

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті" комерциялық емес
акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы»
кафедрасы

Ермахан Ерасыл Ғаламатұлы

Уранды шаймалау тиімділігін жоғарлатуды зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті" қоғамдық
сәйкес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы»
кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі МПЖЖАМТ
қауымд. проф., Ph.D., тех. ғыл. канд,
Чепуштанова Т.А.
«08» 06 2023 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: “ Уранды шаймалау тиімділігін жоғарлатуды зерттеу ”

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

Орындаған

Ермахан Е. Ғ.

Рецензент
т.ғ.к. «Гидрометаллургияның
арнайы әдістері»
зертханасының меңгерушісі
Койжанова А. К.
«08» 06 2023 ж.

Ғылыми жетекші
Ph.D. докторы, қауымд.
профессор

Мамырбаева К. Қ.
«08» 06 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

6В07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту



БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі МПЖЖАМТ
кауымд. проф., Ph.D., техн.ғыл. канд.
Чепуштанова Т.А.

12 2022 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Ермахан Ерасыл Ғаламатұлы

Тақырыбы: Темірқұрамды композиттердің қасиеттерін зерттеу және синтезі
Университет Ректорының 2022 жылғы «23» қараша № 408 – П/Ө
бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі : «08» маусым 2023 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: *Уранды шаймалау тиімділігін
жоғарлатуды зерттеу.*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) уран, уран минералдары мен кендері;

б) уран құрамды кендерді өңдеу технологиялары туралы әдеби шолу;

в) уранды шаймалау процестеріне термодинамикалық талдау жүргізу;

г) уранды ұңғымалы шаймалау кезіндегі кольтация процестері және оның
алдын алу іс-шаралары;

д) экономикалық тиімділікті есептеу;

е) өмір қауіпсіздігі мен еңбекті қорғау іс-шараларын қарастыру.




Сызба материалдары: 15 слайдта көрсету қажет;

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 20 атаудан кем болмауы тиіс.


Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Тәжірибелік бөлім	02.03. 2023 ж.	
Экономикалық бөлім	22.03. 2023 ж.	
Еңбекті қорғау	17.04. 2023 ж.	
Қорытынды	05.06 2023 ж.	
Норма бақылау	08.06. 2023 ж.	

Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін, оған қатысты бөлімдердің
жұмыстарын (жобасын) көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының
қойған қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономика бөлімі	К.Қ. Мамырбаева Ph.D. докторы, қауымд. профессор	17.04. 2023 ж.	
Еңбекті қорғау бөлімі	К.Қ. Мамырбаева Ph.D. докторы, қауымд. профессор	15.05. 2023 ж.	
Норма бақылаушы	С.С. Коныратбекова т.ғ.к., аға оқытушы	08.06. 2023	

Ғылыми жетекші  Мамырбаева К.К.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды  Ермахан Е.Ф.

Күні

« _____ » _____ 2022 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс 47 беттен, 14 суреттен, 11 Кестеден, 20 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Түйін сөздер: уран, уран минералдары, шаймалау, термодинамикалық талдау, уранды бөліп алу, аммоний бифториді.

Зерттеу нысаны: Уранды шаймалау тиімділігін жоғарлатуды зерттеу

Жұмыстың мақсаты: уранды шаймалау тиімділігін жоғарылатуды зерттеу, соның ішінде жерасты шаймалау кезінде кольматация құбылысын болдырмау үшін аммоний бифторидін қолдану арқылы өнімді ерітіндінің сорылуын жақсарту.

Дипломдық жұмыста, бірінші тарауда уранның республикадағы қорлары, гидрометаллургиялық процестердің негізгі түрлері, уранды сілтісіздендіру әдісімен алу әдістері, сондай-ақ ураны бар төмен сұрыпты кендерді, оның ішінде уранды пайдалы қазбаларды өңдеу технологиялары туралы әдебиеттерге шолу жасалған.

Эксперименттік бөлімде ғылыми-зерттеу жұмысында қолданылатын реагенттер мен жабдықтар, Мыңқұдық кенорыны, оның ерекшеліктері, уранды шаймалаудың термодинамикалық талдауының нәтижелері және өнімді ерітіндіден никельді бөліп алу бойынша тәжірибелердің нәтижелері келтірілген.

Термодинамикалық талдаулармен кендегі негізгі уран минералы мен бос минералдардың аммоний бифторидімен өзара әрекеттесу реакциялары 10–30 ° C аралығында, металл фторидтері мен флюораттарды түзе отырып, өздігінен жүретіндігі анықталды.

Уран кендерін күкірт қышқылды шаймалау процесінде аммоний бифторидін қолдана отырып шаймалауды зерттеу нәтижесінде келесілер анықталды: технологиялық ұңғымаларда аммоний бифторидін қолданатын шаймалау ерітінділерін қолдану оң нәтижелерін береді – шаймалау өнімділіктері 1,4 м³/сағ бастап 4,4 м³/сағ дейін, ал кейбір ұңғымаларда 2,0 м³/сағ бастап 5,3 м³/сағатқа дейін артуына әкелді, яғни уранқұрамды өнімді ерітінді ағынының жылдамдығы кей жерлерде 48 % бастап 75 % дейін, тіпті кейбір ұңғымаларда 150 % дейін өсті.

Үшінші және төртінші тарауларда қауіпсіздікті қорғау шаралары мен экономикалық есептеулер келтірілген.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из 47 страниц, 14 рисунков, 11 таблиц, 20 списков использованной литературы.

Ключевые слова: Уран, урановые минералы, выщелачивание, термодинамический анализ, выделение урана, бифторид аммония.

Объект исследования: Исследование повышения эффективности выщелачивания урана

Цель работы: исследование повышения эффективности выщелачивания урана, в том числе улучшение откачки продуктивного раствора с использованием бифторида аммония для предотвращения явления кольматации при подземном выщелачивании.

В дипломной работе, первой главе представлен обзор литературы по запасам урана в республике, основным видам гидрометаллургических процессов, методам получения урана методом выщелачивания, а также технологиям переработки низкосортных урансодержащих руд, в том числе урановых полезных ископаемых.

В экспериментальной части представлены реагенты и оборудование, применяемые в научно-исследовательской работе, месторождение Мынкудук, его особенности, результаты термодинамического анализа выщелачивания урана и результаты экспериментов по выделению никеля из продуктивного раствора.

Термодинамическими анализами установлено, что реакции взаимодействия основного уранового минерала и свободных минералов в руде с бифториом аммония протекают спонтанно в пределах 10–30° С с образованием фторидов металлов и флюоратов.

В результате исследований выщелачивания урановых руд в процессе сернокислого выщелачивания с применением бифторида аммония выявлено следующее: применение выщелачивающих растворов с применением бифторида аммония в технологических скважинах дает положительные результаты—производительность выщелачивания увеличилась с 1,4 м³/ч до 4,4 м³/ч, а в некоторых скважинах с 2,0 м³/ч до 5,3 м³/ч, то есть скорость потока раствора местами увеличилась с 48 % до 75 %, а в некоторых скважинах даже до 150 %.

В третьей и четвертой главах перечислены меры безопасности и экономические расчеты.

ANNOTATION

The thesis consists of 47 pages, 14 figures, 11 tables, 20 lists of references.

Keywords: uranium, uranium minerals, leaching, thermodynamic analysis, uranium extraction, ammonium bifluoride.

Object of the study: study of improving the efficiency of leaching of uranium

Purpose of the work: study of increasing the efficiency of uranium leaching, including improving the suction of the productive solution by using ammonium bifluoride to prevent the phenomenon of colmatization during underground leaching.

The thesis, in the first chapter, contains a review of the literature on uranium reserves in the Republic, the main types of hydrometallurgical processes, methods for obtaining uranium by leaching, as well as technologies for processing low-grade ores containing uranium, including uranium minerals.

The experimental part presents the reagents and equipment used in research work, the Mynkuduk Deposit, its features, the results of thermodynamic analysis of uranium leaching and the results of experiments on the extraction of nickel from a productive solution.

With thermodynamic analyzes, it was found that the interaction reactions of the main uranium mineral and free minerals in the ore with ammonium bifluoride occur spontaneously, in the range of 10–30° C, forming metal fluorides and fluoaurates.

As a result of the study of leaching of uranium ores using ammonium bifluoride in the process of sulfuric acid leaching, the following was revealed: the use of leaching solutions using ammonium bifluoride in process Wells gives positive results – leaching yields have increased from 1.4 m³/h to 4.4 m³/h, and in some wells from 2.0 m³/h to 5.3 m³/h, that is, the flow rate of uranium-containing productive solution in some places from 48 % to 75 %, and even in some wells increased to 150 %.

The third and fourth chapters provide security protection measures and economic calculations.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Уранды гидрометаллургияда өңдеу технологиясы	11
1.1 Уран	11
1.2 Уран атомдық технологияда пайдаланылуы	12
1.3 Уран минералдары	13
1.4 Уран өнеркәсібі	16
1.4.1 Уран өндірісінің қорлары мен аймақтары	16
1.5 Уранды шаймалау әдістері	19
1.5.1 Уранды шаймалау тиімділігін жоғарылату әдістері	19
1.5.2 Қысыммен қышқылды шаймалау	19
1.5.3 Қышқыл илеуді қолдану	20
1.5.4 Карбонатты шаймалау	21
1.5.5 Қысыммен карбонатты шаймалау	22
1.5.6 Үйінді шаймалау	22
1.5.7 Бактериялық шаймалау	23
1.6 Мыңқұдық кен орны	24
1.6.1 Мыңқұдық геологиялық құрылымы	25
1.7 Уран өндіру технологиясы	26
1.8 Жерасты шаймалау процесі	26
1.9 Қабырғалық жыныстардың жерасты шаймалау кезіндегі әрекеті	28
2 Эксперименттік бөлім	30
2.1 Құралдар мен жабдықтар	30
2.2 Жерасты кезіндегі шаймалау кольматация	33
2.3 Уранды шаймалау процесінің термодинамикалық талдауы	35
3 Қауіпсіздік және еңбек қорғау	42
3.1 Қауіпті өндірістік айғақтарды талдау	42
3.2 Ұйымдастыру шаралары	42
3.3 Электрқауіпсіздігін қамтамасыз ету	43
3.4 Экономикалық бөлім	43
Қортынды	45
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	46

КІРІСПЕ

Уран ерекше қасиеттеріне байланысты атомдық техникада отын ретінде кеңінен қолданылады. Оның көптеген түсті және сирек металдардан ерекшелігі – радиоактивті ыдырауына және нейтрондар әсерінен көп мөлшерде энергия бөле отырып ыдырау қасиетінде.

Қазіргі кезде гидрометаллургиялық үдірістерді уран кенін өндіру үшін пайдалану ауқымы кеңейтілді. Гидрометаллургиялық үдірістердің артықшылығы; олар қалыпты температурада реогенттерді аз жұмсап, қарапайым құрал - жабдықтарды пайдалана отырып, тек белгілі бір металды ғана бөліп алуға мүмкіндік береді. Бұл металды ғана компонентті тікелей жерасты жағдайында кен денесінен комплексті шаймалап бөліп алуға жағдай жасайды.

Уранды өндіру технологиясы кендегі оның және бос жыныстардың минералды минералды түрлеріне түріне, құрамдық мөлшеріне орай таңдап алынады.

Қазақстан Республикасындағы уран кендері негізінен жерасты шаймалаумен өндіріледі. Жерасты сілтілеу үдірісі кезінде, кен қатпарына немесе скальді (қатты) монолитте, тесіктер және капиллярлармен арнаулы жүйедегі соратын және құрғататын (дренеж) құрылғылардың және реагент ерітіндісі шығаратын жасанды ағынмен бұрғымалар арқылы ерітінді қозғалысқа түседі.

Жерасты шаймалау үдірісін жүзеге асыруға қажетті негізгі жағдайлар:

- металдың ерітіндіге айналу үдірісі қабылданған жылдамдықпен жүруі тиіс;
- кен (руда) массиві ішінде ерітінді айналысы шығу үшін жағдай болуы, яғни кенді жыныс ерітінді өткізгіш болуы керек;
- еріткіш басқа жыныстарға тимей, белгілі бір өндірілетін металдың минералын ерітеді;
- еріткіш пен алынған химиялық ерітінділер сілтіленген кеннің капилляры мен тесіктерін белгілі бір дәрежеде бітемейді;
- төселген және қапталған жыныстардың көшу құбылысы аз болуы керек.

Жерасты шаймалау басқа технологиялық үдірістер секілді, белгілі схема бойынша оптималды параметрлер мен техника – экономикалық көрсеткіштерге сәйкес жүргізілуі тиіс.

Дегенмен, жерасты шаймалау кезінде уранды бөліп алу процесі кольтматация процесіне байланысты тежелуі немесе мүлдем тоқтауы мүмкін және оны зерттеу өзекті мәселе болып табылады.

Диплом жұмысының мақсаты: уранды шаймалау тиімділігін жоғарлатуды зерттеу.

Қойылған мақсатты жүзеге асыру үшін келесідей міндеттер қойылды:

- уранқұрамды кремнеземді кендерді гидрометаллургиялық технологиямен өңдеу жолдары туралы әдеби мәліметтерді жинау;

- таңдап алынған зерттеу бағытын негіздеу;
- уранды аммоний биторидінің қатысында шаймалауға термодинамикалық талдау жүргізу;
- аммоний биторидінің қатысында уранды шаймалау және өнімді ерітінділердің шығымын есептеу;
- эксперименттік бөлімінің нәтижелерін өңдеу;
- зерттеудің экономикалық бөлімінің тиімділігін есептеу;
- зерттеудің еңбек қауіпсіздік және еңбекті қорғау іс - шараларын қарастыру.

Дипломдық жұмыс бойынша зерттеулер «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасында оқу зертханаларында жүргізілді.

1 Уранды гидрoметаллургияда өндеу технологиясы

1.1 Уран

Уран – Д.И. Менделеевтің Периодтық жүйесіндегі соңғы табиғаттағы ең ауыр, 92–ші элемент. Ол қазіргі уақыттағы ең танымал элементтердің бірі, атомдық энергетиканың негізі және атомдық, сутектік бомба алу үшін, атомдық электр бекеттері, атомдық су асты кайықтары, атомдық мұзжарғыштары үшін қажет алғашқы материал болып табылады. Бұл жерде ежелгі гректердің көрегендігіне мән берген жөн. Өйткені, грек мифологиясында уран жер құдайы Геяның ұлы, титандардың әкесі.

Осыдан 190 жыл бұрын, 1789 ж. Берлин химигі М. Клапрот, Саксон қойнауының (қазіргі Яхимово, Чехия) шайыр кенінен сол кез уақыты "жана элемент тапты. Клапрот оны, осыдан (1781 ж.) астроном В. Гершельді ашқан Уран планетасының құрметіне уран (Uranium) деп атады.

Клапрот уранды, табиғи сары түсті уран ұштығынан (UO) жоғары температурада көмірмен тотықсыздандыру арқылы бөліп алды: UO – С. Сипаттаулар бойынша, ол металдық жылтыры бар жартылай металдық зат алған. 50 жылдан астам уақыт Клапрот таза зат – уран элементін бөліп алды деп есептелген.

Алайда кейінірек, 1841 ж., уран қайтадан, екінші рет дүниеге келді. Француз ғалымы Э. Пелиго Клапрот "уранында" оттегі бар екендігін анықтады.

1945 ж. ескі канадалық калдықтардан алынған ураннан жасалған, алғашқы американдық атом бомбалары жарылды. Осындай сынақтардан соң, кейінгі жылдары уранды өндірудің қызу дамуы алды. Он жыл аралығында уран өндірісі жылына 200 – ден 40000 т, яғни 200 есе ұлғайды.

Уран өндірудің ең шарықтау жылдарында шет елдерде көптеген урандық зауыттар тұрғызылып, іске қосылды. Мысалы: АҚШ – 28, Канада – 19. ОАР – 17, Австралия – 6, Франция – 6 және Англия, Индия, Аргентина, Швеция, Италия, ГФР, Испания, Португалия, Габон, Жапония, Мексика, Бразилия, Конго (Заир), тағы басқа мемлекеттерде уран зауыттары жұмыс істеді. Осы уақытқа дейін шет елдерде уран кендерін алғашқы өндеу бойынша барлығы жүзеге жуық зауыт салынды. Олардың жалпы қуаты (U,0.. бойынша) жылына 48 000 т дейін жетті.

Сонымен, уран тарихын төрт кезеңге бөлуге болады:

- 1789 ж. Клапроттың уранды тотық түрінде ашуынан 1841 ж.;
- Пелигоның металдық уранды бөліп алғанға дейінгі кезең;
- 1841 жылдан Д.И. Менделеевтің периодтық заңды ашып, уранның дұрыс атомдық салмағын оның элементтердің периодтық жүйесіндегі нақты орнын анықтаған уақытқа дейінгі кезең (1869– 1871 ж.);
- 1871 жылдан ХХ ғасырдың 40 – шы жылдарына дейінгі, яғни уранды ядролық энергия көзі ретінде қолдана бастаған кезең.

1.2 Уран атомдық технологияда пайдаланылуы

Уранның атомдық техникада қолданылуы оның өзіне тән ерекше қасиеттеріне байланысты, яғни, оның басқа көптеген түсті және сирек металдардан ерекшелігі – радиоактивті ыдырауына және нейтрондар әсерінен көп мөлшерде энергия бөле отырып ыдырау қасиетінде.

Табиғи уран уранның үш изотоптарының қоспасынан тұрады: ^{234}U , ^{235}U және ^{238}U . Бұл изотоптардың табиғи урандағы салыстырмалы мөлшері: ^{234}U – 0,005 %, ^{235}U – 0,7204 %, ^{238}U – 99,2739 %.

Уран кендерін ион алмасу сорбциясын, экстракцияны қолдана отырып химиялық әдістермен қайта өңдеу бойынша зауыттар іске қосылды. Ядролы дәрежеге дейін химиялық тазалауды қолданатын аффинажды зауыттар, металдық уран және оның бірқатар айырықша таза қосылыстарын UO_2 , UF_6 (құрамындағы қоспалар өндіру бойынша зауыттар жұмыс жасап жатыр). Сонымен қатар, ядролы реакторлар, атомдық электр станциялары іске қосылды. "Қазіргі кездегі алхимия" әдістерімен көптеген трансурандық элементтер алынды.

Кесте 1 – Уранның балқу және қайнау температурасы

Элемент	Балқу температурасы, °C		Металдың қайнау температурасы, °C
	Металл	Тотық	
U	1130	2176	3800
Ca	849	2580	1487
Mg	651	2800	1107

(британдық жылу бірлігі – 0,252 ккал) Q шамасын алды, немесе ол 3-10⁴ кВт сағатқа тең, яғни шартты түрде алғанда 38 млрд. т. отынға сәйкес немесе энергия құрамы бойынша 13 мың т. уран – 235-ке тең. Әлемдегі бүкіл мемлекеттер 1950 жылға дейін өзінің тарихында 13 Q энергия жұмсады, ал соның ішіндегі 4 Q тек соңғы 10 жылдарда жұмсалды, Путмэннің бағалауы бойынша, 2050 жылға дейін адамзат 80 Q энергия жұмсайды, бұл қазіргі шамамен 32 Q болып бағаланатын тас көмір қорларынан екі есе асып кетеді. Жер шарындағы мұнай қорлары көмір қорларынан анағұрлым аз және бұдан да ерте жұмсалып кетуі мүмкін. Қазіргі кездегі жылына қуаты 1 млн. кВт атом электр бекеті үшін 1 жылға небәрі 30–50 т. әлсіз байытылған (3–5 %-ды) уран отыны қажет. Оларды АЭС–на 3–4 вагонмен немесе самолетпен жеткізуге болады. Ал осындай мөлшердегі электр энергиясын жай электр станциясында өндіру үшін 2 млн. тоннадай мұнай және 3 млн. тоннаға жуық тас көмір қажет, ал оларды станцияға жеткізу үшін 1000–1500 темір жол эшалондары, яғни шамамен әрбір 7 минутта 1 вагон керек.

Бұнымен қоса таға бір көңіл аударарлық жәй, атомдық электр станциялары дәстүрлі жылу электр станцияларына қарағанда, ауаны ластауы

ондаған, жүздеген, тіпті мыңдаған есе аз яғни атомдық электр станцияларының жұмысы кезінде қоршаған ортаның ластануы айтарлықтай төмен. Бұл жерде, "табиғатта тағы күн энергиясы желдің, теңіз құйылымдарының, вулкандардың энергиясы бар емес пе?" деген сауал туады. Адамзат бұл энергия көздерін пайдалануды бір кездерде игерер, ал әзірше олар мүмкіндігі аз, инженерлік, экономикалық шешімдері әлі табылмаған бағыттар. Осы күндері өзінің нақтылығын және экономикалық бәсекелестік қабілеттігін танытқан және сарқылмас мүмкіндіктерін дәлелдеп берген энергияның жалғыз қайнары, ол – атомдық энергия. Әлемнің 19 елінде электр станциясының болуы бұл қиял емес, нағыз іс жүзіндегі энергетика. 1954 ж. Москвадағы таяу Обнинск қаласында әлемдегі бірінші атомдық электр станциясы іске қосылды. Оның табысты іске қосылуынан кейін, капиталистік елдер де АЭС тұрғыза бастады. Бұл жерде академик И.В. Курчатовтың тамаша сөздерін еске алған жөн: "тек қажеттілік қана бізді ядролық қару жасауға мәжбүр етеді, атомдық энергияның пайдалануының басты бағыты – ядролық энергетика" деді.

Атомдық энергетиканың даму нәтижесінің бірі – уран кендерін геологиялық барлаулардың және өндірудің қайта жандануы. Жуықтап алынған болжамдарға сүйенсек, таяу жылдары капиталистік және дамыған елдерде уран өндірудің бұрынғы максималдық жылдық деңгейі орнына келгеннен кейін (40 мың т), оның ары қарай өсуі 1980 жылы 60 мың т, ал 1990 ж. 120 мың т. жетеді.

1.3 Уран минералдары

Еркін түрінде уран жерде болмайды. Құрамында U бар 100 уран минералы белгілі 1 %-дан астам. Осы минералдардың шамамен үштен бірінде уран төрт валентті, қалғандарында алты валентті. 15 осы уран минералдарының ішінен қарапайым оксидтер немесе гидроксилдер, 20 – күрделі титанаттар мен ниобаттар, 14 – силикаттар, 17 – фосфаттар, 10 – карбонаттар, 6 – сульфаттар, 8 – ванадаттар, 8 – арсенаттар. Уран қосылыстарының анықталмаған түрлері кейбіреулерінде кездеседі, теңізден шыққан көміртекті тақтатастарда, лигниттерде және көмірде, сондай-ақ атқылаудағы астық аралық пленкаларда тұқымдар.

Уранның 15 минералы өнеркәсіптік маңызы бар.

Кесте 2 – Уранның маңызды минералдары

Атауы	Формула	Урандағы құрамы, %
Уранинит	$(U,Th)O_{2x}$	62–85
Настуран	UO_{2x}	52–76
Урановые черни	UO_{2x}	11–53

2-кестенің жалғасы

Атауы	Формула	Урандағы құрамы, %
Коффинит	$U(SiO_4)_{1-x}(OH)_{4x}$	60–70
Браннерит	$(U,Th)Ti_2O_6$	35–50
Отенит	$Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10H_2O$	48–54
Уранофан	$Ca[UO_2(SiO_3OH)]_2 \cdot 5H_2O$	55–58
Карнотит	$K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$	52–66
Торбернит	$Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 12H_2O$	48
Тюямунит	$Ca(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 80H_2O$	57–65
Казалит	$Pb[UO_2SiO_4] \cdot H_2O$	42–50
Нингиоит	$CaU(PO_4)_4 \cdot 2H_2O$	20–30
Цейнерит	$Ca(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 12H_2O$	55
Давидит	$(Fe,Ce,U)(Ti,Fe,V,Cr)_3(O,OH)$	7

Кен орындарының кейбір түрлерінде уранның негізгі тасымалдаушысы уран тасымалдаушы болып табылады фторапатит, онда уран кальцийді изоморфты түрде алмастырады. Ірі кен орындарындағы негізгі уран минералдары оксидтермен ұсынылған (уран шайыры, уранинит, коффинит), ванадаттар (карнотит және тюямунит) және күрделі титанаттар (браннерит және Дәуит). Титанаттар да өнеркәсіптік маңызға ие, мысалы, браннерит UTi_2O_6 , силикаттар – $u[SiO_4]_{1-x}(OH)_{4x}$ коффиниті, танталониобаттар және гидритацияланған фосфаттар мен уранил арсенаттары – уран слюдки. Уран табиғи элемент ретінде табиғатта кездеспейді. Уран болуы мүмкін тотығудың бірнеше сатысында болыңыз, ол әр түрлі геологиялық жерлерде кездеседі жағдай.

Уран минералдары жер қыртысының түзілуінен пайда болған бастапқы минералдарға бөлінеді және екіншілік – оның дамуының кейінгі кезеңдерінде белгілі бір әсердің әсерінен пайда болғандар табиғи факторлар. Уран минералдары эндогендік минералдардың пайда болуының барлық кезеңдерінде түзіледі.

Уран слюдки – минералдар тобы, су фосфаттары және уранил арсенаттары $(UO_2)^{2+}$ олар тән бір бағытта жақсы анықталған слюда тәрізді бөліну және кристалдардың ламель тәрізді пішіні.

Уранинит – сфералық немесе тостаған тәрізді беті бар шайыр тәрізді массивті минерал Ra, Th, Ce, La немесе Er қоспасы бар UO_2 , UO_3 , PbO қоспасы. (Минералдың өзі UO_2 уран диоксиді, бірақ кендерде уранның бір бөлігі бар U^{6+} дейін тотыққан, кейбір сорттардың құрамы – уран қара сияқты қайталама өнімдер–жақын U_3O_8 . Кенде көптеген, бірақ аз мөлшерде басқа элементтердің қоспалары бар, және радиогенді қорғасын, торий, иттрий және лантанидтер 20 % немесе одан да көп. Радий мен гелийдің болуы тән. Екеуін ажыратыңыз бастапқы ураниниттің түрлері: кристалды–нақты уранинит – және кең таралған тығыз, аморфты–настуран (синоним–уран шайыры немесе шайыр). Текше сингонияда кристалданады, текшелер түрінде кристалдар түзу, ромбододекаэдрмен немесе октаэдрмен үйлескенде сирек кездеседі. Массивтер

жиі кездеседі қатты агрегаттар. Настуранға тығыз колломорфты разряд, бүйрек тәрізді және тонкосферолит тән агрегаттар; уран үшін. Настуран кендерінің әлемдегі ең үлкен қоры шоғырланған Канада, Австралия және Оңтүстік Африка; одан кейін Конго, Намибия, АҚШ (Мэрисвейл, Юта; Колорадо үстірті) және шекара Германия мен Чехия ауданы (Кенді Таулар), сондай-ақ Украина мен Қазақстан.

Торбернит – (мыс ураниті, уран слюдасы), $\text{Cu}(\text{UO}_2)(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Pn}_2\text{O}$, Торберн Олоф Бергманның атымен аталған –швед химигі және минералогы. Сингония тетрагональды, жұқа Кестелі, жапырақты кристалдар, сирек емес жер массалары, әрдайым дерлік отенитпен бірге өседі, жылтырлығы шыны, бөліну жазықтықтарында Инжу–маржан. Нәзік. Қаттылық 2 – 2,5. Меншікті салмағы 3,3–3,6. Түсі шөпті жасыл немесе изумруд жасыл (қалыңырақ отенита). Жылтыр Меруерт. Жарқырайды. Қос сыну теріс. Қара балқытылған королек. HNO_3 –те ериді, аммиак қосылған кезде ерітінді көк түске боялады (мыс болуы), бұл кен орнының сары шөгіндісі: Оңтүстік Африка, Онега көліндегі Қасқыр аралы және т. б.

Отунит – (отенит, аутунит), $\text{Ca}[\text{UO}_2/\text{RO}_4]_2 \cdot (12-10)\text{H}_2\text{O}$, Францияның Отен қаласында аталған. Жоғары радиоактивті минерал (актиний мен полонийдің болуына байланысты), уран кені. Жұқа таблетка тәрізді кристалдар, Слюда тәрізді массалар. Сингония тетрагональды. Түсі жасыл –сары, лимон–сары, сұр–сары. Қара түске қатты үрлеу кезінде ериді. Жабық шыны түтікте ол кристалдану суын қарқынды түрде шығарады. HCl –де ериді, ерітінді жасыл түске боялған. Ол уран кен орындарының тотығу аймақтарында және көбінесе Граниттердегі жарықтарда кездеседі және гранитті пегматиттер. Кен орындары: Кирхберг, Шварценберг граниттерінде, шнеберг уран кен орындарында, Ауэ, Иоганнгеоргенштадт және саксон кенді тауларының басқа аудандарында (ГДР); Сона және Луара департаменті (Франция); Корнуэллде (Англия) Редрут; Мадагаскар пегматиттерінде және т.б.

Тюямунит – $\text{Ca}[\text{UO}_2]_2 * [\text{VO}_4]_2 * 8\text{H}_2\text{O}$. ромбты Сингония; жұқа қабыршақты жер массаларында жиі кездеседі. Ол сондай-ақ қуыстарда бляшкалар мен қыртыстар түрінде байқалады. Түсі ашық сары (Канар), кейде жасыл немесе қызғылт сары реңк. Жылтыр күшті, бөліну жазықтықтарында Меруерт. Қаттылық 1. Нәзік. Уд.салмағы 3,68. Қатты радиоактивті. Біз басқа құрамдағы уран слюдкаларынан тек химиялық реакциялар мен мәліметтер бойынша ажыратамыз оптикалық тұрақтыларға. Оңай ериді. Қоңырмен ол уранға айқын реакция береді (мыс болмаған кезде). Қышқылдарда оңай ериді. Ванадийге сутегі асқын тотығымен Реакция. Басқа экзогендік минералдармен бірге құрамында уран бар минералдар кен орындарының жер бетіне жақын бөліктерінде кездеседі. Әдетте бірқатар жерлерде кездеседі құрамында органикалық заттар бар шөгінді жыныстар арасындағы жарықшақтардағы гипспен ассоциациядағы жер кластерлерінің түрі қалдықтар. Негізгі кен орны – Колорадо (АҚШ) ванадиенді құмтастары.

Касолит – [Касоло кен орны бойынша], $\text{Pb}_2[\text{UO}_2\text{SiO}_4]_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$. призматикалық және ине тәрізді Монокристалдар, сингония моноклиникалық

бета. Түсі қоңыр–сары, сары, жылтыр шайырлы, гауһар тәрізді. Қаттылық 4–5. Уд.салмағы 5,96. Гидротермиялық және шөгінді кен орындарының тотығу аймағында кездеседі; силикаттармен және фосфаттармен.

1.4 Уран өнеркәсібі

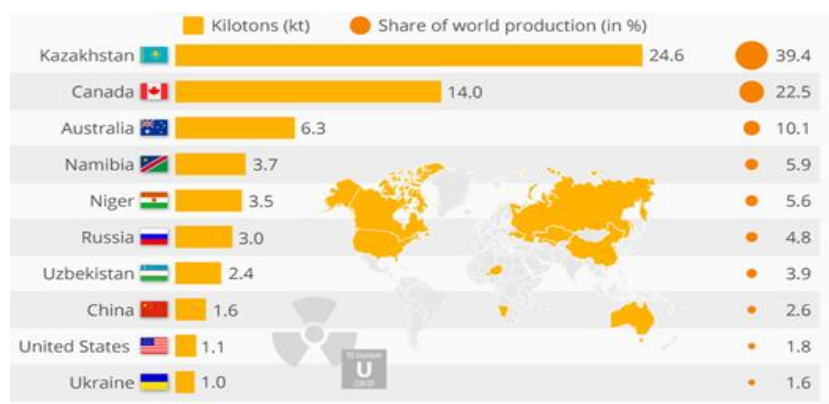
1.4.1 Уран өндірісінің қорлары мен аймақтары

Уран өнеркәсібі екінші дүние жүзілік соғыстың аяғынан бастап, халық шаруашылығының саласы ретінде бірқатар өнеркәсіптік дамыған елдерде пайда болып өркендей бастады.

Қазіргі кездегі әлем бойынша уран өндірісінде Қазақстан бірінші орында келеді. Неміс геоғылымдар және табиғи ресурстар институтының BGR деректері бойынша Қазақстан радиоактивті металдың ең ірі өндірушісі болып табылады. Орталық Азия елі 2016 жылы шамамен 24 600 метрикалық тонна зат өндірді. Бұл дүние жүзіндегі өндірістің 40 пайызға жуығын құрайды.

Үшінші орында 6300 метрикалық тоннамен Австралия келеді. Дегенмен, жалпы ресурстар бойынша Австралия ең көп. Оның жерінде шамамен 1,1 миллион тонна ұйықтап жатыр, олардың барлығын қазіргі уақытта ақылға қонымды шығындармен қазу мүмкін емес. Дүние жүзінде 3,5 миллион тоннаға жуық ресурстар белгілі, сондықтан тапшылықты болжауға болмайды.

Осы уақытқа дейін АҚШ бұрынғысынша уранның ең ірі тұтынушысы болып табылады, 2016 жылы Қытайдағы 5300 тоннамен салыстырғанда 18 200 метрикалық тонна тұтынған. Дегенмен, Қытайдың уранға деген қажеттілігі болашақта артуы мүмкін, өйткені әлемнің 15 елінде салынып жатқан 61 реактордың 21–і Халық Республикасында орналасқан. Африканың оңтүстік–батысындағы Намибияда Қытай басқаратын Хусаб шұңқыры 2016 жылы өндірісті бастады, ол әлемдегі жалғыз ірі уран өндіру зауытына айналуы мүмкін.



1 - сурет – Әлем бойынша уран өндіруші елдер рейтингі (2016 ж)

Уранға деген сұраныстың өсуіне байланысты жұмыс жасап тұрған зауыттарды ұлғайту, бұған дейін доғарылып тұрғандары қайтадан іске қосу және жаңа урандық зауыттарды ашу көзделіп отыр.

Уран өнеркәсібі, уран кендерінің барланған қорларының молаюымен бірге дамып отырады. Уран кендерінің тек мөлшері ғана емес, сонымен бірге сапасы да күрт өзгеріп отырады. Егер 1946 жылы, бүкіл уран қорларының 92 % қатпарлы гидротермалдық қазба орындарында болған болса, ал 1958 жылы тұнбалық және метаморфогендік кен орындарының үлесі 80 %–ға дейін ұлғайды. Бұларға: Блайнд–Ривер, Витватерсранд, Плато Колорадо, Амброзия – Лейк және т.б. ірі кен орындары жатады. Және де бұл заңдылық осы уақытқа дейін сақталып келеді.

Мойынқұм уран кен орның Оңтүстік қатпарында орналасқан Қанжуғанда да күкірт қышқылымен жерасты шаймалау технологиясы 1983 жылдан бастап қолданыла бастады.

"Волковгеология" және "Краснохолмгеология" бірлестігі Сырдария уран–кен аймағында 1990 жылдардан бастап ЖСТ толық ауқымды тәжірибелі – сынақ жұмыстарын Оңтүстік Қарамұрында, Еркөлде, Мойынқұмда, Инкай мен Ақдалада да жүргізді. Мұндай жұмыстар Республикамыздың Солтүстігінде Целинный тау – химиялық комбинатында да жүргізіледі.

Ерітінді қышқылының көп мөлшерде шығуына байланысты бұл жұмыстар кейін тоқтатылды. Уранға сұраныстың өсуіне байланысты Степнойдағы кеніш басқармасы Ақдала кен орнын іске қосты. Мыңқұдық УКО (уран кен орны) кенейтіліп, жоғарғы қарқынмен Мойынқұм, №6 Кеніш басқармасында Оңтүстік Қарамұрын УКО іске қосылды.

90–жылдардың аяғында Қазақстанның ірі УКО Қазақстан–Канада «Инкай» және Қазақстан–Француз «Катко» ЖССТ уран алынатын бірлестіктер құрылды.



2 - сурет – Уранның әлемдік қоры

Қазақстан жерінде уранды барлау жұмыстары 1948 ж. арнайы құрастырған Волков экспедициясы бастады (КСРО Мингео бұйрығы №173, 23.10.1948) 1979 ж. бұл экспедиция «Волковгеология деп атанды» деп атанды.

Бірінші ашылған уран кен орны – ол Кендітас тауларының ішіндегі Қордай уран кен орны. Екінші ашылған Ботабурым уран кен орны Шу– Ілі аймағының шығыс жағы. Бұл кен орын 1955 ж. ашылып 1972 ж. (17 жыл) дейін жұмыс істеді.

50-ден астам уран кен орындары Оңтүстік Қазақстан, Қызылорда, Алматы, Талдықорған, Жезқазған облыстарында орналасқан. Олардың ішінде Қордай уран кен орны бар.

Көкшетау, Ақмола, Торғай облыстарында да 20-дан астам уран кен орындары бар. Олар Есіл уран кен тобы: Есіл және (Оралық кен орындары), Маныбай кен тобы (Маныбай, Ақсу, Оңтүстік Маныбай), Семізбай, шағлы уран кен тобы (Шағлы, Абай) Семейдің Солтүстік жағында үлкен Ақжал, Ақтөбе мен Жезқазған аралығында Төлесай уран кен орны ашылған.

Оңтүстік Қазақстан және Қызылорда облыстарының шекарасында Бетпак даланың Оңтүстік батысында Шу–Сарысу ойпатында Инкай уран кені орналасқан.

1.5 Уранды шаймалау әдістері

1.5.1 Уранды шаймалау тиімділігін жоғарылату әдістері

Шаймалау процестерінің түрлері. Механикалық байыту әдістерінің көмегімен (радиометриялық, гравитациялық және флотациялық) уранды байыту мен алудың қанағаттанарлық дәрежесіне қол жеткізу әрдайым мүмкін емес. Ең жақсы жағдайларда да алынған уран концентраттарының сапасы мен құрамы талап етілгеннен өте алыс. Сондықтан механикалық байыту әдістері қазіргі уақытта экономикалық тиімді болған жағдайларда кендерді алдын–ала өңдеудің көмекші әдістері ретінде қарастырылады.

Уран кендерін байытудың және жеткілікті бай және таза уран концентраттарын алудың негізгі әдісі (әдетте техникалық уран оксиді – U_3O_8) – уранды руда шикізатынан селективті шаймалаудан тұратын химиялық концентрация, содан кейін жеткілікті таза уран қосылыстарының ерітіндісінен селективті оқшаулау – уран химиялық концентраттары деп аталады.

Уранның химиялық концентраттарын алу мақсатында уран кендерін мұндай өңдеу қазіргі уақытта барлық жерде гидрометаллурлық әдіспен жүргізіледі, ол байытумен және термиялық өңдеумен салыстырғанда әмбебап тәсілдер болып табылады.

Гидрометаллургия – химиялық технологияның бір саласы. Ол металдар мен олардың қосылыстарын (бұл жағдайда уран) олардың құрамындағы шикі материалдардан алудың ылғалды тәсілдерін қамтиды. Бұл тікелей

радиометриялық, гравитациялық, флотациялық байытылған, кейде жоғары температурада өңделген немесе тіпті өндіріс қалдықтарынан алынған кендер немесе кен концентраттары болуы мүмкін.

Шаймалау процестерінің түрлері:

- уран кендерін қышқылмен шаймалау
- қысыммен қышқылды шаймалау
- қышқыл илеуді қолдану
- карбонатты шаймалау
- үйінді шаймалау
- бактериялық шаймалау

1.5.2 Қысыммен қышқылды шаймалау

Уран кендерін қысыммен күкірт қышқылымен шаймалау әдістерін жасау үлкен қызығушылық тудырады. Көріп отырғанымыздай, уранды кендерден шаймалау үшін күкірт қышқылының шығыны айтарлықтай. Бұл қымбат, әсіресе оның негізгі бөлігі пайдасыз және тіпті зиянды қоспаларды (мысалы, темір) шаймалауға жұмсалады. Қышқыл ағынының төмендеуіне оттегі қысымымен кенді шаймалау арқылы қол жеткізуге болады, бұл уран, темір және СЖЭ күрделі титанаттары бар Радиум Хилл кен орнының (Австралия) мысалында көрінеді.

Бұл процесті жүзеге асыруда жоғары температура (140 °С) және оттегі қысымының жоғарылауы да маңызды рөл атқарады. Аздап қышқыл орта Fe^{2+} тотығуына ықпал етеді, Fe^{3+} оттегімен бұл жағдайда төрт қабатты уранды қатты тотықтырады. Жоғары температураның әсерінен Темір сульфаты және басқа қоспалар терең гидролизденіп, тұнбаға түседі. Жалпы Процесс өте тиімді.

Мысалы, құрамында 4,4 % сульфидті күкірт және 0,17 % уран бар канадалық сульфидті уран кені 10 атм оттегі қысымындағы су суспензиясында уран арқылы 96, тіпті 98 % сілтіленеді. Кәдімгі әдіспен уран алу әлдеқайда төмен, күкірт қышқылы мен марганец диоксидінің шығыны өте жоғары және ерітінділер қоспалармен өте ластанған.

Осындай нәтижелер құрамында 0,5 % уран бар австралиялық Рам –Джунгли кен орны үшін де алынды.

Алайда, бұл әдіс әмбебап емес және уранның кейбір сульфидті кендеріне ғана қолданылатыны түсінікті.

1.5.3 Қышқылды араластыруды қолдану

Күкірт қышқылын шаймалаудың бір түрі–қышқылды илеу болып табылады, қазіргі уақытта АҚШ, Канада, Ұлыбритания және Жапонияда жұмыс істейді.

Дөрекі ұнтақталған дымқыл кен концентрацияланған күкірт қышқылымен араласады. Бұл қоспаны бірнеше сағат бойы ұстайды, содан кейін уран суды руда қабаты арқылы перколяциялау арқылы алынады. Бұл әдісті қолдану нәтижесінде қымбат ұсақ ұнтақтау қажет емес және уранға бай ерітінділер алынады.

Блинд–Ривер кен орнының (Канада) құрамында уран мөлшері 0,13 % болатын қышқылдық илеу кезінде 95 % уран шығарғанда және қышқылдың бірдей шығыны кезінде (үгіткіштерде кәдімгі шаймалау үшін де, қышқылдық илеу әдісі үшін де) тікелей өндірістік шығындарды үнемдеу 0,26 АҚШ долларын/кг U_3O_8 құрайды (қышқылдық илеу кезінде толық шығындар 2,6 АҚШ долларын/кг құрайды. U_3O_8 , қалыпты шаймалау кезінде 2,86 долларын/кг U_3O_8). Үнемдеуге негізінен шаймалау ұзақтығын қысқарту арқылы қол жеткізіледі. Қышқыл қоспасын пайдаланатын өнімділігі тәулігіне 3000 тонна зауыт құрылысына күрделі шығындар 8 млн., ал кәдімгі шаймалау жағдайында – 12 млн. Зауыттың амортизация мерзімі 7 жылға тең болса, үнемдеу 0 0,67 доллар/ кг U_3O_8 құрайды. Осылайша, шығындардың жалпы төмендеуі 1 долларға/ кг U_3O_8 тең болады деп күтуге болады.

Илеу әдісі тек соқыр өзен конгломераттарында ғана емес, сонымен қатар Оңтүстік Африка конгломераттарында да сыналды. Сынақтардың нәтижесінде Алтынды цианизацияламас бұрын уранның қолайлы экстракциясын алуға болады деп саналады. Жапонияда сазды уран минералдарын өңдеу үшін қыздырылған қышқыл илеуді қолдану мүмкіндігі зерттелуде, бұл қатты және сұйық бөлуді қиындатады, кейде әдеттегі шаймалау қиынға соғады. Бұл ретте уран шығаруды әдеттегі шаймалаумен салыстырғанда 4–15 %-ға арттыруға болатындығы анықталды.

1.5.4 Карбонатты шаймалау

Карбонат әдісін қолдану ауқымы. Екінші маңызды және кең таралған әдіс – карбонатты немесе сода шаймалау. Құрамында уран мен карбонаттар бар көптеген типтегі кендерді өңдеу кезінде (мысалы, кальций мен магний), қышқылды сілтілеу экономикалық тұрғыдан тиімсіз болған кезде, сілтілі металл карбонаттарының (негізінен натрий) ерітінділерімен ыдырау қолданылады.

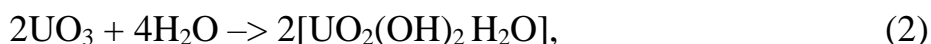
Карбонатты шаймалаудың физика – химиялық негіздері. Карбонатты шаймалау реакциясына негізделген.



Бұл жағдайда уран суда салыстырмалы түрде жақсы еритін күрделі қосылысқа – натрий трикарбонатуранилатына (немесе натрий-уранилтрикарбонатына) ауысады. Бұл реакцияны өткен ғасырдың ортасында Пелиго ашты. Осы реакция бойынша сода ерітіндісін қолдана отырып, барлық

шөгінді уран жыныстары, триоксид және моноуранаттар (тотығу күйдірілгеннен кейін) оңай ашылады.

Алайда, келтірілген жиынтық теңдеу уран триоксидін карбонатты ерітінділерде еріту процесінің күрделі сипатын көрсетпейді. Шындығында, процесс бірнеше аралық күрделі қосылыстар түзе отырып, біртіндеп жүреді. Болып жатқан өзгерістердің мәні реакция нәтижесінде алынған бастапқы моноаквадигидроксиуранилдегі OH^- және H_2O топтарын біртіндеп ауыстыру болып табылады



топ CO_3^{2-} . Бұл жағдайда уранилдің бейтарап кешені ішкі сферада карбонат ионы бар аниондық кешенге өтеді.

Карбонатты ортадағы уранның тотығуы. Уран диоксидінің карбонатты ортада еруін жеделдету үшін әртүрлі тотықтырғыштар мен катализаторлардың көп мөлшері зерттелді. Ең тиімдісі MnO_4^- , OCl^- , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, Hg^+ , Ag^+ болды. Молекулалық оттегі ең аз белсенділікті анықтады.

1.5.5 Қысыммен карбонатты шаймалау

Карбонатты шаймалаудың маңызды артықшылықтарының бірі – бұл процестің аппараттық дизайнын шешудің қарапайымдылығы, өйткені бұл жағдайда коррозиялық орта жоқ, ал қарапайым болат құрылғылар үшін материал ретінде қолданылады.

Сонымен қатар, бұл шаймалау әдісінің кемшіліктерін атап өткен жөн: кенді ұнтақтаудың үлкен дәрежесі қажет; сүзу қиынырақ; сода күкірт қышқылынан бір жарым есе қымбат; ерітінділерді өңдеу үшін экстракцияны қолдануға болмайды.

Жалпы, карбонатты шаймалау кезінде уран қышқылға қарағанда біршама нашар шығарылады. Алайда, қазіргі уақытта тотығу үшін катализаторларды сәтті таңдағанда және тиісті режимде уранды сода ерітіндісіне сенімді түрде қышқылмен шаймалау сияқты тиімді түрде алуға мүмкіндік беретін әдістер әзірленді, яғни 90–98 % дейін.

Карбонатты шаймалау процестерінің ең үлкен қарқындылығына жоғары дисперсті оттегі немесе қысымды ауа тотықтырғыш ретінде пайдаланылған кезде қол жеткізіледі. Температураның 120–130 °С дейін көтерілуі және катализатордың қосылуы уранның карбонатты ерітіндіге, тіпті өте қыңыр кендерден де жоғары өндірілуіне қол жеткізуге мүмкіндік береді. Кедей кендерді өңдеу және оларды салыстырмалы түрде аз ұнтақтау кезінде 3 – 10 сағат ішінде уран 90 – 98 % алынады.

1.5.6 Үйінді шаймалау

Перколяция принципі негізінен жүзеге асырылатын үйінді шаймалау әдісі кедей және баланстан тыс кендерден, сондай-ақ уран кенін байыту қалдықтарының ескі үйінділерінен уран алу үшін кеңінен қолданылады. Үйінді шаймалау құрамында 0,01–0,08 % уран бар кен материалдарын өндеуге жарамды деп саналады. Қазіргі нұсқада үйінді шаймалау процесі келесідей. Полиэтилен пленкамен жабылған арнайы дайындалған алаңға төселген биіктігі 10 м дейінгі кен қатарлары сорғымен берілетін күкірт қышқылының ерітіндісімен суарылады. Дренаж жүйесі бойынша алынған уран ерітінділері зумпфтарға түседі, олардан уранды сорбциялық алу үшін айдалады. Бұл ерітінділерде U_3O_8 мөлшері 0,1–0,5 г / л құрайды.

Уранды үймелі шаймалау АҚШ-тағы екі зауытта, сондай-ақ Португалияда және кейбір басқа елдерде қолданылады. АҚШ пен Португалиядағы қондырғылардың тәжірибесі көрсеткендей, мұндай әдіс уранның 80 % дейін радиометриялық сұрыптау қалдықтары сияқты нашар шикізаттан алады.

Соңғы уақытқа дейін үйінді шаймалау уран алудың қосымша әдісі ретінде қарастырылды. Қазіргі уақытта жетілдіруден кейін бұл әдіс кейбір уран зауыттарында негізгі әдіс ретінде қолданылады, мысалы, Мейболла, Вайоминг, АҚШ аймағындағы Homestead фирмасының зауыты немесе Аргентинадағы Лос-Адобс зауыты.

1.5.7 Бактериялық шаймалау

Кендерден уранды жер асты, үйінді және перколяциянды қалпына келтіруді күшейту әдісі ретінде бактериялық шаймалау үлкен қызығушылық тудырады. Кейбір жағдайларда натрий хлораты, марганец диоксиді және т.б. сияқты Бейорганикалық тотықтырғыштардың орнына тотықтырғыш ретінде пайдалы болуы мүмкін. автотрофты бактериялар өздерінің өмірлік белсенділігін қамтамасыз ету үшін энергия көзі ретінде қарапайым.

Бейорганикалық заттардың, соның ішінде күкірт немесе екі валентті темір қосылыстарының тотығу процестерін пайдаланады. Уран технологиясы үшін ең үлкен қызығушылық тнон темір бактериялары (*thiobacillus ferrooxidans*) – металл сульфидтерін, темір оксиді сульфатын, тиосульфаттарды, сондай – ақ элементар күкіртті тотықтыруға қабілетті диаметрі 0,25 мкм және ұзындығы 1 мкм бір жасушалы организмдер. Көптеген типтегі автотрофты бактериялар басқа тіршілік иелеріне улы ауыр металл иондарының қатысуымен қышқыл және тіпті өте қышқыл ортада өмір сүруге және дамуға бейімделген. Бактериялардың әр түрі үшін онтайлы даму шарттары бар және табиғи түрде оттегі қажет. Уран минералдарын бактериялық шаймалау процесі үшін ең жақсы температура 25–40 °С және рН = 1,8–3,5.

Процесті рН және тотығу–тотықсыздану потенциалы бойынша бақылау ыңғайлы, ол > 5 мВ болуы керек.

Бактериялық шаймалау ерітінділері арнайы бассейнде дайындалады, онда ауа беріледі және бактериялардың көмегімен Темірдің бір бөлігі тотыққа айналады. Содан кейін құрамында $Fe^{2+} \sim 0,2$ г/л және $Fe^{3+} \sim 2,0$ г/л бар рН = 2,5 – 2,9 ерітінділері сорғылармен ұңғымаларға айдалады, олар арқылы жер асты шаймалау кезінде кен қабатына немесе үйінді шаймалау кезінде суару жүйесіне түседі.

Уранды олардың өндірістік ерітінділерінен шығарғаннан кейін үшін бактериялық бассейнге қайтарылады регенерацин. Бактериялық шаймалау уран өндіру тәжірибесінде әлі кең тараған жоқ, бірақ өте перспективалы бағыт ретінде зертханалық, тәжірибелік–өнеркәсіптік және шағын өнеркәсіптік ауқымда табандылықпен зерттелуде. Канадалық Стэнрок кенішінің тәжірибесі көрсеткендей, құрамында 0,05 % уран бар кеннен уранды бактериялық шаймалау арқылы өндіру құны өте төмен және 7,8 доллар/кг - нан аспайды U3O8. Бактериялық шаймалау АҚШ, Австралия және т. б.

1.6 Мыңқұдық кенорны

Мыңқұдық кенорны өзі аттас кенді ауданының Кенце–Буденновск металлогениялық аймағының, кен орналасқан шебінің жақын ендік бөлімшесінің 65 км шамасында қабат тотығы аймағын алып жатыр. Кен орнының кенді бөлігі Уванас жолдары оңтүстік–батыс жағасына қарай, антиклинальды қиын жүйелі биіктіктерге дейін созылады.

Мыңқұдық кен аймағы Бетпақ – Дала үстіртінің батыс жағында орналасқан.

Өндірісте пайдаланылып жатқан кенорнының шығыс бөлімшесі оңтүстікте орналасқан өндіріс және транспортты орталықтармен (Шымкент, Тараз, Түркістан және т.б.) автомобиль жолдары арқылы байланысқан аймақтың солтүстік және солтүстік – шығыс бөлігіндегі қалалар мен елді мекендермен далалық жолдар арқылы байланысады. Кен аймағының шығыс жағымен Шымкент – Павлодар мұнайқұбыры өтеді.

Кенорнын 1973 жылы Волков экспедициясының № 27 партиясы ашты. Каро тотудан өндірілген бірінші бұрғыланған ұңғымада, тотығу аймағы шебінде, топырақ қабатының жоғарғы бор шөгінісі кесіндісінде, радиоактивті фон екі есе ғана артық болғандығы анықталады. Кейінгі детализациялық ұңғымадерден кондициялық кендену анықталды. 1973–1975 жылдарда кенді қабат шебінде, іздестіру – сараптау жұмыстары ізімен, кенорнының әжепкәуір масштабы (көлемі) анықталып, әуелі алдын–ала, ал 1977 жылдан бастап жеке іздестіру арқасында бекітілді. 1977–1979 жылдары кенорнының Шығыс бөлігінде "Южполиметалл" комбинатымен бірге отырып уранды жерасты сілтілендіру жөнінде тәжірбиелік жұмыстары сәтті аяқталып, бұл керемет объектінің өндірістік орны бар екенін түбегейлі анықтап берді. 1981 жылы

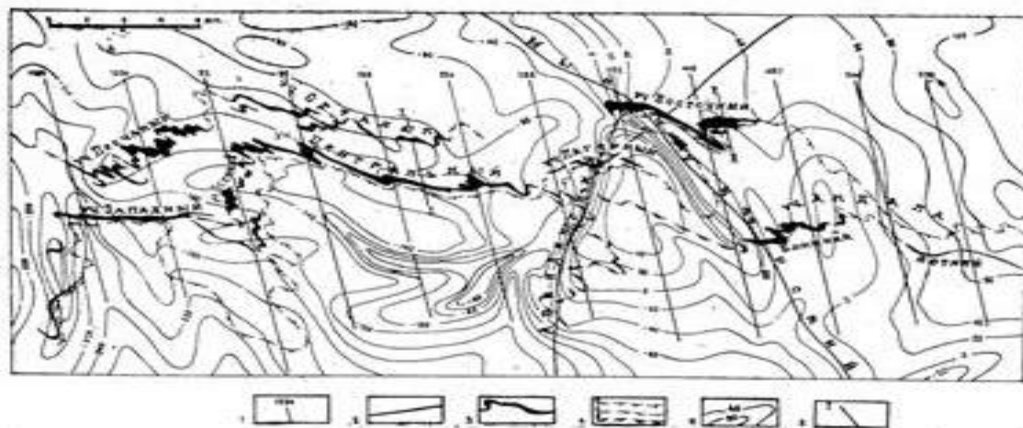
кенорнының қоры есептеліп, жоғары бағаға қорғалды. Қазіргі таңда кенорнын бөліп іздестіру аяқталды.

Мыңқұдық кенорнының ашылуы ең алғашқы күнделікті іздестіру жұмыстарында жаңа іздестіру концепцияларын енгізіп және дайындап уран кенденуінің аймақтағы тотығу қатының шебіне теңестірілуіне негізделді. Ол Шу–Сарысу кентурының қазіргі депрессиясымен және оны қоршаған биіктіктерге байланысты емес.

Кенорнында 2,5 млн. м бұрғылау ұңғымалары бұрғыланған кенді шебінің бор жиегінде жақын ендік бөлігі бірнеше шұғыл бұрылыс меридианға жақын бағыттағы бөлінеді. Ол кенденудің өзгеруіне, я болмаса оның морфологиясының қарама–қарсы өзгергенін көрсетеді.

Көрсетілген иілулер бірнеше кенді бөліктердің шекарасы болып есептеледі. Олар белгілі структуралық және стратиграфиялық орын алады. Мыңқұдық жазықтығында Шығыс, Лагерь, Орталық, Күздік және Батыс, Инқұдықта – Орталық және Құмды, Жалпақта – Ақдала кенді бөлімшелер оқшауланған бөлімдер жеке кенорны болып қарастырылады. Ал Шығыс, Орталық; Ақдала – ірі объектілер болып есептеледі.

Мыңқұдық Сарысу моноклизді платформо баурайында, брахианантиклиналды және "тұмсық құрылымды" төбешіктерден құралған. Бұл құрылымдар кенді аймақтың шығыс бөлігінде, ежелгі Тасты көтерілімнің солтүстік–батыс аумағында, пайдалы гипсометриялық белгілері бар бүтін көтерілген бүлен табанындағы жыныс қабаты бойынша Аранды ойпатының басқа бөліктерінен өзгешеленіп, биіктік деңгейлері табынды қабаттары бойынша 500 метрге дейін, жиектен 70 – 75 метрге дейін жетеді.



1 – Бұрғылау ұңғымаларының барлау нөмірлері және олардың нөмірлері; 2 – жарылғыш–флексуралық бұзылу аймақтары; 3 – уран – тау кен орындарының контурлары; 4 – көкжиектердегі БЖҚ шекаралары: А – Мыңқұдық, Б – инқұдық; в–жалпақ; 5–домезозой шөгінділерінің беткі изогипстері; 6–геологиялық қималардың сызықтары.

3 - сурет – Мыңқұдық кен орнының кенділік жоспары

1.6.1 Мыңқұдық геологиялық құрылымы

Мыңқұдық Сарысу моноклизді платформо баурайында, брахианантиклиналды және "тұмсық құрылымды" төбешіктерден құралған. Бұл құрылымдар кенді аймақтың шығыс бөлігінде, ежелгі Тасты көтерілімнің солтүстік–батыс аумағында, пайдалы гипсометриялық белгілері бар бүтін көтерілген бүлен табанындағы жыныс қабаты бойынша Аранды ойпатының басқа бөліктерінен өзгешеленіп, биіктік деңгейлері табынды қабаттары бойынша 500 метрге дейін, жиектен 70 – 75 метрге дейін жетеді. Мыңшұңқыр ойындысында солтүстік–батыс аумағында жіңішке ойпаңдармен көтеріңкі бүлен екіге бөлінеді. Ойыстың солтүстік–шығысына қарай, өте жайпақ дұрыс емес формалы төбешікте кенорнының Шығыс бөлімшесі орналасқан. Мыңшұңқыр және Аранды ойыстарының сүйір шоқшалы бүлендер арасында, батысырақ Лагерь брахианантиклиналды құрылым, солтүстік бөлігінде аттас кенді бөлімшеге жалғасқан. Шығыстағы көтеріңкі бөлікте оңтүстік баурайында кенді Ақдала бөлімшесі орналасқан. Көтеріңкі бөлікке сазды қабаттың қатпарларының қысқарылуы тән, ол аталған кенорнының құрылымының конседиментациялар, тұрандағы және анондағы шөгінді жыныстардың түрлеріне әсер етіп, үлкен бұзылуы өзгерістер пайда болды. Мезозой–кайнозой шөгінділерінде өте үлкен жарылымдар ПСЭ – нің төселген қабаттарына дейін болғандығы белгелі. Жарылымдар барлық жағдайда да қима бойынша жоғарыға қарай төмендейді: егер мыңқұдық жиегінде қабаттардың кенет ойысынан білінсе, солардың ауысуы бойынша үзілуінен көрінсе, ал жоғары жатқан қабаттарда, палеоген қабатында, олар қабаттардың өте жалпақтығы білінеді. Неоген шөгінділерінде бұзылу ажырау көрсетілмеген.

1.7 Уранды өндіру технологиялары

Қазіргі уақытта уран әдетте үш жолмен өндіріледі:

- карьер қазу;
- жерасты өндіру;
- ұңғымадағы жер асты шаймалау (ЖАШ).

Көбінесе (әсіресе бұрын) уран ашық карьерлерде өндірілген. Мысал ретінде Ақтау кенішін келтіруге болады (Қазақстан). Ұзындығы 17–3 км болатын карьер жылына 650 тонна уран өндіруді қамтамасыз етеді. Мұндай карьерлер қоршаған ортаға – олардың рекультивациясына айтарлықтай зиян келтіредііс жүзінде мүмкін емес. Краснокаменскіде де бір кездері ашық карьерде уран өндірілген. Бұл туралы 1975 жылы Краснокаменск маңындағы Тулукуевский карьеріне барған геолог Валентин Каменский былай деп есіне алды: табиғаты бойынша қалыңдығы 5 м, ұзындығы 25 м, құрамында ураны өте жоғары үлкен қара–күлгін руда түйіндері орналасқан. Осы қара күлгін линзалардың айналасында қалыңдығы 3 м болатын тағы бір ашық сары жиек болды. Мен бұл уран слюдасы екенін түсіндім. Экскаватор ілгері жылжып, шелекпен карьердің қабырғаларын түсіре бастады, осы қара күлгін линзаға

жетті. Мен оның бұл линзаны қалай таңдайтынын, оны Белазға жүктеп жатқанын көрдім. Бұл кезде ашық сары жиек оянып, өте радиоактивті қорқынышты шаң көтеріледі.

1.8 Жерасты шаймалау процесі

Жерастылық шаймалау (ЖШ) – жаңа, үдемелі әдіс, қазіргі кезде уран өндіруде Қазақстанда кеңінен қолданылады. Жер асты шаймалау технологиясы (ISL) айдау және пайдалану ұңғымаларына негізделген циклдік процесті қамтиды, мұнда шаймалау айдау ұңғымалары арқылы құрамында минералдары бар рудаға айдалады және еріген минералдар пайдалану ұңғымалары арқылы алынады. Осыдан кейін минералдар шайылып, металдар байыту фабрикасындағы экстракцияланған байытылған ерітіндіден алынады және байытылған байытылған ерітінді одан әрі шаймалау үшін қайтадан кендерге айдалады.

Экономикалық рентабельділікке сүйене отырып, кенді кен орнының геометриялық пішініне байланысты ұңғымалардың орналасуының нақты түрлерін таңдауға болады. Ұңғымалардың ең көп қолданылатын схемалары – 7 нүктелі (алтыбұрышты) және 9 нүктелі (сызықтық) типтер (Шаяхметов және т.б., 2020).

Бұл әдіс аз уақыттың ішінде жер қабығы сылбырланған аймақтың өтімді тау жыныстарында жататын гидротекті кенорындарында зерттеулердің, жасақтап игерудің және өнеркәсіпке енгізудің барлық сатыларынан өтті. Бұндағы кен денелерін ашу мен дайындау және уранды өндіру ұңғыма арқылы жүзеге асырылды. Жоғарыда жерасты шаймалау әдісі туралы айтылған. Бұл әдістің дәстүрлі кенді алу және зауытта өңдеу әдістерімен салыстырғанда артықшылығы бар, ол уран өндірісінің бағасын төмендетеді және ураны бар шикізатты толық қолдануға мүмкіндік береді. Уран кендерін оның жатқан жерінде өңдеуде, қоршаған орта уран ыдырағанда түзілетін табиғи радиоактивті элементтермен ластанбайды және уран зауытынан шыққан сұйық, қатты заттарды сақтайтын жер қажет болмайды. Жерасты өңдеу мен кенді зауытқа жеткізу алынған уранның жалпы бағасының 40 % – ын құрайды, ал жер асты шаймалау шығыны мен алынған өнім ерітіндісін уран зауытына айдау 5 %-дан аспайды (уран бағасынан). Американдық «Юта констракшн энд майнинг» фирмасының мәліметі бойынша, жерасты шаймалау әдісімен уран алуға кеткен шығын кенді ашық әдіспен өңдеуге кеткен шығыннан бірнеше рет көп болады. Шаймалауды бірінші жағдайда жер астындағы блокта жүргізеді, кенді алдын – ала қопарылыс жасау арқылы ұқсайды. Блоктар күкірт қышқылымен себелендіріледі. Екінші жағдайда күкірт қышқылының ерітіндісі жоғарыдан саңылау арқылы беріледі, ал құрамында ураны бар ерітінді аэролифпен, сорғышпен жабдықталған саңылау арқылы сыртқа шығарылады. Сыртқа шыққан ерітіндіден уранды сорбция–экстракциялық технологиясының көмегімен бөліп алады, одан шыққан ертінділер шаймалану үшін қайта

қолданылады. Жерасты шаймалау арқылы уранды алу үрдісіндегі қымбат өндірістік операцияларды: мысалы, жер астындағы блоктан кенді жер бетіне шығару, ұсақтау және кенді байыту, қалдықтарды тасымалдау және қоймаларда сақтауды және т.б. жүргізбеуге болады. Қиын орындалатын жұмыстар мен қымбат операцияларды қысқарту арқылы алынған металдың бағасы төмендетіледі. Жерасты шаймалау жабылуға ұсынылған кен орынында қолданылады, Басқа жәй әдіспен уранды өндіруге болмайтын болғандықтан, қалған кенде уран қалып қойса да осы әдіске көп көңіл бөлінеді. Уран кеніші жерасты шаймалау шет елде де қолданылады. АҚШ – та, Канадада, Францияда бірнеше жылдан бері уранды қабатты және таулы кендерден шаймалайды. 1970 жылы америкалық «Анаконда» атты фирмада уранды құмды бос кеннен «жерасты шаймалау» арқылы бөліп алады. Америкалық «Пинэкл эксплорейшн» фирмасы теңіз бетінен 3100 м биіктікте орналасқан Ганнисонда (Колорадо штаты) уранды жерасты шаймалау арқылы алады. Негізгі минерал кені – настуран көмірлі әктаспен араласқан, сондықтан шаймалау реагент ретінде кенді суды пайдаланады. Оған соданы қосып, өнімдік ерітіндідегі уранның мөлшерін 120 мг/л-ге дейін көбейтеді. Кейін содалық ерітіндіні және ауамен аэрациялауды қолдануға көшті. Уранды сорбциялаудан шыққан қайтымды ерітіндіні жерасты шаймалауға қайта жібереді.

Қазіргі кезде уранның жерасты шаймалау технологиясын жетілдіру жұмыстары әр елде жүргізілуде.

Металдарды жер асты шаймалау бірқатар артықшылықтары бар кен орындарын өндіру тәсілі. Оларға мыналар жатады:

- табиғи ландшафтты сақтау (карьер түріндегі қазба жұмыстарының болмауы, эфелейді құммен жуу);
- тікелей байланыс жоқ пайдалану процесінде тұқыммен жұмыс, ол жарақат туралы білімдерін қалыптастыру сол өндірістік жағдайлар;
- өндірістік циклдегі технологиялықтардан басқа перациялар(кенді өндіру, оны өңдеу зауытына тасымалдау, ұсақтау, ұнтақтау, байыту, гидрометаллургиялық өңдеу концентраттар);
- күрделі шығындарды азайту шахтаның құрылысы кезінде 2–4 рет;
- борттық мазмұнды азайту кәсіпорынның минералдық–шикізаттық базасын арттыратын металдар;
- Бастапқы концентрациясы бар төмен бағамен металдарды ілеспе өндіруді ұйымдастыру мүмкіндігі.

1.9 Қабырғалық жыныстардың жерасты шаймалау кезіндегі әрекеті

Шаймалау ерітіндісінің концентрациясы мен құрамына, сонымен қатар кеннің құрамына байланысты бірқатар металдар өнімді ерітіндіге өтеді.

Мәліметтері бойынша кварц пен қатты битум күкірт қышқылында ерімейді (бір мезгілде кварц күкірт қышқылымен аздап гидратталған!); ПШ, саз, гидрослюдалар аз ериді; карбонаттар, лимонит, хлорит, биотит, эпидот

ериді. Сульфидтер іс жүзінде қышқылда ерімейді, глинозем қышқылда нашар ериді (бар болғаны 1 – 3 %); гематит қиындықпен ериді, сидерит, апатит және карбонаттар толығымен ериді (гипстің тұндыруымен!); карбонаттар еріген кезде бөлінген CO_2 , Fe, Mg, Ca карбонаттарын және уран кендерін ерітіп, еритін көмірсутектер мен уранилкарбонат кешендерін түзе алады).

Әртүрлі минералдардың қышқыл ерітінділермен шаймаға төзімділігі әр түрлі болады. Осылайша, уранмен бірге рН процесінде тек сілтілі және сілтілі жер металдары ғана емес, сонымен қатар гель түрінде жеткілікті қарқынды миграцияланатын темір, алюминий, кремний де шаймаланады. Осылайша, кварцит кремний қышқылының органикалық қышқылдардағы пептизациясы және кейіннен қайта тұндыру өнімі болып табылады.

Әдеби шолу бойынша қорытынды

Қазақстан уран өндірісін бойынша әлемде бірінші орынды алады.

Кварцты уран кендерін шаймалау үшін жерасты күкіртқышқылды шаймалау тиімді болып табылатындығы анықталды. Дегенмен, жерасты шаймалау кезінде бос жыныстағы көп компоненттер күкірт қышқылымен өзара әрекеттесіп, кольматация процесі жүреді, яғни қатты ерімейтін қосылыстар, тұнбалар түсіп, уранқұрамды өнімді ерітіндінің түзілуін және оны кері сорып алынуын тежейді, ал кейбір кезде уран өндірісін мүлдем тоқтауына алып келеді. Осы процесті болдырмау үшін арнайы химиялық реагенттерді қоса отырып, жерасты шаймалауды жүргізу керектігі анықталды.

Диплом жұмысында аммоний бифторидін пайдалану арқылы зерттеулерді жүргізу бағыты таңдалды.

2 Эксперименттік бөлім

2.1 Материалдар мен жабдықтар

Тәжірибелік жұмысты орындау кезінде келесі реагенттер мен заттар пайдаланылды:

- аммоний бифториді – NH_4HF_2 ;
- тұз қышқылы – HCl ;
- күкірт қышқылы H_2SO_4 тығыздығы 1,84 г/л;
- Мыңқұдық кен орнының қабат суы;
- Мыңқұдық кен орнындағы қиыршық тас;
- поливинилхлорид (ПВХ);
- қышқылға төзімді қиыршық тас (фракция мөлшері 2–5 мм);
- кремний диоксиді SiO_2 – 98 %;
- реагент беруге арналған қондырғы;
- SF–103 маркалы спектрофотометрлер;
- I–150 маркалы рН–метрлер.

Зерттеулер Мыңқұдық кенорынында жасалған.

Мыңқұдық кен орны жоғарғы бордың су өткізгіш сулы горизонттарында аймақтық тотықтырғыш руданы реттейтін аудандастырудың дамуымен байланысты уран қабаты–инfiltrациялық кен орындарының геологиялық–өндірістік түріне жатады. Ол қабаттың тотығуының рудалы фронттарының ендікке жақын бөлігімен шектеледі, жалпы алғанда, ол жоспардағы кен шөгінділерінің қарапайым морфологиясымен және олардың соғу бойымен контурларының консистенциясымен сипатталады.

Негізгі руданы реттейтін фактор – уранның минералдануын қабаттың тотығу аймағының шекарасына дейін шектеу. Кейінгі бор шөгінділерінің учаскесінде эпигенетикалық тотығу екі қалың көпқабатты коллекторлық аймақтар түрінде дамиды; төменгі және жоғарғы. Төменгі аймақ Мыңқұдық пен Іңқұдық көкжиектерімен, ал жоғарғы бөлігі Жалпақ горизонтымен шектеледі. Мыңқұдық кен орнында тауарлық минералдану тек жерасты тотығудың төменгі аймағымен байланысты. Төменгі аймақтан сыналану жыныстардың әртүрлі қалпына келтіру қабілетіне және горизонттардың біркелкі емес өткізгіштігіне байланысты кесіндіде сатылы сипатқа ие. Төменгі аймақ Мыңқұдық көкжиегінде осындай үшкір төбешік құрайды. Сонымен қатар төменгі горизонтта оның жоғары өткізгіштігіне байланысты тотығу аймағының тәуелсіз шығыңқы тілі оқшауланады, онымен Орталық аймақта минералдану байланысты. Одан әрі солтүстік–батысқа қарай Мыңқұдық горизонтының жоғарғы бөлігінде дамуын жалғастырып, Іңқұдық горизонтында, ортаңғы бөлігінде Мыңқұдық горизонтындағы тотығу шекарасынан әртүрлі қашықтықта сыналады. Мыңқұдық кен орнының шығыстан батысқа қарай ұзындығы шамамен 100 км, ал солтүстіктен оңтүстікке қарай 30 км. Кен орнының шығыс шекарасы 816 профиль аймағында өтеді, онда кенді фронт солтүстікке қарай күрт бұрылып, меридианалды бағытқа жақын болады. Батыста кен орнының кенді жолағы Орталық құрылымның оңтүстік шетінде

орнатылған үзіліспен бөлінген, оны айналып өтіп кенді фронт меридианалды бағытқа ие болады.

Кен орнында тотығудың рудалы фронтының ендікке жақын аймақтары не минералданудың үзілуіне, не соңғысының параметрлерінің төмендеуіне сәйкес келетін бірнеше ірі жақын меридиандық иілулермен бөлінген. Кенді топтаманың бұл құрылымы кен орнында (шығыстан батысқа қарай) бірнеше тәуелсіз учаскелердің бөлінуіне байланысты: Шығыс, Лагерный, Орталық, Күздік, Западный кенді белдеуде Мыңқұдық көкжиегімен, ал Орталық пен Песчаны Інқұдық көкжиегімен шектеледі. Таңдалған учаскелер олардың ішінде орналасқан бір немесе бірнеше кен орындарынан тұрады және өнімді кабаттардың белгілі бір бөлігінде тұрақты түрде шектелумен сипатталады.

Ұңғыманы жасау. Таңдалған ұңғыманың схемасына қарамастан, белгілі бір блоктағы тау–кен өндірісі пайдалану ұңғымасындағы минералдың орташа концентрациясы қажетті өндіру және өндірудің рентабельділігімен анықталған белгілі бір деңгейден төмендеген кезде тоқтатылады (Аликулов, 2011). Алайда, бұл технологиялық блок толығымен жасалған дегенді білдірмейді. Көптеген жағдайларда тау–кен процесінде тоқырау деп аталатын аймақтар пайда болады. Тоқырау аймағы–бұл қатты минералдар шаймалағышпен байланысқа түспейтін, сондықтан ерімейтін болып қалатын аймақ, бұл минералдардың шығарылуының төмендеуіне әкеледі. Тоқырау аймақтарынан уранды алу үшін арнайы әдістерді қолдануға болады. Технологиялық ұңғымаларды салуға қойылатын негізгі талаптар келесі іргелі мәселелермен көрсетілген:

- ұңғымаларды салу мерзімдерін сақтау;
- «Ұңғымаларды салу және игеру ережесіне» сәйкес ұңғымаларды салу

Оңтайлы аралық аралық қашықтықтар ҰАК, Қазатомөнеркәсіпте қолданылатын әдістеме бойынша анықталады және мына формула бойынша есептеледі:

$$R_o = \frac{1.157 * K_{\phi} * (S_n + S_o) * \ln(\ln \frac{R_1}{R_c})}{10^2 * K_n * V_{\phi}} \quad (1)$$

K_{ϕ} – горизонттың кен бөлігіндегі сүзілу коэффициенті, м/тәу;

K_n – тиімді кеуектілік коэффициенті;

R_o – оптималды ұяшық радиусы, м;

R_c – технологиялық ұңғыманың радиусы, м;

S_o – айдау ұңғымаларында су тарту, м.;

S_n – айдау ұңғымаларында сығымдау, м.;

V_{ϕ} – технологиялық ерітінділердің сүзілу жылдамдығы м/тәу

Кесте 9 – Геологиялық блоктар үшін ұңғымааралық қашықтықтарды есептеу нәтижелері

Ұңғыма аралық қашықтықтар	бірлік өлшемдер	Геологиялық блок
		52–53, 53–55, 54–55, 10–54, 55–56–1, 55–56–2, 55–56–3, 56–3, 56–2, 56–1, 56–4, 56–5, 56–6
Ro	м	45

Жоспар бойынша ұңғыма сағасынан 4 метрге дейінгі ұңғыманың стандартты ауытқуын ескере отырып, радиусы 45 м формалды желі жобаланады, С1 және С2 санатындағы қоры бар геологиялық блоктардың шекарасында орналасқан және кен орындарының қанат бөлігі 40 м радиусымен жобаланған.

Аммоний бифториді

Аммоний бифториді кольматация процесін тоқтату және алдын алу мақсатымен қолданылды.

NH_4HF_2 – түссіз, иіссіз кристалды зат. Құрылымы бойынша сілтілі металл гидрофторидтеріне ұқсас ромб тәрізді кристалдық тор түзеді.

Бірақ NH_4^+ топтары фтор атомымен сутегімен байланысқан және суда, сусыз HF және фтор қышқылында жақсы ериді.

Органикалық еріткіштерде гидрофторидтің ерігіштігі суға қарағанда әлдеқайда төмен, сондықтан олардың көпшілігінде оны сулы ерітінділерден тұздауға болады. NH_4HF_2 –ге тән химиялық реакциялар екі топқа бөлінеді: қосу реакциялары және фторлау реакциялары.



Сұйық HF – күшті иондаушы еріткіш.

Кесте 10 – Аммоний бифторидінің қасиеттері

Атауы	Аммоний гидрофториді
Дәстүрлі атауы	Қышқыл фтористі аммоний
Химиялық формуласы	$\text{NH}_4(\text{HF}_2)$
Физикалық қасиеттері	
Түсі	Түссіз кристалдар
Молярлық салмағы	57,04 г/ моль
Тығыздығы	1,50; 1,505 г/см ³
Атауы	Аммоний гидрофториді
Термиялық қасиеттері	

Балқу температурасы	126,45 °С
Қайнау температурасы	238 °С
Молярлы жылу сыйымдылығы	106,6 Дж/(моль·К)
Түзілу энтальпиясы	–804 кДж/моль
Химиялық қасиеттері	
Суда ерігіштігі	60,1520; 292,780 г/100 мл
Қауіптілігі	
Улылығы	ШРК 0,5 мг/м ³

2.2 Жерасты шаймалау кезіндегі колматация

Кольматация бойынша келесі түрлері бар:

- химиялық (кеуектердегі шөгінділердің түзілуі);
- газ (қысымдағы СО₂ көпіршіктері);
- ион алмасу (органикалық заттар мен саздар болған кезде кеуектер мөлшерінің өзгеруі – карбонатты ерітінділері бар НР үшін тән);
- механикалық (суспензиялар).

Газдың кольматациясы тау жынысындағы қышқылдың немесе көп мөлшерде карбонаттардың концентрациясы жоғарылағанда пайда болады. Газдың бітелуін болдырмау үшін «жұмсақ» қышқылдандыру режимі ұсынылады (алдымен жоғары сұйылтылған ерітінділермен, содан кейін қышқыл концентрациясының біртіндеп жоғарылауымен).



Қышқыл ерітінділерде ион алмасудың бітелуі дерлік жоқ (карбонат ерітінділері гельдердің пайда болуымен саздың пептизациясына ықпал етеді мысалы, каолиннің пептизациясының шыңы рН = 9–9,5 кезінде байқалады). Ион алмастырғыштың бітелуін болдырмау үшін электролиттердің қоспаларын сазды коагуляторларды енгізу ұсынылады.

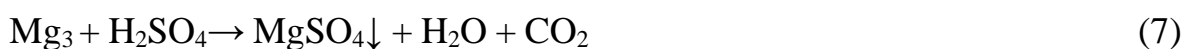
Механикалық кольматация – суспензиялармен жұқа тесіктердің бітелуі қайтымсыз және «лас» ерітінділермен ілгерілейді! Оның даму мүмкіндігі $\eta = D_{av}/d_{av}$ параметрімен анықталады, мұндағы D_{av} – орташа тесік диаметрі, d_{av} – суспензия бөлшектерінің орташа диаметрі. $\eta > 5-6$ кезінде кольматация жоқ (кеуектер арқылы өту), $\eta < 5-6$ – бітелу! Механикалық кольматацияны

болдырмау үшін қысымды төмендету, ерітінділерді суспензиялардан тазарту, мезгіл–мезгіл ұңғымаларды сору және кері айналдыру ұсынылады.

Қышқылдың тең концентрациясында химиялық кольтматация неғұрлым күшті болса, ерітіндіде Fe, Al, U және басқа элементтер бар, олардың қосылыстары рН жоғарылауымен тұнбаға түседі; оның үстіне тау жыныстарында карбонаттар болса, гипстің бітелуі мүмкін, бірақ U карбонатты кешендердің түзілуіне байланысты тұнбаға түспейді.

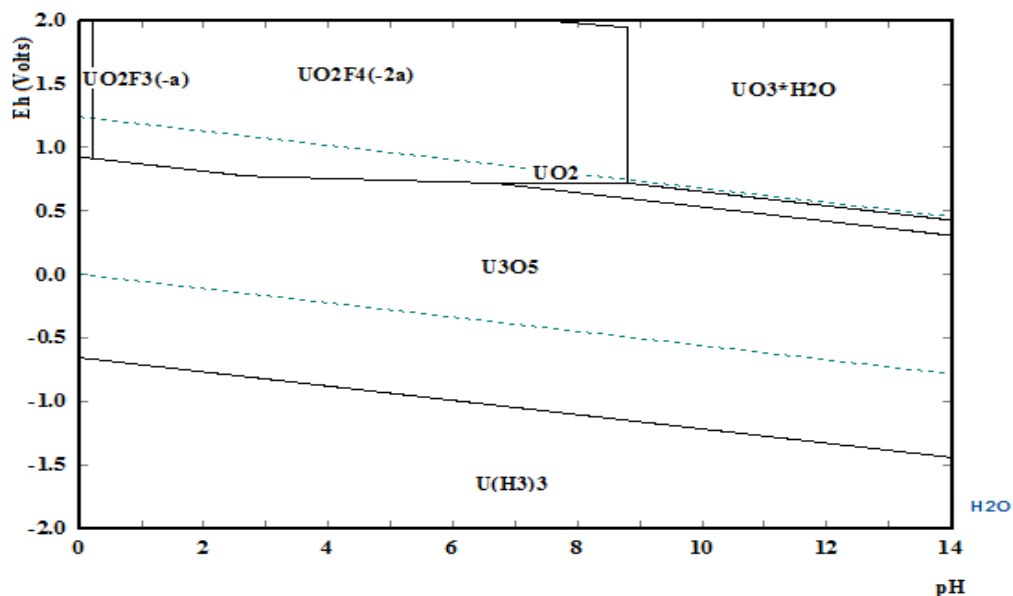
Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, реагентті беру режимі және оның құрамы оңай тұнбаға түсетін қосылыстары бар ерітінділерді айдау ұңғымаларына бір мезгілде жақындауды болдырмауы керек. Мысалы, «қатты» қышқылданған (40 – 50 г/л H₂SO₄) құрамында карбонаты жоғары (2,5 % CO₂) тау жыныстарында Ca, Al және Fe қосылыстарымен кольтматация байқалады, ал «жұмсақ» қышқылдану кезінде (бастапқы концентрация). 5–7 г/л, біртіндеп 25–30 г/л дейін арттыру) – кольтматация жоқ!

Fe(OH)₃ және Al(OH)₃ зольдері Fe³⁺ және Al³⁺ тұздарымен оңай пептизацияланатыны белгілі; қышқылдық ерітінділерді одан әрі ілгерілету арқылы ол оңай пептизацияланады, содан кейін қайта ерітіледі. Қауіпті тек тесіктердің толық бітелуі болып табылады, өйткені. бұл жағдайда деколмация жылдамдығы шамалы. НР компаниясының өнімді шешімдерінде әдетте тек 2 – 5 г/л Fe³⁺ және 1–6 г/л Al³⁺ болады. Al(OH)₃ және Fe(OH)₃ тұнбаларын бейтараптандыру кезінде оның ылғалдылығы 95 %-дан жоғары емес, сондықтан ерітінді концентрациясы 26 г/л Fe³⁺ немесе 17 г/л Al³⁺ кезінде тұнба ерітіндінің барлық көлемін ала алмайды. Демек, Al(OH)₃ және Fe(OH)₃ кеуектерінің толық бітелуі бейтараптандыру орнында (яғни, сілтілі тосқауылда) болмайды, бірақ механикалық сипатқа ие және үлкен бөлшектері бар суспензиялардың түзілуі кезінде пайда болады. өлшемі.



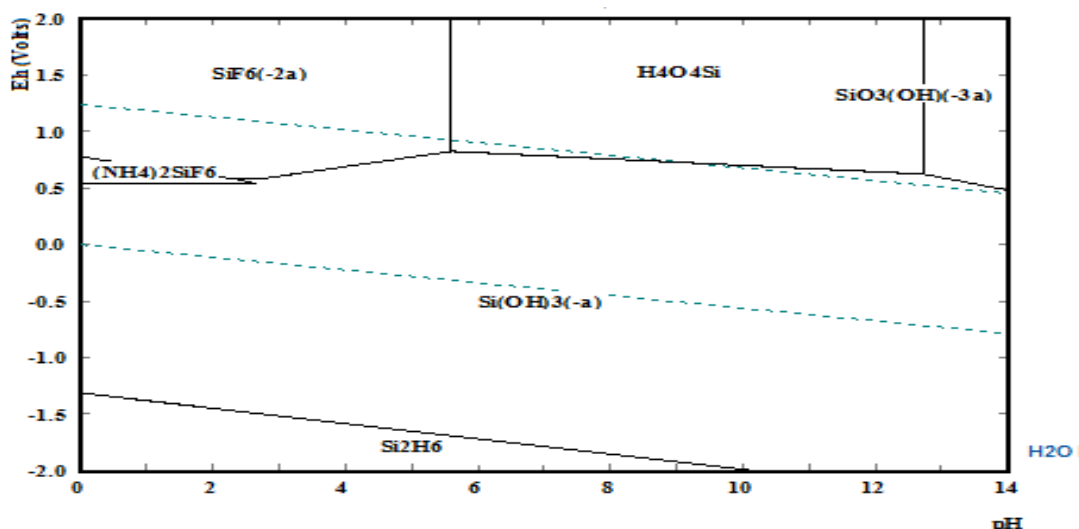
2.3 Уранды шаймалау процесінің термодинамикалық талдауы

Жерасты ұңғымалы шаймалау кезінде уран және бос кендегі негізгі минералдардың күкірт қышқылымен өзара әрекеттесулерін сипаттау үшін арнайы Chemistry5 бағдарламасымен термодинамикалық талдаулар жүргіздің, соның ішінде U-S-N-F-H₂O



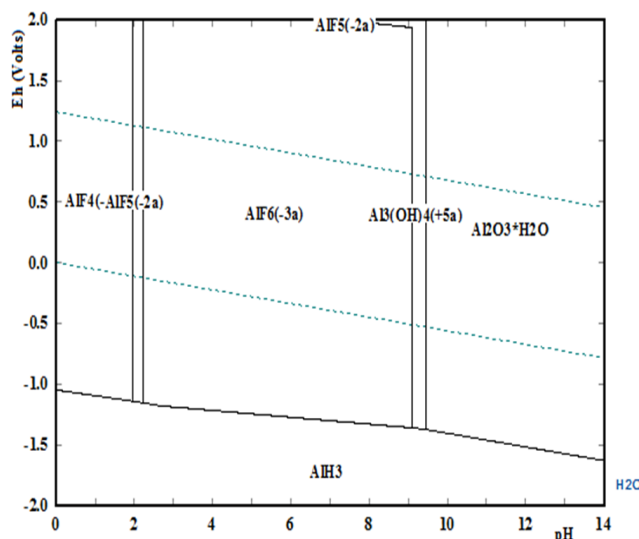
5 - сурет – Пурбэ диаграммасы U – S – N – F – H₂O жүйесі

5 – суретте Пурбэ диаграммасы U – S – N – F – H₂O жүйесінде рН: 0 - 0,25, Eh: 0,9 - 2 аралығында [UO₂F₃]⁻; рН: 0,25 - 8,8, Eh: 0,8 - 2 облысында [UO₂F₄]²⁻ ионды кешенді қосылыстары түзіледі. Ал рН: 8,8 - 14 аралығында UO₃*H₂O түзіледі. Қалған облыстарда потенциалы 0,75 - тен төмен болғанда, U – S – N – F – H₂O жүйесінің рН: 0 - 14 аралығында келесідей конденциядағы фазалар томен болады: U(H₃), U₃O₅ және UO₂.



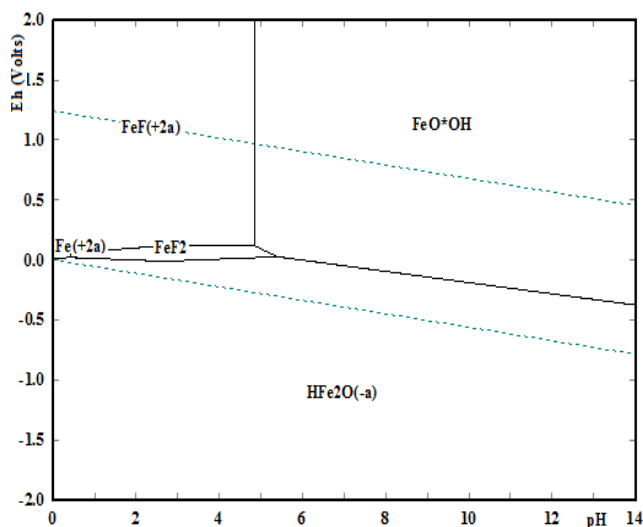
6 - сурет – Пурбэ диаграммасы Si – N – F – H₂O жүйесі

6 – суретте Пурбэ диаграммасы Si – N – F – H₂O жүйесінде рН: 0 – 3, Eh: 0,5 - 0,75 аралығында (NH₄)₂SiF₆; рН: 0.6 - 6, Eh: 0,5 - 2 облысында [SiF₆]²⁻ ионды қосылысы түзіледі. Ал рН: 5,8 - 14, Eh: 0,5 - 2 аралығында H₄O₄Si және SiO₃(OH)³⁻ ионды қосылыстары түзіледі. Қалған облыстарда потенциалы 0,5–тен төмен болғанда, Si – N – F – H₂O жүйесінің рН: 0 - 14 аралығында фазалары төмен болады: Si(OH)₃⁻, Si₂H₆.



7 - сурет – Пурбэ диаграммасы Al – Si – N – F – H₂O жүйесі

7 – суретте Пурбэ диаграммасы Al – Si – N – F – H₂O жүйесінде рН: 0 - 14, Eh: 0,9 - 2 аралығында жоғары болғанда: AlF₄[AlF₅]²⁻, [AlF₆]³⁻, [Al₃(OH)₄]⁵⁺ және Al₂O₃*H₂O. Келесі рН: 0 - 14, Eh: -0,9 - 2 облысында AlH₃ ионды қосылыс түзіледі.



8 - сурет – Пурбэ диаграмма Fe – Si – N – F – H₂O жүйесі

8 – суретте Пурбэ диаграмма Fe – Si – N – F – H₂O жүйесінде рН: 0 - 5, Eh: 0 - 2 аралығында [FeF]²⁺; рН: 5 - 14, Eh: 0,2 - 2 облысында FeO*OH ионды қосылыс түзілді. Қалған облыстарда потенциалы 0–ден төмен болғанда, U – S – N – F – H₂O жүйесінің рН: 0 - 14 [HFe₂O]⁻, [Fe]²⁺ және FeF₂.

Кеннің негізгі компоненттерінің аммоний бифторидімен әрекеттесуінің Гиббс энергиясының есептелген мәндері аталған мүмкін болатын реакциялардың барлығы 10–30 ° С аймағында металл фторидтері мен флюораттардың түзілуімен өздігінен жүретінін 11 - Кестеде көрсетеді.

Кесте 11 – Негізгі компоненттерінің аммоний бифториді және Гиббс энергиясының мәндері

№	Реакция	ΔG° кДж/моль		
		10 °С	20 °С	30 °С
1	U ₃ O ₈ + 8NH ₄ F·HF = UF ₄ + 2UO ₂ F ₂ + 4H ₂ O + 8NH ₄ F	-135,20	-136,11	-137,05
2	UO ₃ + 2NH ₄ F·HF = UO ₂ F ₂ + 2NH ₄ F + H ₂ O	-50,43	-50,74	-50,91
3	UO ₂ + 4NH ₄ F·HF = UF ₄ + 4NH ₄ F + 2H ₂ O	-78,39	-78,92	-79,35
4	Al ₂ O ₃ + 6NH ₄ F·HF = 2(NH ₄) ₃ AlF ₆ + 3H ₂ O	-161,79	-172,50	-183,69
5	CaO + NH ₄ F·HF = CaF ₂ + H ₂ O + NH ₃ ↑	-196,61	-198,33	-199,78
6	FeO + NH ₄ F·HF = FeF ₂ + H ₂ O + NH ₃ ↑	-45,56	-47,38	-50,72
7	Fe ₂ O ₃ + 3NH ₄ F·HF = (NH ₄) ₃ FeF ₆ + 3H ₂ O	-190,33	-192,67	-193,98
8	MgO + NH ₄ F·HF = MgF ₂ + H ₂ O + NH ₃ ↑	-123,90	-125,41	-127,61
9	CaCO ₃ + NH ₄ F·HF = CaF ₂ + CO ₂ + H ₂ O + NH ₃ ↑	-61,05	-64,13	-68,15

Колматацияны болдырмау сынақтарын жүргізу және бақылау үшін әртүрлі технологиялық блоктардан әртүрлі технологиялық ұңғымалар таңдалды. Сынақтың өзі 3 - кезеңде жүргізілді, оның мәні аммоний бифторидінің әртүрлі концентрациясын бақылау және ШРК арттыру болды.

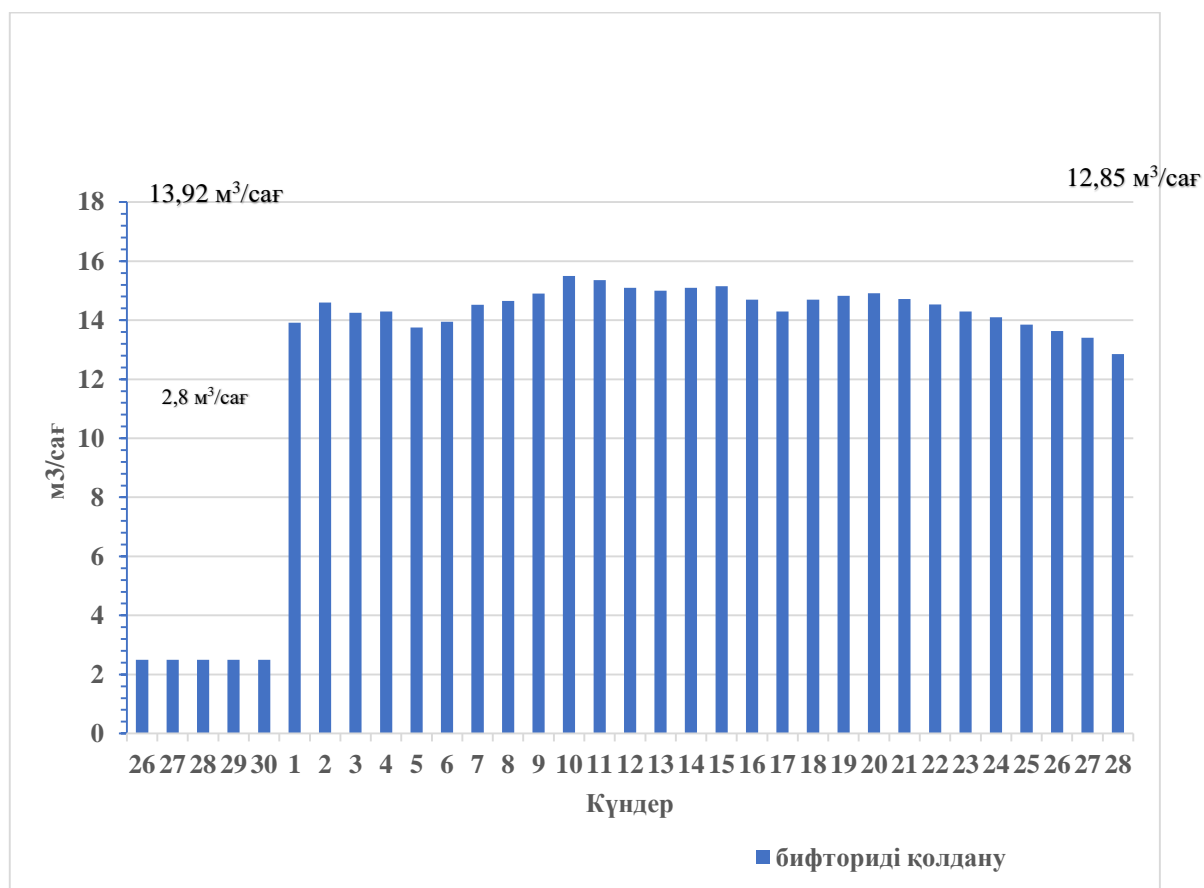
1 кезең – АБФ концентрациясы 23 г/дм³ және күкірт қышқылының концентрациясы 40 г/дм³ ерітінді 10 ұңғыма өңделді. Ерітіндідегі БФА берілген концентрациясында жүргізілген тәжірибелік жұмыстардың нәтижесінде келесі технологиялық көрсеткіштерге қол жеткізілді: Ұңғымаларды іске қосқаннан кейін 24 сағаттан кейін 3 айдау ұңғымасының орташа дебиті БФА ерітіндісімен өңдеуге дейінгі дебитпен салыстырғанда 10,2 есе өсті және бұл үрдіс 23 күн бойы сақталды. Ұңғымаларды іске қосқаннан кейін 24 сағаттан кейін 7 айдау ұңғымасының орташа айдау қабілеті БФА ерітіндісімен өңдеуге дейінгі айдау қабілетімен салыстырғанда 9 есе өсті, бірақ 7 күндік орташа уақыт кезеңінен кейін айдау қабілеті күрт төмендеді және төмендеуді жалғастырды. бүкіл эксперимент бойы жылдам, бұл химиялық колматацияның жоқтығын

көрсетеді және, ең алдымен, механикалық кольматацияның болуын көрсетеді және нәтижесінде қосымша зерттеуді қажет етеді.

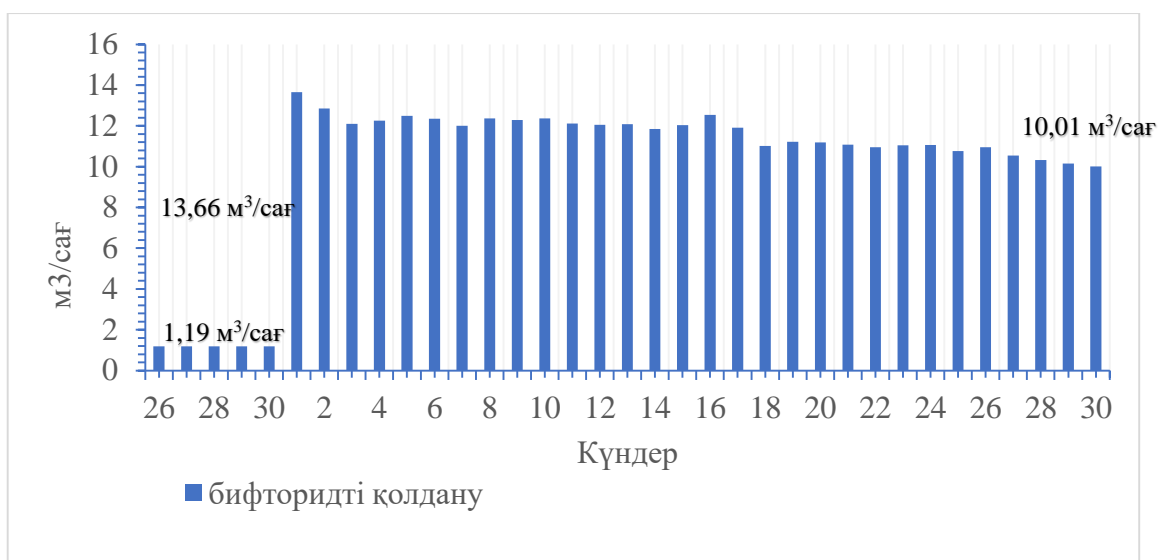
Тәжірибенің объективтілігі үшін тәжірибелік сынақтар кезінде күрделі жөндеуді қажет ететін 30 проблемалы сорғы және айдау ұңғымалары өңделді. Өндірістік сынақтар үш кезеңге бөлінді.

1 кезең – АБФ концентрациясы 15 г/дм^3 және күкірт қышқылының концентрациясы 35 г/дм^3 ерітінді 8 ұңғыма өңделді. Ерітіндідегі АБФ берілген концентрациясында жүргізілген тәжірибелік жұмыстардың нәтижесінде келесі технологиялық көрсеткіштерге қол жеткізілді:

Ұңғымаларды іске қосқаннан кейін 24 сағаттан кейін 10 айдау ұңғымасының орташа дебиті АБФ ерітіндісімен өндеуге дейінгі дебитпен салыстырғанда орта есеппен 6,3 есе өсті және бұл үрдіс 28 тәулік бойы жалғасты, бұл химиялық көпіршігінің еруін көрсетеді. сүзгі аймағында АБФ ерітіндісімен және химиялық кольматацияны жоюдың жаңа тиімді мүмкіндігінің пайда болуымен;



9 - сурет – АБФ ерітіндісін қолдану алдында және одан кейін Ұңғыманың 41–1–14н–0 өнімділік динамикасы



10 - сурет – АБФ ерітіндісін қолдану алдында және одан кейін ұңғыманың 218 – 1 – 3н – 2 – 0 өнімділік динамикасы

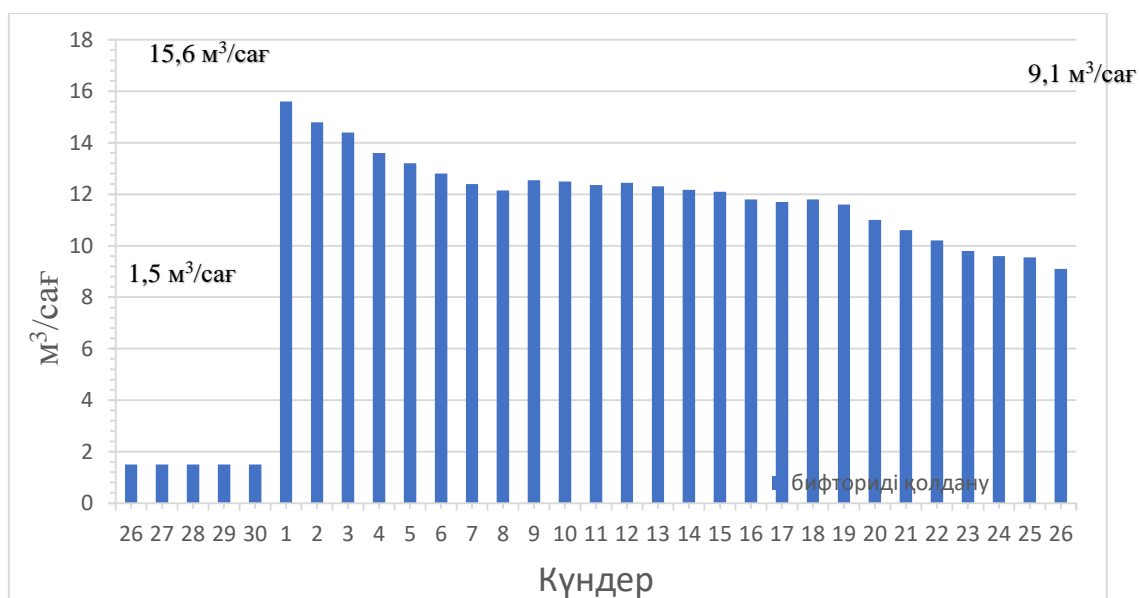
2 кезең – АБФ концентрациясы 22 г/дм^3 және күкірт қышқылының концентрациясы 40 г/дм^3 ерітінділерімен 8 ұңғыма өңделді. Ерітіндідегі АБФ берілген концентрациясында жүргізілген тәжірибелік жұмыстардың нәтижесінде келесі технологиялық көрсеткіштерге қол жеткізілді:

Ұңғымаларды іске қосқаннан кейін 24 сағаттан кейін 3 айдау ұңғымасының орташа дебиті АБФ ерітіндісімен өңдеуге дейінгі дебитпен салыстырғанда 10,2 есе өсті және бұл үрдіс 24 күн бойы сақталды.

Ұңғымаларды іске қосқаннан кейін 24 сағаттан кейін 7 айдау ұңғымасының орташа айдау қабілеті АБФ ерітіндісімен өңдеуге дейінгі айдау қабілетімен салыстырғанда 9 есе өсті, бірақ 7 күндік орташа уақыт кезеңінен кейін айдау қабілеті күрт төмендеді және төмендеуді жалғастырды. бүкіл эксперимент бойы жылдам, бұл химиялық кольматацияның жоқтығын көрсетеді және, ең алдымен, механикалық кольматацияның болуын көрсетеді және нәтижесінде қосымша зерттеуді қажет етеді.



11 - сурет – АБФ ерітіндісін қолдану алдында және одан кейін ұңғыманың 201–2н–8–0 өнімділік динамикасы



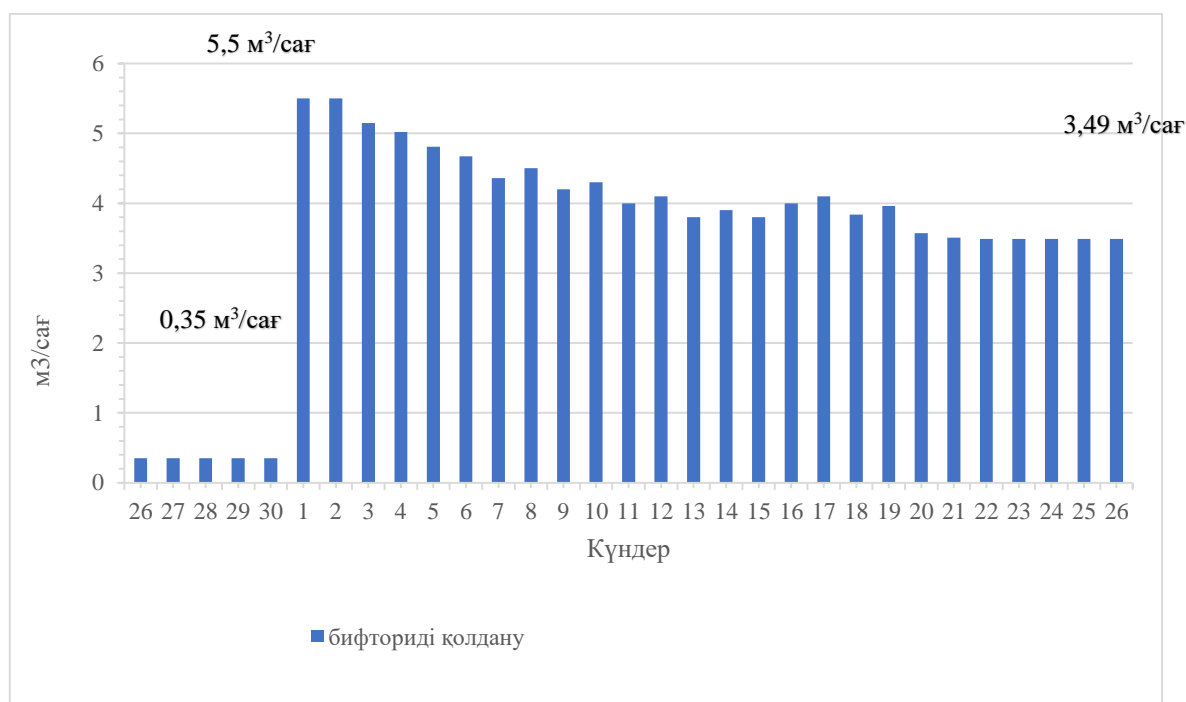
12 сурет – АБФ ерітіндісін қолдану алдында және одан кейін ұңғыманың 10 – 1 – 9 – 0 өнімділік динамикасы

3 кезең – Келесі 10 ұңғыма 40 г/дм³ АБФ концентрациясын қолданып өңделді: Ерітіндідегі АБФ берілген концентрациясында жүргізілген тәжірибелік жұмыстардың нәтижесінде келесі технологиялық көрсеткіштерге қол жеткізілді: Ұңғымаларды іске қосқаннан кейін 24 сағаттан кейін 10 айдау ұңғымасының орташа айдау қабілеті АБФ ерітіндісімен өңдеуге дейінгі айдау қабілетімен салыстырғанда 3 есе өсті, бірақ орташа 5 күндік уақыт кезеңінен кейін айдау қабілеті күрт төмендеді және төмендеуді жалғастырды. бүкіл эксперимент бойы жылдам, бұл химиялық кольматацияның жоқтығын көрсетеді және, ең алдымен, механикалық кольматацияның болуын көрсетеді

және нәтижесінде қосымша зерттеуді қажет етеді. Блоктың технологиялық жұмыс режиміне (қышқылдандыру немесе шаймалау) байланысты MRC өзгерістерін алу мүмкін болмады,



13 - сурет – АБФ ерітіндісін қолдану алдында және одан кейін ұңғыманың 43 –3н – 2 өнімділік динамикасы



14 - сурет – АБФ ерітіндісін қолдану алдында және одан кейін ұңғыманың 41–4в–22 өнімділік динамикасы

3 Қауіпсіздік және еңбек қорғау

3.1 Қауіпті өндірістік айғақтарды талдау

Өндіріс жағдайында ЕӨҚТ корпустарында технологиялық процесс кезінде пайда болған заттарды адам организміне пайдасыз әсерінен потенциялық қауіп пайда болады, сонымен бірге электр тоғымен қауіпті әсері бар. Бұл қауіптердің қатары кәсіптік аурулардың тууына жағдай жасайды.

Уран өндіру және оны жерасты сілтісіздендіру өнімді ерітіндісінен кен басқармасында өндіру РК № 3.01–01–2002 және РК № 1 01–01–2001 "Атом өнеркәсібінің өндірісті пайдалану мен құрылыстың негізгі тәртібі мен нормасы жинағы" бойынша 4 категориялы өндірістің 5 класына жатады.

РК № 2. 02–01–2000 сәйкес өндіріс процестерінің 3 а тобына жатады. Радиациялық қауіпсіздік бойынша РК №2 2.4.548–96 сәйкес өндіріс "Г" 35 тобына жатады. ЕӨҚТ үшін өндіріс категориясы жарлығыш, жарылғыш қауіпті және өрт қауіпсіздігі бойынша РК № 2 02.–01–2000 сәйкес ЕӨҚТ–де қызмет істеушілерге азқышқылды ерітінділер, күкірт ұшықшылының және сульфатының аэрозолы, ерітіндіде, ионитте, сонымен бірге уран концентратында болатын табиғи уранның белсенділігі зиянды әсердің негізгі көзі болып табылады.

3.2 Ұйымдастыру шаралары

Барлық жұмысшылар, кен басқармасына жұмысқа қайта қабылданушылар, еңбекті қорғау бөлімінде медициналық комиссия мен кіріспе инструктаж өтеді. Инструктаждың қалған түрлері (алғашқы, қайталану) бәлімдердің өзінде өткізіледі. Коллективтік келісім шартта жұмысшылардың, қызметкерлердің және ИТР мамандарының тізімі айтылған, зиянды және қауіпті еңбек жағдайында жұмыс істейтін, сонымен бірге өте ауыр және өте қауіпті еңбек жағдайында жұмыспен қамтылған ИТР, қызметкерлер және жұмысшылардың мамандықтарының тізіміне, қаралған ережелерге сәйкес сүт пен (ЛПП) емдік профилактикалық тамақтану беру қарастырылған.

Кен басқармасында барлық жұмысшылар, қызметкерлер, қауіпті және өте қауіпті еңбек жағдайында еңбек етушілерге арнаулы киімдер мен арнаулы аяқ киіммен, сонымен бірге жеке қорғану құралдарымен, белгеленген ережеге сәйкес толық қамтамасыз етіледі. Кен басқармасында, жұмысшылар, қызметкерлер және ИТР, қауіпті және өте қауіпті еңбек жағдайында жұмыс істеушілер жыл сайын, медициналық профилактикалық байқаудан өтеді. Міндетті түрде профилактикалық байқаудан өтуге тиіс адамдардың тізімі аудандық СЭС пен келісіліп, кен басқармасының директоры бекітеді. Ауру жұмысшыларға медсанбөлімінде профилактикалық ем көрсетіледі, сонымен бірге кеніштің тікелей өзінде, осыған байланысты фельдшерлік пунктер жабдықталған. Алматыда, Таразда, Шымкентте жұмысшылар тексерілуден және емделуден ЗАО "Экополис" келісім шартына сәйкес өтеді.

2003 жылы бөлімдер мынадай жұмыс тәртібін орындайды:

- өндірістің үздік айналымды бөлімшелерінде бес күндік жұмыс аптасы екі күн демалысымен (сенбі және жексенбі) қойылған;
- өндірістің үздіксіз айналымымен імстейтін бөлімшелерінде жұмыс профсоюз комитетімен келісіліп және бекітілген графикпен, есепті кезеңде жұмыс уақытының белгіленген ұзақтығы сақтала отырып ұйымдастырылған;
- технологиялық үдірістердің жағдайына байланысты тамақ ішуге үзіліс жасауға болмайтын өндірісте, жұмыс Кестесінде жұмыс күні ішінде арнаулы жабдықталған орында тамақ ішуге уақыт бөлінген;
- жұмысшылардың берілген категориясына күндізгі немесе апталық ұзақтықтағы жұмыс уақыты сақтала алмайтын жұмыстарда, жұмыс уақытының есебі енгізіліп бекітілген.

3.3 Электрқауіпсіздігін қамтамасыз ету

Электр энергиясын кең қолдану ЕОҚТ–да электрқауіпсіздігін қамтамасыз ету міндеті қояды, яғни адамдарды электр тоғынның, электрлі доғаның, электромагнитті аймақтың және статикалық электрдің зиянды және қауіпті әсерінен қорғайтын ұйымдастыру және техникалық шаралардың жүйесі және заттарын жасау.

Жобада электрқұрылғыларын пайдалану кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін мынадай қорғаныш заттары қарастырылған: оқшаулаушы құрылғылар мен жабындылар; аппараттар мен қоршауларды блокировкалеу, қате операцияларды алдын–алу үшін; кенеттен кернеудің әсерінде қалған электр жабдығының бөлігін немесе тораптың бөлімшесін автоматты ажырату құрылғысы; қорғаныш жерге қосу және нөлге бару. Потенциаларды теңестіретін құрылғы және кернеуді азайтқыш; сақтандырғыш құрылғылар; найзағайтартқыштар, сонымен бірге электрқорғағыш заттар.

3.4 Экономикалық бөлім

Ұңғымалардың тиімділігін арттырудың экономикалық есебі
Жөндеу аралық циклды ұлғайту арқылы шығындарды үнемдеу

$$\mathcal{E}_{\text{мц}} = (N_{\text{д}} - N_{\text{п}}) \cdot C_{\text{к}} = (225 - 120) \cdot 180000 = 18900000 \text{ тг/жыл},$$

мұнда,

$N_{\text{д}}$, $N_{\text{п}}$ – ұсынылған технологияны енгізуден бір жыл бұрын және кейін қалпына келтіру жұмыстарының саны;

$C_{\text{к}}$ – қалпына келтіру жұмыстарын жүргізу құны, тг.

б) Аммоний бифторидімен өңдеу шығындары, тг/жыл

$$З_6 = (N_{\text{п}} \cdot Q_6) \cdot C_6, \text{тг/жыл} \quad (2)$$

$$З_6 = (120 \cdot 50) \cdot 1080 = 6480000 \text{ тг/жыл}$$

мұнда,

$N_{\text{п}}$ – ұсынылған технологияны енгізгеннен кейін қалпына келтіру жұмыстарының саны;

Q_6 – 1 ұңғыманы өңдеуге арналған аммоний бифторидінің көлемі, кг;

C_6 – 1 кг аммоний бифторидінің құны, тг.

Содан кейін, күтілетін экономикалық тиімділік құрастыру

$$Э_{\text{ож}} = 18900000 - 6480000 = 12\,420\,000 \text{ тг.}$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Әдеби шолу көрсеткендей уран деген сұраныс елімізде және бүкіл әлемде күннен күнге өсуде. Ол уранды қолданатын ядролық АЭС - ның санын артуына байланысты. Уран негізі жер қыртысында өте әр-түрлі минералдар түрінде кездеседі. Негізінен уранинит, настуран, отенит және т.б. Уран кен қоры бойынша Австралия, Қазақстан, Ресей, Қытай, Канада және т.б. елдер. Уран өндіру бойынша әлемдік рейтингте Қазақстан бірінші орынды алады. Ол елімізде жерасты күкірт қышқылды шаймалау арқылы жүргізіледі. Жерасты ұңғымалы шаймалау кезінде күкірт қышқылы негізгі уран минералдарымен бірге бос кендегі кремнезиом алюминисиликаттармен және т.б. бос кен минералдармен әрекеттесіп ұңғыманың тесіктерін бітеп, уран ертіндісінің жоғары қарай сорылуын тежеп, соңында уран өндірісінің көлемін қатты төмендетеді. Сондықтан бұл мәселені зерттеу және тиімді шешімін табу өзекті мәселе болып табылады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – уранды шаймалу тиімділігін жоғарылатуды зерттеу, соның ішінде жерасты шаймалау кезінде кольматация құбылысын болдырмау үшін аммоний бифторидін қолдану арқылы өнімді ерітіндінің сорылуын жақсарту.

Тәжірибелік сынақтар барысында кольматация болған жерасты шаймалау ұңғымаларын тазарту үшін күкіртқышқылды шаймалау ерітіндісіне қоспа ретінде аммоний бифторидін қолдану технологиялық ұңғымалардың жоспарланған өнімділігін жоғары тиімділікпен ұстап тұруға мүмкіндік беретіні анықталды.

Тәжірибе нәтижелері бойынша бір сорғы ұңғымасын өңдеудің оңтайлы технологиялық параметрлері белгіленді:

– ұңғымаларды қалпына келтіру үшін күкірт және тұз қышқылдарын пайдалану экономикалық және техникалық мәселелерге байланысты тиімсіз;

– аммоний бифторидімен өңдеуге дейін және одан кейінгі ұңғыма дебитінің тәуелділіктері алынды. Технологиялық ұңғымаларда аммоний бифторидін қолданатын ерітінділерді қолдану арқылы технологиялық ұңғымаларды химиялық өңдеу жақсы сапаның оң нәтижелерін береді.

– осы техника бойынша химиялық өңдеу кейбір технологиялық ұңғымаларда өнімділіктің $1,4 \text{ м}^3/\text{сағ}$ - тан $4,4 \text{ м}^3/\text{сағ}$ дейін, ал басқаларында $2,0 \text{ м}^3/\text{сағ}$ - тан $5,3 \text{ м}^3/\text{сағ}$ дейін артуына әкелді, яғни уранқұрамды өнімді ерітінді ағынының жылдамдығы кей жерлерде 48 % бастап 75 % дейін, тіпті кейбір ұңғымаларда 150 % дейін өсті.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Н.Н. Петров, В.Г. Языков, Х.Б Абуакиров, В.Н. Плеханов, А.Ф. Вершков, В.Ф. Лухтин – Урановые месторождения Казахстана – Алматы 1995 ж.
- 2 Баязит Н.Х. , Баязит Б.Н. , Баязит Б.Н. – Уранды қазу негіздері – Алматы 2007 ж.
- 3 Б.В. Громов – Введение в химическую технологию урана – Москва Атомиздат 1978 г.
- 4 http://elib.biblioatom.ru/text/gromov_vvedenie-v-tehnologiyu-urana_1978/go,0/
- 5 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304386X23>
- 6 Н.М. Шаяхметов – Применение гидрохимической имитационной модели для определения оптимальной схемы скважины для добычи полезных ископаемых с подземным выщелачиванием
- 7 С. Аликулов – Совершенствование гидродинамического режима подземного выщелачивания урана с учетом кольтматации руд (Совершенствование гидродинамического режима подземного выщелачивания урана с учетом кольтматации руд) (2011)
- 8 Баязит Н.Х. Кеніштерді жобалау. КР БҒМ, ҚазҰТУ. – Алматы, 2007.
- 9 Башлык С.М. Ұңғыманы бұрғылау.
- 10 Языков В.Г., Забазнов В.Л., Петров Н.Н., Рогов Е.И., Рогов А.Е. Казахстандағы уран кен орнындарының геотехнологиясы. – Алматы, 2001.
- 11 КАЗАТОМПРОМІ басқару жүйесіндегі еңбеті қорғау. (СУОТ) – Алматы, 2001.
- 12 Бугенов Е.С., Василевский О.В. Табиғи уранның химиялық концентраттарын алудың физика–химиялық негіздермен және технологиясы. – Алматы, 2007.
- 13 Языков В.Г., Забазнов В.Л., Петров Н.Н., Рогов Е.Н., Рогов А.Е., Геотехнология урана на месторождениях Казахстана, Алматы, 2001.
- 14 Добыча урана методом подземного выщелачивания. Под редакцией В.А.Мамилова, Атомиздат, 1983.
- 15 Мамилов В.А., Петров Р.Ф., Шишанина Г.Р. ЖС әдісімен уран қоры игеру.
- 16 Петров Н.Н., Языков В.Г., Аубакиров Х.Б., Плеханов В.Н. и др. Қазақстандағы уран кен орындары (экзогенді). – Алматы.: Ғылым, 1995.
- 17 Т. Ж. Gallegos және т.б. Құмтас уран кен орнын жердегі қалпына келтіруден (ISR) кейін тұрақты U(IV) және U(VI) (2015).
- 18 E. Martens және т.б. Алтынды электрокинетикалық in situ шаймалаудың орындылығы Гидрометаллургия (2018 ж.).
- 19 М.Панфилов т.б. Уранды жерасты шаймалау кезіндегі реактивті тасымалдау: көп реакциялы гидрометаллургия моделі үшін асимптотикалық аналитикалық шешім.

20 Карбонатный способ выщелачивания урана, Фазуллин М.И., Смирнова Р.Н.