.
3. Бурсиан Н. Р., Коган С. Б., Трувер В. Ш., Боруцкий П. Н. Платиновые промотированные катализаторы в процессах изомеризации и дегидрирования парафиновых углеводородов. М.: ЦНИИТЭНефтехим, 1981. 50 с.
4. Пат. 4191846 США//РЖХим. 1980. 22П231.
5. Tauster S.J., Steger J.J. // J. Catal.. 1990. V. 125. P. 387.
6. Somorjai G. A. Chemistry in Two Dimensions. Ithaca — L.: Cornell Univ. Press, 1981. 515 p.
7. Bursian N. R., Zharkov B. B., Kogan S. B. Intern. Congress Catal. Frankfurt am Main: DECHEMA, 1984. V. 2. P. 481.
8. Gulnora Djuraeva, Javoxir Toshqobilov. Research of the process of aromatization of paraffin fractions from synthetic oil. Samarkand. 313/4 01.05. 2024.
9. Gulnora Djuraeva, Javoxir Toshqobilov. Sintetik nafta asosidagi aromatic uglevodorodlar sintezida katalizatorlar selektivligi. Toshkent 633/197 11.10.2024.
10. Javoxir Toshqobilov, Gulnora Djuraeva. Parafin uglevodorodlarning tanlangan katalizator asosida sikllanish xususiyatlari. Buxoro. 865/315 16.10.2024.

UDC: 62-837

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.35

## FREQUENCY CONTROL OF THE OPERATING MODE OF ELECTRICAL PROCESSES OF PUMPING DEVICES



**Khamzaev Akbar  
Abdalimovich**

*Docent of the Department of  
"Mining Electrical Mechanics" of  
the Navoi State Mining and  
Technological University, Navoi,  
Uzbekistan*



**Sharopov Djurabek  
Djabbarovich**

*Energy engineer of the Main  
Energy Department of "NMMC",  
Navoi, Uzbekistan*



**Fayzullaev Kuvonchbek  
Kilich oglu**

*Master's student in the field of  
electrification and automation of  
mining operations, Navoi State  
Mining and Technological  
University, Navoi, Uzbekistan*

**Abstract.** This article analyzes the improvement of the operating mode of pumping equipment with electric drives based on frequency control methods. Frequency control systems are of great importance in increasing the efficiency of pumps, reducing energy consumption, and ensuring their stability. Based on theoretical data and practical research, the article provides comprehensive information on various methods of controlling pumps with electric drives and their impact on operating parameters. The studied methods serve to save energy in production processes, maximize results during operation, and ensure uninterrupted operation of pumps. The practical application and efficiency of control systems, as well as future prospects, are considered as one of the main areas of the topic.

**Keywords:** pumping device, electric drive, operating mode, energy saving, economic efficiency, pump, short circuit rotor asynchron motor, control reley, frequency converter, automation tools.

## ЧАСТОТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМОМ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НАСОСНЫХ УСТРОЙСТВ

**Хамзаев Акбар  
Абдалимович**

*Доцент кафедры «Горная  
электрохимия» Навоийского  
государственного горно-  
технологического университета,  
Навои, Узбекистан*

**Шаропов Джурабек  
Джаббарович**

*Инженер-энергетик Главного  
энергетического управления  
«НГМК», Навои, Узбекистан*

**Файзуллаев Кувончбек  
Килич угли**

*Магистрант по направлению  
«Электрификация и  
автоматизация горных работ»,  
Навоийский государственный  
горно-технологический  
университет, Навои, Узбекистан*

**Аннотация.** В данной статье анализируется совершенствование режима работы насосного оборудования с электроприводами на основе методов частотного регулирования. Системы частотного регулирования имеют большое значение в повышении КПД насосов, снижении энергопотребления и обеспечении их устойчивости. В статье на основе теоретических данных и практических исследований представлена исчерпывающая информация о различных методах управления насосами с электроприводами и их влиянии на рабочие параметры. Изучаемые методы служат для экономии энергии в производственных процессах, максимизации результатов при эксплуатации и обеспечения бесперебойной работы насосов. Практическое применение и эффективность систем регулирования, а также дальнейшие перспективы расс -

матриваются как одно из основных направлений темы.

**Ключевые слова:** насосное устройство, электропривод, режим работы, энергосбережение, экономическая эффективность, насос, асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, реле управления, преобразователь частоты, средства автоматизации.

## NASOS QURILMALARINING ELEKTR JARAYONLARI ISH REJIMINI CHASTOTALI BOSHQARISH

**Xamzayev Akbar  
Abdalimovich**

Navoiy davlat konchilik va  
texnologiyalar universiteti "Kon  
elektromexanikasi" kafedrası  
dotsenti, Navoiy, O'zbekiston

**Sharopov Jo'rabek  
Jabborovich**

"NKMK" Bosh energetika  
boshqarmasining energetik  
muhandisi, Navoiy, O'zbekiston

**Fayzullayev Quvonchbek  
Qilich o'g'li**

Navoiy davlat konchilik va  
texnologiyalar universiteti,  
Konchilik ishlarini elektrlashtirish  
va avtomatlashtirish yo'nalishi  
magistranti, Navoiy, O'zbekiston

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada chastotaviy boshqarish usullari asosida elektr yuritmalı nasos uskunalarning ish rejimini takomillashtirish tahlil qilingan. Nasoslarning samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va ularning barqarorligini ta'minlashda chastotaviy rostlash tizimlari katta ahamiyatga ega. Maqolada nazariy ma'lumotlar va amaliy tadqiqotlar asosida elektr yuritmalı nasoslarnı boshqarishning turli usullari va ularning ish parametrlariga ta'siri haqida to'liq ma'lumot berilgan. O'rganilgan usullar ishlab chiqarish jarayonlarida energiyani tejash, ekspluatatsiya jarayonida maksimal natijalarga erishish va nasoslarning uzluksiz ishlashini ta'minlashga xizmat qiladi. Boshqarish tizimlarining amaliyotda qo'llanilishi va samaradorligi hamda istiqbollari mavzuning asosiy yo'nalishlaridan biri sifatida ko'rib chiqilgan.

**Kalit so'zlar:** nasos qurilmasi, elektr yuritma, ish rejimi, energiya tejash, iqtisodiy samaradorlik, nasos, qisqa tutashuv rotorli asinxron dvigatel, boshqarish relesi, chastota o'zgartirgich, avtomatlashtirish vositalari.

**Introduction.** The electric drive of the water extraction device operates under the influence of static torques that change during the start-up process of the centrifugal pump and change very little during normal operation. Therefore, when choosing a type of electric motor, in addition to its technical specifications, it is necessary to take into account the correct selection of the optimal option of starting devices, control devices, and the conditions of the place where the pump devices will be installed. Currently, in water extraction devices, mainly short-circuited rotor, in rare cases phase rotor asynchronous and in some cases synchron electric conductors are used.

Short-circuited rotor asynchronous electric starters are widely used in mining enterprises due to their simple structure, low cost, reliable operation, easy start-up process, and low electricity consumption.

They are started by directly connecting the stator windings to the mains using relay contactor and magnetic starter devices.

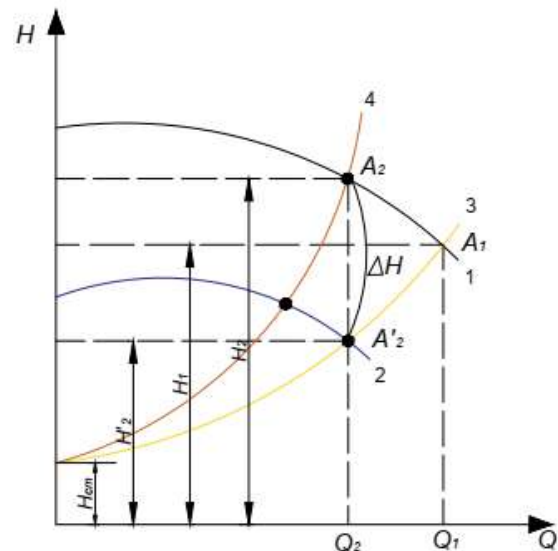
The operating modes of pumping units of industrial enterprises are mainly determined by the technological process of the enterprise. There are water consumption and pumping regimes similar to those of municipal water supply and sewage pumping stations. Pumping units of industrial enterprises can also operate with a pronounced night and day mode of water consumption. The operating modes of heat pumping plants and recycling water supply systems depend significantly on the outside air temperature and, consequently, on the time of year, climate and supply. The supply of pumping units operating directly into the network without intermediate tanks should be equal to the water consumption at any given time (in the absence of leaks and unproductive costs). In reality, in any water supply system there are leakages and unproductive costs, which reach 15-20% of the total supply. Consequently, the pumping unit's delivery should be slightly higher than the water consumption. As the water consumption increases, the flow rate has to be increased and the head losses in

the pipes increase accordingly. To compensate for this, the pressure developed by the pump unit must be increased. When water consumption is reduced, the supply and pressure must be reduced. For a long time water consumption and supply were adjusted by changing the number of operating pump units or the degree of opening of gate valves (gates) on the pressure lines of pumps and pumping units. At present, pump impeller speed is more often regulated by means of REP [1-4].

**Materials and Methods.** The operating mode of a pumping unit supplying water to a consumer through an accumulating tank (reservoir, water tower, etc.) is characterized by the fact that at certain periods of time the pumping unit's supply differs from the water consumption. If the supply is greater than the water consumption, the water level in the tank rises, if it is less, the level falls. In the case of an equal supply and water consumption, the level in the tank stabilizes at the same level. In this case, unless there are variable speed drives, the water consumption and supply of the pumping unit is controlled by switching the unit on when the water level drops to the lower set point and switching it off when the upper set point is reached. The cycle is then repeated. If the pump unit consists of several units, its operating mode differs in that several upper and lower levels are set, at which the number of operating units changes. As the water consumption increases, the frequency of switching on the units increases and the duration of the pauses decreases, because the volume of liquid in the tank is activated faster with increasing water consumption. At the same time, the liquid level reaches the bottom position more quickly and, as a result, additional pumps are switched on more often. The mode of operation of pumping units when pumping liquid from receiving tanks, such as sewage pumping station, is similar to the previous case, with the difference that the units are switched on when the tanks are filled to the upper levels, and are switched off when emptied to the lower levels. The number of switching on and off operations per day of pumping units in a sewage pumping station with tanks reaches 40÷50, and in some cases 100. Such number of switching on and off is unacceptable for units of large capacity, therefore in installations with units with capacity higher than 150÷250 kW

Pump drive. Pumps are mainly driven by

asynchronous squirrel cage and synchronous AC motors. Sometimes induction motors with phase rotor are used. Electric motors with power up to 400 kW are usually made for voltage 380÷660 V, and above this power - for 6÷10 kV.



**Fig.1. Regulation of centrifugal pump operation mode:**

1 - pump characteristic at nominal speed; 2 - the same at reduced speed; 3 - pipeline characteristic at full opening of the gate; 4 - the same at reducing the degree of gate opening;  $H_1$ ,  $H_2$  - heads corresponding to feeds  $Q_1$ ,  $Q_2$ ;  $H_{st}$  - static component of head.

Operation modes of the pumping unit depend on changes in water consumption or wastewater inflow. The nature of change of water consumption and sewage inflow is determined by many, independent of each other, reasons: climatic and weather conditions, operation mode of enterprises and organizations of the city, the number of cultural and entertainment events, the content of their programs. For a well-founded decision on expediency of use of regulated electric drive (RED) in a pumping unit it is necessary to know how its operation mode changes for the whole calculation period, for example, a calendar year. Daily schedules do not give such an idea, because they differ significantly from each other, depending on the time of the year, day of the week, etc. It is practically impossible to describe them with mathematical equations. Therefore, to analyze the operation modes of pumping units [3], it is reasonable to use water or effluent supply distribution curves, which are called ordered water supply diagrams, by analogy with ordered

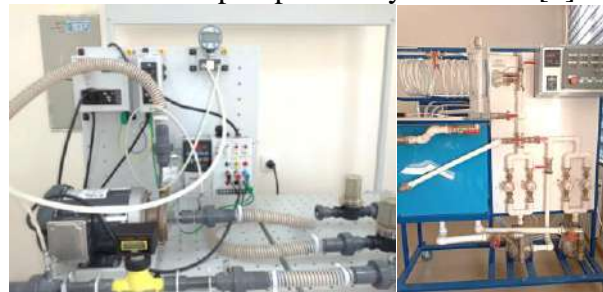
diagrams of electrical loads [7].

High energy efficiency and economic savings are achieved when introducing frequency converters in the operating mode of centrifugal pump equipment. Organization of automatic mode using pressure sensors installed in pusher and drive pipes of centrifugal pump devices and smooth control of the operation mode of asynchronous electric drives are considered as the economic achievements achieved in the use of a frequency converter device.

For this purpose, the operating time of centrifugal pump devices with a short-circuited rotor asynchronous motor with a power of 250 kW and a nominal voltage of 380 V is 7000 hours or 292 days. The use of frequency converters in production enterprises shows the following factors of energy saving [1,2]: electricity saving 20%; current repair will decrease, service and management will increase; the service life of the electric motor increases; prevents negative effects on electrical networks and reduces the value of starting current at nominal load of electric motors; lightly starts the electric motor and allows to continuously change the rotation frequency depending on the gas volume of the boiler room. When using a frequency converter, the most obvious economic benefit of using frequency converters can be achieved through energy savings. But other saving factors should not be overlooked: smooth opening reduces the load on the shaft mechanism. This is a direct way to reduce wear and tear and extend the life of the equipment; smooth starting and stopping of the pump avoids water hammer in the system; the lower the speed of the electric pump drive, the longer the service life of the system. Noise and vibration are reduced; start-up current at start-up does not exceed 4-8 times, which allows to reduce the installed (maximum) power and simplify the overload and short-circuit protection system; inclusion of the pump in the automatic control circuit allows to maintain the set parameters such as pressure, flow rate. Without operator intervention or remotely; precise pressure maintenance in the system allows to reduce the maximum pressure in the pipeline, which reduces the probability of its rupture.

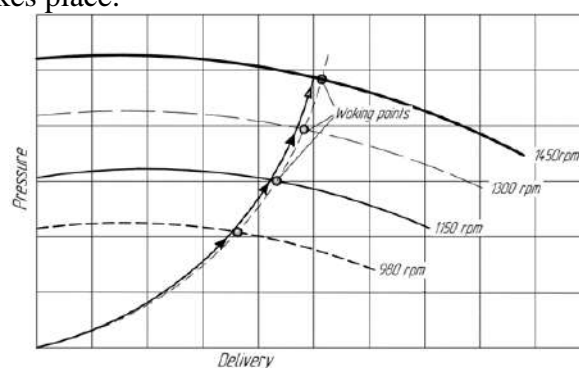
The formulas are valid for turbulent motion of the liquid in the pump, because only in this case the head loss is proportional to the square of its velocity [6]. Tests of large centrifugal pumps (300D90A) at

the operating object and experiments in the laboratory with small pumps (ECV) have shown that at low speed the unambiguous  $\eta_{rat,var}$  relationship between head and pump delivery is broken [1].



**Fig.2. Laboratory installation of electric drive control with frequency converter of a centrifugal pump.**

As an example, consider a real pumping station with 4 pumps. At one time the station was designed with the prospect of growth, but still operates in the mode with one pump running. In order to equalize the motor-hours worked by the units, once a month switching to the next pump takes place.



**Fig.3. Family of characteristic curves for the 300D70 pump.**

Pressure regulation at the outlet of the station is provided by a damper, i.e. throttling.

- Pump mark 300D90A;
- Pump capacity  $Q_{opt}=1250, m^3/hour$ ;
- Head North=54, m (water column);
- Electric motor brand AIR355 C4U3; Mechanical power  $P=250, kW$ ;
- Speed  $n=1490, 1/min$ ; Supply voltage  $U=380, V$ ; Motor current  $I=437, A$ ;
- Pressure at the outlet of the pump station  $p_{vvy}=2,3 kGs/cm^2$ ;
- Pressure at the pump inlet  $p_{vh}=0,3 kGs/cm^2$ ;
- Water consumption per month

$V_{mesh}=330000 \text{ m}^3$ ;

- Type of regulation - throttling. Figure 3 shows the characteristic curves and the position of the optimum operating point at different rotor speeds for a closely related 300D70 pump [2].

With recirculation control, the pump operates in a near-optimal mode with maximum (optimum) capacity regardless of the water flow. The mechanical energy consumption is equal to the rated motor power, the electrical energy consumption will be the same, but taking into account the motor efficiency and  $\cos(\phi)$ . The energy consumption can be calculated from the nameplate data.

$$P_{recirc} = P_{opt} = U \times I \times \sqrt{3} = 380 \times 437 \times \sqrt{3} = 288kVA;$$

With throttling control, the operating point of the pump is shifted to a higher pressure and lower flow, the energy consumption is reduced, but the efficiency of the pump drops sharply. The reduction in energy consumption can be estimated from the pump characteristic curve graphs or from an approximate formula:

$$P_{dross} = \frac{P_{opt}}{2} \times \left(1 + \frac{Q}{Q_{opt}}\right) \text{ and } Q = \frac{V_{month}}{730} = \frac{330000}{730} = 452 \text{ m}^3/h;$$

$$P_{dross} = \frac{288}{2} \times \left(1 + \frac{452}{1250}\right) = 196kVA.$$

Calculate the rotor speed of the pump based on the conditions of reduced capacity and head:

$$n_Q = n \times \frac{Q}{Q_{opt}} = 1490 \times \frac{452}{1250} = 539rpm \rightarrow$$

$$n_H = n \times \sqrt{\frac{H}{H_{opt}}} \text{ and } H = (p_{exit} - p_{inlet}) \times g =$$

$$19,6mn_H = n \times \sqrt{\frac{H}{H_{opt}}} \text{ and } n_H = 1490 \times \sqrt{\frac{19,6}{54}} =$$

898rpm.

The operating point that provides the required performance will be reached at pump speeds between  $n_H$  and  $n_Q$ . Let's assume the rotor speed to be large.

$$P_{regul} = P_{opt} \times \left(\frac{n_H}{n}\right)^3 = 288 \times \left(\frac{898}{1490}\right)^3 = 63kVA.$$

The motor speed is controlled by a frequency converter (FC). The efficiency of a frequency converter with a power of more than 100 kW is usually not worse than 95%. Taking this into account, the power consumption will be.

$$P_{frequency \text{ converter}} = \frac{P_{regulation}}{\eta} = \frac{63}{0,95} = 66kW.$$

**Results.** Let's calculate the cost of electricity for the three regulation options. Let's assume the electricity price is 0.08\$/ kWh. Let's assume the number of hours per month is 730 hours. Taking into account that for powerful electric motors  $\cos(\phi)>0.9$ , we assume active power equal to reactive power.

Table 1  
*Comparative analysis in different control methods of electric drives*

Method of regulating the pumping station capacity	Power consumption, kW	Energy consumption per month, kWh	Electricity price per month (\$)
Recirculation	288	210240	16819
Throttling	196	143080	11446
Frequency converter	66	48180	3854

The price of an electrical installation with a 250 kW IF varies from 7200\$. (minimum configuration) to \$22000. (configuration with redundancy and "smooth" switching of several pumps). Thus, the payback period of frequency converter implementation will be from 3 to 7 months. Taking into account the terms of commissioning and discounting, the payback period will increase, but will be no more than 6-9 months. Subsequently, you can expect to save 11562\$ per year. Additional savings will be achieved by reducing wear and tear and improving the reliability of the pump station and pipeline system. The inclusion of a frequency converter will allow the pump station to be monitored and controlled from the dispatch center. This, in turn, will free up some personnel.

**Conclusion.** High energy efficiency and economic efficiency were achieved when introducing frequency converters in the operation mode of centrifugal pump equipment. The frequency converter device increased the electricity saving by 20%, reduced the current repair of the pump device, increased the service life of the electric drive of the pump, and increased the performance index.

A detailed mathematical model of the transient process of the microprocessor control during the operation of the "Frequency converter – asynchronous motor" system, a simulation model, and a program that provides for measuring and controlling

the pressures in the inlet and outlet pipes and building a description of the pump device during the establishment of the nominal operating mode of the pump devices were created.

When using the “frequency converter – asynchronous motor” system, when centrifugal pump devices are started, the starting current of its electric motors is reduced by 2.5 times, and the service life


without repair is extended from 6-7 months to 25 months. As a result, in this way, energy and resource savings were achieved in the operating mode of centrifugal pump devices. Taking into account the timing of the NSR and discounting, the payback period will increase, but will be no more than 5-9 months. Subsequently, savings of \$11562 per year can be expected.

#### **REFERENCES**

1. B.Toshov, A. Khamzayev. Development of Technical Solutions for the Improvement of the Smooth Starting Method of High Voltage and Powerful Asynchronous Motors// AIP Conference Proceedings 2552, 040017 (2023).
2. L. N. Atakulov, O. E. Sheshko. Increasing the economic efficiency of the operation of the high-angle conveyor KNK-270 of the Navoi mining and smelting plant. Printed Mining Information and Analytical Bulletin. Mining informational and analytical bulletin. No. 5/2019. pp.181-188.
3. R.U. Djuraev, D.N. Xatamova, Q. Normayev. Improving the operational efficiency of drilling rock-breaking tools//International Scientific SiberianTransport Forum-TransSiberia. - 402, - 2023.
4. Abduazizov N.A., Muzaffarov A, Toshov J.B., Juraev R.U., Zhuraev A.Sh. (2020). A Complex of methods for analyzing the working fluid of a hydrostatic power plant for hydraulic mining machines. International Journal of Advanced Science and Technology, 29(5s), 852 - 855.
5. Toshov J.B. The questions of the dynamics of drilling bit on the surface of well bottom// Arch. Min. Sci. - Poland. - Vol. 61 (2016), № 2, P. 279-287.

ЭКОЛОГИЯ, МЕХНАТ МУХОFAZASI VA TEXNIKA XAVFSIZLIGI  
ЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
ECOLOGY, LABOR PROTECTION AND TECHNICAL SAFETY

UO'K: 622.8

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.7

YER OSTI KON ISHLARIDA MEHNAT SHAROITLARI XAVFSIZLIGINING  
HUQUQIY ASOSLAR VA XALQARO AMALIYOT



**Kalandarov Ilyos Ibodullayevich**

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,  
"Avtomatlashtirish va boshqaruv" kafedrası professorı v.b.,  
texnika fanlari doktori, DSc, Navoiy, O'zbekiston



**Xojiev Alisher Mirzoyevich**

Navoiy viloyati ichki ishlar boshqarmasi tashkiliy boshqarma  
boshlig'ining o'rinbosari, Navoiy, O'zbekiston

**Annotatsiya.** Yer osti kon ishlarida mehnat sharoitlari xavfsizligi zamonaviy tog'-kon sanoatining muhim masalalaridan biri bo'lib hisoblanadi. Ushbu maqolada xavfsizlikning huquqiy asoslari va xalqaro amaliyotga e'tibor qaratilgan bo'lib, ularni kon ishchilarining mehnat sharoitlarini yaxshilashdagi ahamiyati yoritilgan. Xalqaro mehnat tashkiloti (ILO) tomonidan ishlab chiqilgan kon xavfsizligi bo'yicha konvensiyalar va tavsiyalarining milliy qonunchilikka integratsiya qilinishi tahlil qilinadi. Shuningdek, rivojlangan mamlakatlarning ilg'or tajribasi va texnologik yechimlari o'rganilib, ularni O'zbekiston sharoitida qo'llash imkoniyatlari muhokama qilingan. Maqolada, mehnat xavfsizligini ta'minlashda normativ-huquqiy baza va xalqaro standartlarga muvofiqlikning ahamiyati asoslangan holda ko'rsatilib, kon xavfsizligini oshirishga qaratilgan amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan. Tadqiqot natijalari yer osti kon ishlarida xavfsizlikni ta'minlashga qaratilgan strategik qarorlarni shakllantirish uchun ilmiy asoslarni ishlab chiqishga xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** tog'-kon sanoati, kimyoviy birikmalar, toksik ta'sir, og'ir metallar, zavodlar reagentlari, radioaktivlik, radiatsiya, akustik ta'sir, namlik, chang darajasi, jismoniy ortiqcha kuchlanish, surunkali charchoq.

ПРАВОВАЯ БАЗА И МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРАКТИКА В ОБЛАСТИ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ВЕДЕНИИ  
ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

**Каландаров Ильёс Ибодуллаевич**

Навоийский государственный горно-технологический  
университет, и.о. профессора кафедры «Автоматизация и  
управление», доктор технических наук, DSc,  
Навои, Узбекистан

**Ходжиев Алишер Мирзоевич**

Заместитель начальника организационного отдела  
Навоийского областного управления внутренних дел, Навои,  
Узбекистан

**Аннотация.** Безопасность условий труда при подземной добыче полезных ископаемых считается одним из важных вопросов современной горнодобывающей промышленности. В дан-

ной статье рассматриваются правовые основы безопасности и международная практика, подчеркивается их важность для улучшения условий труда работников шахт. Анализируется интеграция конвенций и рекомендаций по безопасности в шахтах, разработанных Международной организацией труда (МОТ), в национальное законодательство. Также был изучен передовой опыт и технологические решения развитых стран и обсуждены возможности их применения в условиях Узбекистана. В статье разработаны практические рекомендации, направленные на повышение безопасности на шахтах, исходя из важности нормативной базы и соответствия международным стандартам в обеспечении безопасности труда. Результаты исследования служат для разработки научных основ формирования стратегических решений, направленных на обеспечение безопасности при проведении подземных горных работ.

**Ключевые слова:** горнодобывающая промышленность, химические соединения, токсическое воздействие, тяжелые металлы, растительные реагенты, радиоактивность, излучение, акустические эффекты, влажность, уровень запыленности, физическое перенапряжение, хроническая усталость.

## **LEGAL FRAMEWORK AND INTERNATIONAL PRACTICE OF THE SAFETY OF WORKING CONDITIONS IN UNDERGROUND MINING OPERATIONS**

**Kalandarov Ilyos Ibodullayevich**

Navoi State Mining and Technological University, Acting  
Professor of the Department of Automation and Control, Doctor of  
Technical Sciences, DSc, Navoi, Uzbekistan

**Xojiev Alisher Mirzoyevich**

Deputy Head of the Organizational Department of the Navoi  
Regional Department of Internal Affairs, Navoi, Uzbekistan

**Abstract.** The safety of working conditions in underground mining is considered one of the important issues of the modern mining industry. This article focuses on the legal framework of security and international practice, highlighting their importance in improving the working conditions of mine workers. The integration of mine safety conventions and recommendations developed by the International Labour Organization (ILO) into national legislation is analyzed. Advanced experience and technological solutions of developed countries were also studied, and the possibilities of their application in the conditions of Uzbekistan were discussed. The article developed practical recommendations aimed at increasing mine safety based on the importance of regulatory framework and compliance with international standards in ensuring labor safety. The results of the study serve to develop scientific foundations for the formation of strategic decisions aimed at ensuring safety in underground mining operations.

**Keywords:** mining industry, chemical compounds, toxic effects, heavy metals, plant reagents, radioactivity, radiation, acoustic effects, humidity, dust levels, physical overvoltage, chronic fatigue.

**Kirish.** Yer osti kon ishlarida mehnat xavfsizligi masalasi tog‘-kon sanoati rivojlani-shining asosiy omillaridan biridir. Xodimlarning hayoti va sog‘lig‘ini saqlash, xavf omillarini mini-mallashtirish va samarali boshqaruv tizimlarini joriy etish bugungi kundagi dolzarb masala bo‘lib qol-moqda. Yetakchi tarmoqlar orasida mamlakatning iqtisodiy salohiyati va aholining ijtimoiy farovon-ligini shakllantirishda tog‘-kon sanoati korxonalar-i alohida o‘rin tutadi. Tog‘-kon sanoati korxonalarida zararli omillar: turli kimyoviy birikmalarning toksik

ta’siri (og‘ir metallarning tuzlari, qayta ishlash zavodlarining reagentlari, radioaktiv radiatsiya), ishlaydigan mashina va uskunalarning akustik ta’siri, namlik, chang darajasining oshishi, jismoniy ortiqcha kuchlanish, maxsus omillar - bu odamlarga tanish bo‘lgan kundalik ritmning o‘zgarishiga, katta miqdordagi energiya sarflanishiga va surunkali charchoq sindromining paydo bo‘lishiga olib keladi [1]. Smenali ish rejimi, yopiq joylarda ishlash, o‘z o‘rnida gigiena talablariga rioya qilinmaslik va ishonchli mehnat sharoitlaridayarlicha yaratilma-

ganligi xavfsizlikni ta'minlash tizimlarini joriy qilishni taqozo etadi [2].

Konchilik ishlari, foydali qazilmalarni qazib olish va boyitish ishlari, shuningdek yer osti kon ishlari sharoitida ish olib boriladigan korxonalar yoki ularning tsexlari, uchastkalari, maydonchalari xavfli ishlab chiqarish ob'ektlari jumlasiga kiritilgan [3].

Hozirgi davrda mehnatga layoqatli aholining sog'lig'ini himoya qilish va mustahkamlash muammosi ustuvor ahamiyatga ega, chunki mehnat salohiyatini saqlab qolish mamlakatning iqtisodiy rivojlanishi uchun juda muhimdir. Shuning uchun xavfsiz mehnat sharoitlarini ta'minlash, xodimlarning hayoti, sog'lig'i va samaradorligini saqlash har bir ish beruvchining asosiy ish mazmuni va muhim vazifasi bo'lib qolmoqda.

Bu esa o'z o'rnida mamlakatimiz har bir fuqarosiga munosib hayot kechirish va mehnat qilish uchun zarur sharoitlarni ta'minlash mas'uliyatini zimmasiga olgan holda uning huquqiy asoslari mustahkam poydevorini yaratmoqda.

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.**

O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasining 42-moddasida quyidagilar belgilangan: "Har kim munosib mehnat qilish, kasb va faoliyat turini erkin tanlash, xavfsizlik va gigiena talablariga javob beradigan qulay mehnat sharoitlarida ishlash, mehnati uchun hech qanday kamsitishsiz va belgilangan eng kam miqdordan kam bo'lmagan adolatli haq olish, shuningdek, ishsizlikdan qonunda belgilangan tartibda himoyalani huquqiga ega" [4]. Mehnat xavfsizligiga oid O'zbekistondagi normativ-huquqiy hujjatlar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

**Mehnat xavfsizligiga oid O'zbekiston respublikasidagi normativ-huquqiy hujjatlar**

<i>Hujjat nomi</i>	<i>Qabul qilingan sana</i>	<i>Asosiy maqsadlar</i>
<i>Mehnatni muhofaza qilish to'g'risidagi qonun</i>	<i>1996-yil</i>	<i>mehnat xavfsizligi uchun umumiy asos</i>
<i>Tog'-kon sanoati xavfsizligi nizomi</i>	<i>2003-yil</i>	<i>kon uskunalari xavfsizligini tartibga solish</i>
<i>ILOning 176-konvensiyasi</i>	<i>1995-yil (ratifikatsiya qilinmagan)</i>	<i>tog'-kon ishlarida xavfsizlikni oshirish</i>

Xalqning erkin va farovon, qudratli Yangi O'zbekistonni barpo etish bo'yicha xohish-irodasidan kelib chiqib, har bir insonga o'z salohiyatini ro'yobga chiqarishi uchun munosib sharoitlarni yaratish, sog'lom, bilimli va ma'naviy barkamol avlodni tarbiyalash, global ishlab chiqarishning muhim bo'g'iniga aylangan kuchli iqtisodiyotni shakllantirish, adolat, qonun ustuvorligi, xavfsizlik va barqarorlikni kafolatli ta'minlash maqsadida "O'zbekiston-2030" strategiyasi tasdiqlangan [5].

Strategiyamizda Xalqaro mehnat tashkilotining "Ishlab chiqarishda mehnat xavfsizligi va gigienasi to'g'risida"gi konvensiyasini [6] O'zbekiston Respublikasi milliy manfaatlariga mos keladigan maqbul normalarini milliy qonunchilikka implementatsiya qilish vazifasi ham belgilab berilgan [7].

Mehnatni muhofaza qilish sohasidagi davlat siyosatining asosiy yo'nalishlari xodimning hayoti va sog'lig'i ustuvorligini ta'minlash, mehnatni muhofaza qilish sohasidagi davlat dasturlarini ishlab chiqish va amalga oshirish, davlat va xo'jalik boshqaruvi organlarining, mahalliy davlat hokimiyati organlarining mehnatni muhofaza qilish sohasidagi faoliyatini muvofiqlashtirish, barcha tashkilotlar uchun mehnatni muhofaza qilish sohasidagi talablarni belgilash, mehnatni muhofaza qilishga oid talablarga rioya etilishi ustidan davlat nazorati va tekshiruvini amalga oshirish, xodimlarni himoya qiluvchi xavfsiz texnika, texnologiya va vositalarning ishlab chiqilishi va joriy etilishini rag'batlantirish, fan, texnika yutuqlaridan hamda mehnatni muhofaza qilish bo'yicha ilg'or milliy va xorijiy tajribadan foydalanish, ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalardan jabrlangan yoki kasb kasalligiga chalingan xodimlarni ijtimoiy himoya qilish, xalqaro hamkorlikni amalga oshirishdan iboratdir [8]. O'z o'rnida ushbu yo'nalish O'zbekiston Respublikasining "Mehnatni muhofaza qilish to'g'risida"gi (O'RQ-57-son) Qonuni bilan tartibga solingan [9].

Mazkur Qonunda qator asosiy tushunchalarga ta'rif berilgan, jumladan:

- zararli ishlab chiqarish omili – ta'siri xodimning kasb kasalligiga chalinishiga olib kelishi mumkin bo'lgan ishlab chiqarish omili;
- ish o'rni – mehnat faoliyati jarayonida xodimning doimiy yoki vaqtinchalik bo'lish joyi;
- ishlab chiqarish faoliyati – mahsulot ishlab

chiqarish, xom ashyoni qayta ishlash, ishlar bajarish, xizmatlar ko'rsatish chog'ida amalga oshiriladigan harakatlar yig'indisi;

- ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisa – xodimning ish beruvchining hududida yoki uning tashqarisida o'z mehnat vazifalarini bajarishi bilan bog'liq holda, shu jumladan ish beruvchi tomonidan berilgan transportda ish joyiga kelayotgan yoki ishdan qaytayotgan vaqtda mehnatda mayib bo'lishiga yoki sog'lig'ining boshqacha tarzda shikastlanishiga olib kelgan va xodimni boshqa ishga o'tkazish zaruratiga, u kasbga oid mehnat qobiliyatini vaqtincha yoki turg'un yo'qotishiga yoxud vafot etishiga sabab bo'lgan hodisa;

- kasb kasalligi – xodimning unga zararli ishlab chiqarish omili yoki xavfli ishlab chiqarish omili ta'siri natijasida yuzaga kelgan va uning kasbga oid mehnat qobiliyatini vaqtincha yoxud turg'un yo'qotishiga sabab bo'lgan o'tkir yoki surunkali kasalligi;

- mehnat sharoitlari – mehnatni amalga oshirish chog'idagi ijtimoiy va ishlab chiqarish omillari yig'indisi;

- mehnatni muhofaza qilish – mehnat jarayonida insonning xavfsizligini, hayoti va sog'lig'i, ish qobiliyati saqlanishini ta'minlashga doir huquqiy, ijtimoiy-iqtisodiy, tashkiliy, texnikaviy, sanitariyagigiena, davolash-profilaktika, reabilitatsiya tadbirlari hamda vositalari tizimi;

- mehnatda mayib bo'lish – ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisa oqibatida xodimning kasbga oid mehnat qobiliyatini vaqtincha yoki turg'un yo'qotishi;

- noqulay ishlab chiqarish omillari – zararli ishlab chiqarish omilining va (yoki) xavfli ishlab chiqarish omilining mavjudligi;

- xavfli ishlab chiqarish omili – ta'siri xodimning shikastlanishiga olib kelishi mumkin bo'lgan ishlab chiqarish omili;

- shaxsiy himoya vositalari – xodimga zararli ishlab chiqarish omili va (yoki) xavfli ishlab chiqarish omili ta'sirining oldini olish yoki uni kamaytirish, shuningdek ifloslanishlardan himoyalash uchun foydalaniladigan texnik vositalar va boshqa vositalar.

O'zbekiston Respublikasi Bosh sanitar vrachining "Rudali, ruda bo'lmagan va maydalangan foydali qazilmalarni qazib olish va boyitish bilan shug'ullanuvchi korxonalar uchun sanitariya qoida-

lari" [10] bilan yer osti kon ishlari bo'yicha korxonalar uchun gigienik talablar tartibga solingan. Sanitariya qoidalari ruda, noruda (ko'mirdan tashqari) va foydali qazilmalarni qazib olish va boyitish bilan shug'ullanadigan barcha korxonalarga nisbatan qo'llanilishi va ularni loyihalash, qurish, rekonstruksiya qilish va ishlatish uchun majburiyligi belgilangan.

Jumladan, qoidalarda yer osti kon ishlari korxonalar uchun gigienik talablar, ochiq kon qazish korxonalar uchun gigienik talablar, o'simliklarni qayta ishlash va maydalash va saralash uchun gigienik talablar, ta'mirlash ishlarini tashkil yetish va bajarishga qo'yiladigan talablar, yoritish talablari hamda yordamchi binolar va binolarga qo'yiladigan talablar hamda atrof-muhitni sanitariya muhofazasi (suv omborlari, tuproq, havo) ishlab chiqarish muhiti omillarining holatini nazorat qilish yo'nalishlarida aniq gigienik talablar belgilangan.

Yer osti konlardagi mehnat sharoitida xavfsizlikni ta'minlashga kompleks yondashuv, shu jumladan texnik choralar (konlarni zamonaviy uskunalalar bilan jihozlash) va tashkiliy jihatlar (xodimlarni o'qitish, mehnat xavfsizligini boshqarish tizimlarini yaratish) muhim ahamiyatga ega. Asosiy e'tibor mehnat sharoitlarini doimiy monitoring qilish va xavflarni minimallashtirish uchun innovatsion yechimlarni joriy etishga qaratilishi lozim.

Bu esa o'z o'rnida ushbu yo'nalishdagi iqtisodiy rivojlangan xorijiy mamlakatlarning tajribasiga e'tibor qaratishni talab etadi. Bunday mamlakatlarda quyidagilarga alohida e'tibor qaratiladi: yuqori standartlarga erishish va mehnat unumdorligini oshirish, shuningdek, mehnatni muhofaza qilish sharoitlarini doimiy ravishda rivojlantirish va yaxshilash zarur. 1985 yilda Xalqaro mehnat Tashkilotining (XMT) 161-sonli konvensiyasi qabul qilinib [11], unda mehnat xavfsizligi xizmatlari uchun zarur standartlar taklif etildi. Garchi, Konvensiya ko'lami rivojlanayotgan va rivojlangan mamlakatlarni qamrab olgan bo'lsada, uning asosiy qoidalari sanoat mamlakatlari tajribasiga va u yerda amalga oshirilgan dasturlarga asoslangan edi. Bugungi kunda iqtisodiy rivojlangan mamlakatlarda zamonaviy standartlarni belgilaydigan mehnatni muhofaza qilish bo'yicha qonunchilik talablari mavjud.

Quyida ushbu mamlakatlar tajribasini batafsil

ko'rib chiqamiz.

AQSh tajribasi. Bu mamlakatda mehnat xavfsizligi masalalari uzoq yillardan buyon juda muhim rol o'ynab kelgan. Qo'shma Shtatlardagi amaldagi mehnatni muhofaza qilish tizimining huquqiy asoslari 1970-yilda qabul qilingan mehnat xavfsizligi to'g'risidagi Qonun [12] bo'lib, mazkur Qonun asosida mehnat xavfsizligini boshqarish bo'yicha Federal Agentlik tashkil etilgan. Agentlik Qo'shma Shtatlari bo'ylab qonunlarni ijro etuvchi asosiy organ bo'lib hisoblanib, har bir shtatda mehnat xavfsizligi sohasida alohida qonunlar qabul qilingan.

Qonunga ko'ra ish beruvchilar xodimlarni mavjud xavf-xatarlar to'g'risida xabardor qilishlari, ishlab chiqarish jarayonlari va ularni xavfsizlik texnikalaridan foydalanishga o'rgatishlari shart. Shuningdek, ish beruvchilardan kasbiy jarohatlar va yo'qotish holatlarini qayd etish talab etiladi, ish vaqtida ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalar natijasida har qanday xodim muayyan ish joyida mehnatni muhofaza qilish bilan bog'liq mavjud muammolar bo'yicha mehnatni muhofaza qilish bo'limiga murojaat qilish huquqiga ega.

Shtatlardagi barcha korxonalarda mehnatni muhofaza qilish to'g'risidagi qonunlar va qoidalarga rioya qilishi majburiydir. Halokatli baxtsiz hodisa sodir bo'lganda Agentlik albatta ishtirok etadi [13], jumladan har yili o'n minglab ishlarni olib boradi va qonunga rioya etmagan ish beruvchilarga katta miqdordagi jarimalarni soladi.

Ispaniya tajribasi. Ispaniyada Mehnat inspeksiyasi Mehnat va ijtimoiy himoya vazirligining bir qismidir [14]. Uning Bosh direktori vazir o'rinbosari oldida tekshirish ishlarini boshqarish, rejalashtirish va tashkil etishda javobgardir [15]. Mehnat vaziri tomonidan yakuniy tayinlashlar Vazirlar Mahkamasi tomonidan tasdiqlanishi kerak bo'ladi. Kasbiy jarohatlar yoki kasalliklar bo'lgan taqdirda mamlakat mehnat xavfsizlik tizimida kompensatsiya to'lovlarini ta'minlaydigan sug'urta kompaniyalari muhim o'rin tutadi.

Qonunga ko'ra, ish beruvchilar, shuningdek ishchi va xizmatchilar kasallik va nogironlik shuningdek, keksalik pensiyalari to'lovlari to'lab beradigan ijtimoiy himoya Milliy institutiga pul badallari to'lovlarini to'lab borishlari kerak. Bundan tashqari, Ispaniyada turli xil sug'urta agentliklari mavjud bo'lib, ular a'zolik badallarini yig'adilar va

keyin ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisaga uchragan yoki kasalliklar tufayli mehnatga layoqatsizlik davrida ishchi-xizmatchilarga ish haqini to'lab beradilar, shuningdek har qanday darajadagi baxtsiz hodisa yoki kasallik natijasida nogironlikka ega xodimlarni xarajatlarini qoplaydilar.

**Natijalar.** Dunyodagi ko'pgina mamlakatlarda risklarni baholashda quyidagi modeldan foydalaniladi (2-jadval). Mehnat xavfsizligini boshqarishda "Qabul qilinadigan xavf darajasini aniqlash modeli" [16] (Risk Assessment Model) qo'llanilishi maqsadga muvofiq. Bu model quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi: xavflarni aniqlash; xavf darajasini baholash va xavflarni kamaytirish bo'yicha chora-tadbirlar rejasini ishlab chiqish.

2-jadval

**Xavf darajasini baholash bo'yicha matritsa**

Xavf darajasi	Oqibatlar ehtimoli	Raqamli baho
Yuqori	katta ehtimol	>8
O'rta	o'rtacha ehtimol	5-7
Past	past ehtimol	<4

Yer osti kon ishlarida mehnat xavfsizligini boshqarish uchun matematik modellar xavflarni aniqlash, ularning ehtimolini baholash va xavfsizlikni ta'minlash bo'yicha optimal qarorlarni qabul qilishda muhim ahamiyatga ega. Quyida ushbu sohada qo'llaniladigan bir nechta matematik model-larni keltiramiz.

Xavflarni baholash modeli [17]. Bu model xavf darajasini aniqlashda foydalaniladi. Xavfning umumiy darajasi ( $R$ ) quyidagicha aniqlanadi:

$$R = P * S$$

bu yerda  $R$  – xavfning umumiy darajasi,  $P$  – xavf yuzaga kelish ehtimoli (0 dan 1 gacha),  $S$  – xavfning oqibati yoki zarar ko'rsatkichi (sonli baho, masalan, moddiy zarar summasi yoki salomatlikka zarar darajasi).

Mehnat sharoitlari xavfsizligini optimal-lashtirish modeli [18]. Xavfsizlikni oshirish uchun chora-tadbirlarning samaradorligini baholashga qaratilgan optimallashtirish modeli quyidagicha ifo-dalanadi:

$$\text{Maximize: } U = \sum_{i=1}^n (B_i - C_i)$$

quyidagi chegarani kiritgan holda

$$\sum_{i=1}^n C_i \leq B$$

bu yerda  $U$  – xavfsizlikni oshirishdan kutilgan umumiy foyda,  $B_i$  –  $i$ -tadbirning xavfsizlikka keltirgan foydasi (masalan, avariya ehtimolini kamaytirish),  $C_i$  –  $i$ -tadbirning xarajati,  $B$  – xavfsizlik chora-tadbirlariga ajratilgan umumiy byudjet,  $n$  – chora-tadbirlar soni.

Ventilyatsiya tizimi samaradorligini tahlil qilish modeli [18]. Yer osti konlarida ventilyatsiya tizimi xavfli gazlarni kamaytirishda asosiy rol o‘ynaydi. Tizimning samaradorligi quyidagi differensial tenglama orqali baholanishi mumkin:

$$\frac{dC}{dt} = -k * C + Q$$

bu yerda  $C$  – gaz kontsentratsiyasi ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ),  $k$  – ventilyatsiya samaradorlik koeffitsiyenti,  $Q$  – gaz chiqish tezligi ( $\text{mg}/\text{m}^3 \cdot \text{s}$ ),  $t$  – vaqt (s).

Xodimlarni joylashtirish modeli [20]. Yer osti konlarida xodimlarning xavfsizligini ta‘minlash uchun ularni optimal joylashtirish masalasi quyidagicha formulalanadi:

$$\text{Minimize: } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m d_{ij} * x_{ij}$$

quyidagi shartlarni kiritgan holda

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1, \forall i \in \{1, 2, \dots, n\}$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq 1, \forall j \in \{1, 2, \dots, m\}$$

bu yerda  $Z$  – umumiy xavf darajasi (xodimlar xavfli hududlardan uzoqlashtiriladi),  $d_{ij}$  –  $i$ -xodimning  $j$ -joyga ko‘chish xavfi,  $x_{ij}$  —  $i$ -xodimning  $j$ -joyda joylashishi (0 yoki 1),  $n$  – xodimlar soni,  $m$  – joylar soni.

Ushbu modellar yer osti kon ishlarida xavfsizlikni oshirish uchun ilmiy asoslangan yondashuvni ta‘minlaydi.

**Munozaralar.** Yer osti kon ishlarida mehnat sharoitlari xavfsizligini ta‘minlash bo‘yicha milliy va xalqaro yondashuvlarning o‘zaro uyg‘unligi va amaliy ahamiyati mavzusi keng muhokamalarga sabab bo‘lmoqda. Bu sohada mavjud muammolarni yechish uchun huquqiy, texnologik va boshqaruv usullarining sinteziga asoslangan strategik yondashuvlar talab etiladi.

O‘zbekiston Respublikasida yer osti konlarida xavfsizlikni tartibga soluvchi bir qator qonun va normativ hujjatlar mavjud. “Mehnatni muhofaza

qilish to‘g‘risida”gi qonun va boshqa tegishli hujjatlar xavfsizlikni ta‘minlashda muhim o‘rin tutadi. Shu bilan birga, milliy qonunchilikda xalqaro standartlar, xususan, Xalqaro Mehnat Tashkilotining (ILO) 176-konvensiyasining tamoyillari to‘liq integratsiya qilinmagan.

Milliy tizimning kuchli tomonlari quyidagilardan iborat:

- mehnatni muhofaza qilish masalalarida davlat organlarining qat‘iy nazorati;

- tog‘-kon ishlarida xavfsizlik bo‘yicha ishlab chiqilgan alohida texnik reglamentlar mavjud.

Ilg‘or texnologiyalarni joriy etishda resurslarning cheklanganligi esa zaif tomon bo‘lib hisoblanadi:

- kon xodimlarining xavfsizlik bo‘yicha yetarli bilim va ko‘nikmaga ega emasligi;

- xavfsizlikni monitoring qilish tizimlarining kam rivojlanganligi.

Mazkur zaif tomonlarni bartaraf etish uchun milliy qonunchilikni xalqaro standartlarga muvofiqlashtirish talab qilinadi. Xalqaro konvensiyalarning tamoyillarini milliy tizimga joriy etish faqat huquqiy o‘zgarishlarni emas, balki zamonaviy boshqaruv usullarini tatbiq etishni ham talab qiladi.

Rivojlangan davlatlar yer osti konlarida xavfsizlikni ta‘minlash bo‘yicha ilg‘or tajribaga ega. Misol uchun:

Avstraliya konlarida xavfsizlikni boshqarish uchun “Zero Harm” [21] strategiyasi joriy etilgan bo‘lib, unda barcha xavf omillarini butunlay yo‘q qilishga e‘tibor qaratiladi.

Kanadada raqamli texnologiyalar asosida xavfsizlik monitoring tizimlari (masalan, gaz kontsentratsiyasi yoki ventilyatsiya samaradorligini real vaqt rejimida kuzatish) keng qo‘llaniladi.

Shvetsiya – tog‘-kon uskunalari va xavfsizlik tizimlarini avtomatlashtirishda yetakchilardan bo‘lib hisoblanadi [22].

Bu tajribalar shuni ko‘rsatadiki, xavfsizlikni ta‘minlashda quyidagi omillar hal qiluvchi rol o‘ynaydi:

1. raqamli va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari;

2. xodimlarning xavfsizlik bo‘yicha doimiy o‘qitilishi;

3. xavfsizlikka davlat va xususiy sektor o‘rtasidagi hamkorlikning kuchaytirilishi.

Shu bilan birga, xalqaro tajribani to‘g‘ridan-

to'g'ri o'zlashtirish jarayonida mintaqaviy sharoitlarni hisobga olish zarur. Misol uchun, O'zbekistonning yer osti konlarida yerning geologik xususiyatlari va iqtisodiy imkoniyatlari mavjud cheklolarni vujudga keltiradi.

Zamonaviy texnologiyalarni qo'llash xavfsizlikni oshirishning asosiy shartlaridan biridir. O'zbekistonda yer osti konlari uchun quyidagi texnologik echimlarni joriy qilish muhim:

Hozirgi kunda shaxta tizimlarini raqamlashtirish jarayoni orqali monitoring qilish tizimlari rivojlanmoqda. Bu tizimlar gaz kon-sentratsiyasi, harorat va bosimni real vaqt rejimida kuzatib, tezkor xavfsizlik choralarini qo'llash imkonini beradi. Avtomatlashtirilgan ventil-yatsiya tizimlari havoni tozalash va xavfli gazlarni chiqarish uchun samarali tizm sifatiga foydalanilyapdi.

Boshqaruv yondashuvlari sifatida xavfsizlik madaniyatini shakllantirish va xodimlar o'rtasida xavfsizlikka bo'lgan mas'uliyatni oshirish muhim ahamiyatga ega. Rivojlangan mamlakatlarda qo'llaniladigan "Vision Zero" (Nol darajadagi xavf) falsafasi xodimlarning xavfsizlik madaniyatini oshirish uchun samarali vosita bo'lib hisoblanadi.

Yer osti kon ishlarida xavfsizlikni ta'minlash bo'yicha xalqaro standartlarning milliy tizimga joriy etilishi ijobiy natijalar berishi kutilsa-da, quyidagi savollar ochiq qolmoqda:

1. xalqaro standartlarning mahalliy iqtisodiy va geologik sharoitlarga moslashtirilish darajasi;
2. qonunchilikni takomillashtirish jarayonida davlat va xususiy sektorning mas'uliyat chegaralari;
3. texnologik yechimlarning mahalliy sharoitlarda qo'llanishi uchun kerakli investitsiyalar miqdori ozligi.

Kelajakdagi tadqiqotlarda xavfsizlikka oid zamonaviy boshqaruv usullarini iqtisodiy tahlil qilish va O'zbekiston respublikasi sharoitida optimal modellarni ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratish lozim.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, milliy va xalqaro tajriba asosida yer osti konlarida xavfsizlikni oshirish uchun integratsiyalashgan yondashuvni qo'llash talab etiladi. Bu esa milliy qonunchilikni xalqaro standartlarga moslashtirish, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish va xavfsizlik madaniyatini rivojlantirish orqali amalga oshiriladi.

**Xulosa.** Xulosa qilib aytganda, yer osti konlarida mehnat sharoitlari xavfsizligini ta'minlashning huquqiy asoslari ishchilarning sog'lig'ini himoya qilishning muhim jihati bo'lib, davlat va ish beruvchilardan tizimli yondashuvni talab qiladi. Bugungi kunda mehnatni muhofaza qilish shartlariga rioya qilish iqtisodiy jihatdan har qanday korxonada uchun foydalidir. Fuqarolarning mehnat huquqlarini, shu jumladan fuqarolik huquqlarini himoya qilishni ta'minlash xavfsiz mehnat sharoitlari, mamlakatimizning strategiyasini o'z ichiga olgan mehnatni muhofaza qilish yo'nalishlarida, prinsip va maqsadlariga muvofiq harakatlar alohida ahamiyat kasb etadi. Milliy qonunchilikka xalqaro tajribani moslashtirish va kon xavfsizligi tizimlarini avtomatlashtirish zarurati talab qilyapdi. O'zbekistonda xavfsizlik madaniyatini rivojlantirish uchun quyidagilar tavsiya etiladi: xalqaro hujjatlarni milliy darajada ratifikatsiya qilish; zamonaviy xavfsizlik texnologiyalarini joriy etish; xodimlar uchun xavfsizlik bo'yicha muntazam treninglar tashkil qilib borish. Ushbu tavsiyalar bajarilsa kon sanoati korxonalari mehnatni muhofaza qilish ishlari yanada samaraliroq ishlayishi mumkin.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Karimov A.A. Inson organizmining zararlanish yo'llari. // ISSN: 2181-1385 Academic Research in Educational Sciences ilmiy jurnali, №3 (4) 2022, 56-61 bet. DOI: 10.24412/2181-1385-2022-4-56-61.
2. Muradov S.H. Mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi bo'yicha O'qitish va yo'riqnomalarni raqamlashtirish asoslari. // "raqamli iqtisodiyot" ilmiy-elektron jurnali | 2024, 8-son 266-274 bet.
3. 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.

4. O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi. Rasmiy nashr. - Toshkent: “O‘zbekiston” nashriyoti, 2023. -80 b. ISBN: 978-9943-9506-1-0.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi to‘g‘risi”dagi Farmoni.
6. “O‘zbekiston – 2030” strategiyasi. O‘zr. PF-158-son Farmoniga 1-ilova.
7. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi ““O‘zbekiston — 2030” strategiyasida belgilangan vaziflarni amalga oshirish bo‘yicha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Qarori.
8. O‘.R.Yo‘ldoshev, O.D.Rahimov, R.T.Xo‘jaqulov, O.T.Hasanova. Mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligi. – T.: «Davr nashriyoti» mchj, 2013, 200 bet. ISBN 978–9943-4226–8–1.
9. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2014-yild 15-sentabrdagi “Xodimlar mehnatini muhofaza qilish chora-tadbirlarini yanada takomillashtirish to‘g‘risida”gi 263-son Qarori.
10. O‘zbekiston Respublikasi Bosh sanitar vrachining 2007-yil 29-martdagi “Rudali, ruda bo‘lmagan va maydalangan foydali qazilmalarni qazib olish va boyitish bilan shug‘ullanuvchi korxonalar uchun” sanitariya Qoidalari.
11. А.С. Пупова. Состояние безопасности и охраны труда на предприятиях: зарубежный опыт. Вестник магистратуры. 2017. № 9(72). ISSN 2223-4047 10 ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ УДК 331.1. 10-12 ст.
12. Калинин А.В. Состояние охраны труда на предприятиях в мире //“Вопросы инновационной экономики” научно-практический журнал -2011. -№ 5. -с. 37-42.
13. Flin R., Mearns K., O‘Connor P., Bryden R. Measuring Safety Climate: Identifying the Common Features. Safety Science, 2000, no. 34, pp. 177–192.
14. Иванов Г.С. Охрана труда: от античности к современности // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №3 (2016). DOI: 10.15862/16EVN316
15. Pavlov A., Gavrilov D. Improvement and development of the motivation system in the occupational and industrial safety field//The Second International Innovative Mining Symposium. 2017. DOI: 10.1051/e3sconf/20172104030.
16. Бадалова, А.Г., Пантелеева А.В. Управление рисками деятельности предприятия: учебное пособие / А.Г. Бадалова, А.В. Пантелеев. -3-е изд.-М.: Вузовская книга, 2017. -234 с.: ил ISBN: 978-5-9502-0821-8
17. Куклина Т.В. Модели страхования профессиональных рисков в зарубежных странах // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Том 10. – № 2. – С. 721-736. DOI: 10.18334/vinec.10.2.100942
18. Васильев А.В., Аношкин Д.В. Человеческий фактор как причина аварийности и травматизма на производстве и его анализ на основе принципов системного подхода к обеспечению безопасности // Безопасность труда в промышленности. 2010. № 11. С. 22-25. DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-5-113-119
19. Бутенко М.А., Бурнос Д.В., Хоперсков С.А., Холодков В.С., Морозов А.Г., Оптимизации и управления системами вентиляции на основе прямого газодинамического моделирования. //Технические инновации научный журнал. Серия 10. Вып. 6. Стр. 31-37
20. Новиков А.В., Многофункциональная система безопасности-практика применения систем определения персонала. //Горная промышленность научный журнал– 2018. – 2. – №. Стр. 93–98.
21. Рудаков М.Л. Корпоративные программы «ноль несчастных случаев» как элемент стратегического планирования в области охраны труда для угледобывающих предприятий //Записки Горного института научный журнал. 2016. Т.219. С.465-471. DOI 10.18454/PMI.2016.3.465
22. С.И.Попов, Э.Д.Кадыров.Зарубежный опыт автоматизации в горнодобывающей отрасли.//Записки Горного института научно-методический журнал. ISSN 0135-3500. 2008.Т.177, стр.82-84.

**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](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’rischilari:***

- 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‘lmasligi 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](http://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](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](http://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](http://orcid.org)) и SPIN ([elibrary.ru](http://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 отсутствию 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](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 Almylk 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](http://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/>