

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

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

Тажібеков Нурбол Мырзатаевич

Табиғи уранды тұндыру әдістерін зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070900 – Металлургия мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

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

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
МТЖ және АМТ кафедра
менгерушісі PhD докторы,
Т. Ғ. К., қауымдас. профессор
Чепуштанова Т.А.
«03» _____ 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Табиғи уранды тұндыру әдістерін зерттеу»

5B070900 – Металлургия мамандығы

Орындаған

Тажибеков Н.М.

Пікір беруші:

Металлургия және байыту институты,
Пирометаллургия
зертханасының меңгерушісі, д.т.н.

Квятковский С.А.

«03» _____ 06 2022 ж.

Ғылыми жетекшісі:

Т.Ғ.К., сениор-лектор

Коньратбекова С.С.

«02» _____ 06 2022 ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНУТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

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

5B070900 – «Металлургия»

БЕКІТЕМІН

МПЖ және АМТ кафедра
менгерушісі PhD докторы,

техн. ғыл. кандидаты,
қауымдасқан профессор

Чепуштанова Т.А.

2022 ж.



**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Тажибеков Нурбол Мырзатаевич
Тақырыбы Табиғи уранды тұндыру әдістерін зерттеу
Университет ректорының «22» қазан 2021 ж. № 1722-до бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «28» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: Тауарлы десорбат – құрамында ураны бар ерітінділер, аммиак суы, натрий гидроксиді, химиялық тұндыру, сары кек.

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Зерттеу жұмысында қолданылатын реагенттер;

б) Аммиак суы; натрий гидроксиді;

в) Метал иондарын анықтауға арналған әдістер;

г) Табиғи уранды сары кек түріндегі химиялық тұнбаға түсіру үшін қолданылатын реагенттер;

ж) Жұмыстың экономикалық тиімділігін және жұмысқа кеткен шығындарды есептеу.

в) Еңбекті қорғау және қауіпсіздік шаралары;

Сызбалық материалдар тізімі




Сызбалық материалдар 12 слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 27 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Әдеби шолу	18.02.2022 ж.	
Тәжірибелік бөлім	02.03.2022 ж.	
Экономикалық бөлім	12.05.2022 ж.	
Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі	26.05.2022 ж.	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономика бөлімі	Коньратбекова С.С., техника ғылымдарының кандидаты	18.05.2022	
Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі	Коньратбекова С.С., техника ғылымдарының кандидаты	25.05.2022	
Норма бақылау	Коньратбекова С.С., техника ғылымдарының кандидаты	02.06.2022	

Ғылыми жетекші



Коньратбекова С.С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Тажибеков Н. М.

Күні

«02» 02 2022 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс 38 бет, 4 бөлімнен, 3 суреттен, 5 кестеден, 27 әдебиет көзінен тұрады.

Зерттеу объектілері болып табиғи уранды сары кек түріндегі химиялық тұнбаға түсіру үшін қолданылатын тауарлы десорбат – құрамында уран бар ерітінділер, аммиак суы, натрий гидроксиді табылады.

«Инкай» кен орны Қазақстан Республикасы Түркістан облысы Созақ ауданының аумағында орналасқан.

Бұл жұмыстың мақсаты – табиғи уранды тұндыру әдістерін зерттеу.

Жұмыста әртүрлі реагенттермен тауарлы десорбаттан табиғи уранды химиялық алу процестері туралы әдебиет деректерінің талдауы берілген.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, құрамында уран бар ерітіндіні аммиак суы мен натрий гидроксиді арқылы химиялық тұндыру арқылы өндеуге болады. Бұл ретте сары кектің 93-98 % шығады.

Жұмыста тұндыру кезіндегі технологиялық параметрлердің өзгеруі қарастырылды, оның негізінде тауарлы десорбаттан уранды химиялық алудың ұсынылған шарттары таңдалды:

- процестің температурасы – 51-57 °С;
- араластыру жылдамдығы - 80-100 айн/мин;
- сулы фазаның рН - 3,0-4,5.

Бұл жұмыста әртүрлі реагенттермен тауарлы десорбаттан табиғи уранды химиялық тұнбаға түсіру кезінде мүмкін болатын зиянды мен қауіптерге талдау жасалып, зерттеуге кететін шығындардың экономикалық есептеулері жасалған.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа изложена на 38 страницах, содержит 4 раздела, 5 рисунков, 3 таблиц, 27 источника литературы.

Объектами исследований являются товарный десорбат - урансодержащие растворы, аммиачная вода, гидроксид натрия, применяемые для химического осаждения природного урана в виде желтого кека.

Месторождения «Инкай» расположен на территории Сузакского района Туркестанской области Республики Казахстан.

Цель работы – изучение методов осаждения природного урана.

В работе приведен анализ литературных сведений о процессах химического выделения природного урана из товарного десорбата с различными реагентами.

Результаты исследований показали, что урансодержащий раствор могут быть переработан химическим осаждением с использованием аммиачной воды и гидроксидом натрия. При этом выделяется 93-98 % желтого кека.

В работе рассматривалось варьирование технологических параметров при осаждении, на основании которого выбраны рекомендуемые условия для химического извлечения урана из товарного десорбата:

- температура проведения процесса – 51-57 °С;
- скорость перемешивания – 80-100 об/мин;
- рН водной фазы – 3,0-4,5.

В настоящей работе приведен анализ вредностей и опасностей, возможных при проведении химического осаждения природного урана из товарного десорбата с различными реагентами, выполнены экономические расчеты затрат на выполнение исследований.

ANNOTATION

The diploma work is presented on 38 pages, contains 4 sections, 3 figures, 5 tables, 27 sources of literature.

The objects of research are commercial desorbate - uranium-containing solutions, ammonia water, sodium hydroxide, used for chemical precipitation of natural uranium in the form of yellow cake.

The «Inkai» field is located on the territory of the Suzak district of the Turkestan region of the Republic of Kazakhstan.

The purpose of this work is to study methods for the deposition of natural uranium.

The paper presents an analysis of literature data on the processes of chemical extraction of natural uranium from commercial desorbate with various reagents.

The research results showed that the uranium-containing solution can be processed by chemical precipitation using ammonia water and sodium hydroxide. At the same time, 93-98 % of the yellow cake is released.

The paper considered the variation of technological parameters during precipitation, on the basis of which the recommended conditions for the chemical extraction of uranium from commercial desorbate were selected:

- process temperature – 51-57 °C;
- mixing speed - 80-100 rpm;
- pH of the aqueous phase - 3.0-4.5.

In this paper, an analysis of the hazards and hazards that are possible during the chemical precipitation of natural uranium from commercial desorbate with various reagents is presented, and economic calculations of the costs of research are made.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	10
1	Әдеби шолу	11
1.1	Уранның қорлары, кен орындары және өндірісі	11
1.2	Уран өндіру әдістері	13
1.3	Уранды сулы ерітінділерден тұндыру	15
1.4	Экстракцияны қолдана отырып, ерітінділерден уранды алу	20
2	Тәжірибелік бөлім	23
2.1	Ерітінділерден уранды химиялық тұндыру	23
2.2	Уран концентраттарын біріктірілген әдіспен тұндыру	26
2.3	Уран концентраттарын натрий гидроксидін пайдалана отырып аралас әдіспен тұндыру	27
2.4	Уран концентраттарын аммиакпен тұндыру	30
3	Техникалық-экономикалық бөлім	32
3.1	Шикізаттың сипаттамасы	32
3.2	Технологиялық сұлбаның сипаттамасы	32
3.3	Шөгудің материалдық балансы	32
3.4	Тұндыру колонналарын есептеу және таңдау	33
3.5	Уран өндірудің технологиялық режимінің нормалары	33
4	Қоршаған ортаны қорғау және радиациялық қауіпсіздік	34
4.1	Ластану көзі	34
4.2	Дайын өнімді және радиоактивті қалдықтарды көліктік бақылау	35
	Қорытынды	37
	Пайдаланған әдебиеттер тізімі	38

КІРІСПЕ

Қоғамның дамуы мен техникалық прогресінің қажетті шарты оны энергиямен қамтамасыз ету болып табылады. Энергия алу – бұл көптеген мыңжылдықтар бойы жалғыз шешімі болған ежелгі мәселе – энергияны көп қажет ететін шикізатты жағу, т. Отын (ағаш, шымтезек, мұнай, газ, көмір, сланец). Бұл нейтрондық бомбалау әсерінен уран ядроларының ыдырау қабілеті ашылғанға және оның негізінде алғашқы ядролық реактор жасалғанға дейін жалғасты. Құрылымдық немесе құрылыс материалдары ретінде қызмет ететін қарапайым металдардан айырмашылығы, уран тиімді ядролық отын немесе күшті күшті жарылғыш ядролық зат ретінде пайдаланылады. Бұл металл уран мен оның қосылыстарының химиясы мен өндіру технологиясына ерекше із қалдырды. Қазіргі уақытта уран ядролық отын ретінде қолданылатын негізгі элемент болып табылады. Уран алу өте күрделі химиялық-металлургиялық операциялар кешені болып табылады. Дәрістердің бұл тезисі уранның және оның қосылыстарының физика-химиялық қасиеттерін және ядролық таза металл уранын алудың негізгі технологиялық процестерін талқылайды.

Бұл дипломдық жобада табиғи уранды тұндыру әдістері қарастырылды. Ерітінділерден уранды химиялық тұндыру процестері және ерітінділерден уранды органикалық еріткіштермен экстракциялау қарастырылды.

Сондай-ақ персоналдың қызмет көрсететін жабдықтарының жұмысына әсер ететін зиянды факторларға талдау жасалды. Радиациялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету, жұмыс орнын жарықтандыруды ұйымдастыру, өрт қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау шаралары берілген.

1 Әдеби шолу

1.1 Уранның қорлары, кен орындары және өндірісі

Атом саласы ресурстық салаларының арасында технологиялық потенциалын дамыту тұрғысынан алғанда сала үшін де, ел үшін де, тұтастай алғанда ең перспективалы болып табылады. Қазіргі кезде неғұрлым дамыған уран өндіру бөлінісі, бірақ атом отынын өндіру мен пайдаланудың барлық негізгі сегменттерін дамыту үшін мүмдік жеткілікті болып табылады. Қазіргі уақытта Қазақстанда ядролық отын өндіру сегменттері нашар ұсынылған. Уранды маржиналды қайта өңдеу сияқты, байыту және отын шығару фабрикациясы Қазақстан Республикасының шегінен тыс болса, Қазақстандағы Үлбі металлургия зауыты базасында тек уран ұнтағы мен отын таблеткаларын өндіру жүзеге асырылады.

Ескерілген уран қорлары (2013 ж.) 854 мың тонна көлемін құрады. Алынатын қордың көлемі бойынша Қазақстан әлемде Австралиядан кейін екінші орын алады. Қазақстанда болжамды қорларының көлемі 1,7 млн. Тонна уран деңгейінде бағаланады.

Дүниежүзілік атом ассоциациясының (World Nuclear Association, WNA) дерегі бойынша, 2009 жылы Қазақстан уран өндірісі бойынша көшбасшы атанды (әлемдегі өндірістің 25 %, 14 мың тоннадан астам). Оған дейін көш басында Канада тұрған болатын. 2010 жылы ҚР үлесі 33 % (17803 тоннаға), ал 2019 жылы – 43 %, 2020 жылы – 41 % жетті.

Еске сала кетсек, уранның зерттелген қоры бойынша ең бай ел – Аустралия (1,7 млн тонна), Қазақстан – екінші орында (906,8 мың тонна).

Қазақстанның болжамды уран көлемі бойынша аймақтар: Шу-Сарысу – 57,8 %; Сырдария – 18,8 %; Солтүстік Қазақстан— 16,4 %; Іле – 4,5 %; Атырау – 1,7 %; Үстірт — 0,8 %.

Атом энергиясы жөніндегі Халықаралық агенттіктің (МАГАТЭ) мәліметтері бойынша, Қазақстандағы уран ресурстарының көлемі сенімді түрде бағаланғаны 819 мың тонна, оның ішінде өзіндік өндіру бойынша ресурстардың көлемі кем дегенде 80 АҚШ долл. кг уран үшін шамамен 59 %, өзіндік 80-130 АҚШ долл. кг үшін – 18 %, ал өзіндік құны 130-260 АҚШ долл. Болса, онда кг бойынша – қалған 23 % құрайды. Тіпті ағымдағы тәртіпке келтірілген жоспарлары бойынша уран өндіру көлемін және өсім көлемін (2030 жылға дейін 440 мың тоннаға жуық уран шығару жоспарланған, өсімі шамамен 190 мың тоннаны құрайды) арттыру сарқылмалы неғұрлым рентабельді кен орындарының орнын басады. Бұл орта өзіндік өндіру құнының ағымдағы кг бойынша 65 АҚШ долл. 75 АҚШ долл. Дейін, АҚШ кг бойынша 2030 жылға қарай ұлғаюына әкеледі, бұл 2030 жылға өзіндік өндіру құнының елеулі өсуі болуы мүмкін. Өзіндік өндіру құнының өсуі кен орындарының таусылу шамасына қарай жаһандық проблема болып табылады, сондықтан Қазақстан 2030 жылға дейін басқа елдерге қатысты өзінің бәсекелестік ұстанымын жоғалтпайды.

Уран өндіру. Өндіруді тұрақты түрде ұлғайта отырып, Қазақстан бірінші орынға ие болды. Соңғы жылдары саланы дамытуға қомақты қаражат көлемі инвестицияланды: соңғы 15 жылда инвестициялар көлемі 3 млрд. АҚШ долл. құрады. Бұл өндіру көлемінің орнықты өсуіне әкелді: 2004 жылдан бастап уран өндіру көлемі 6 есеге өсіп, 22,5 мың тонна дейінгі шаманы құрады.

Қазақстан Республикасы әлемдегі уран өндіру жиынтығының 35% - дан астамымен қамтамасыз етеді, бұл ретте «Қазатомөнеркәсіп» «әлемде уран өндірудің шамамен 20 % - ын қамтамасыз етеді. Өндіруде негізгі серіктестер француз компаниясы Areva, канадалық Сатесо, Ресейлік UraniumOne және Қытайлық CGNPC сияқты жаһандық ойыншылар болып табылады. «Қазатомөнеркәсіп»-тің жиынтық өндіруде қорытынды үлесі Қазақстанның барлық кәсіпорындары бойынша 55 % құрайды. Қазақстанда өндірілген барлық уран экспортқа шығарылады (мың тонна/жыл): ҚХР – 11,3; Еуропа – 3,6; Оңтүстік Корея – 2,3; АҚШ – 0,8; басқалары – 2,1.

Сарапшылардың бағалауына сәйкес, ең көп көлемі және тұрақтылығы бойынша қайта өндіру және уранды байыту маңызды орынға ие.

ЕБИТДА (ЕБИТДА (ағылш. Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization) — пайыздардық төлем және салықтарды, және есептелген амортизация бойынша шығыстарды шегергенге дейінгі тең пайда көлемінің талдамалық көрсеткіші) бойынша уран өндіру сегментінің бағалық шамамен – 40 %, байыту сегментінде – 45 %. ЕБИТДА бойынша конверсияны қайта бөлісу рентабельділігі айтарлықтай тұрақсыз болып тұр, бірақ 15 % аспайды. Жасап шығару сегментінің рентабельділігі едәуір дәрежеде отын ерекшеліктеріне байланысты және орташа алғанда шамамен 15 – 25 % құрайды.

Фукусима апатында апатқа ұшыраған атом электр станциясына (бұдан әрі – АЭС) қарамастан, жаңа АЭС едәуір санын пайдалануға беру және атом генерациясының өсуі күтілуде. Атом энергетикасына жаһандық сұраныс бірінші кезекте Азия елдері есебінен артуда. Негізінен, Еуропа елдерінде және Жапонияда ядролық бағдарламаларды қысқарту жоспарлануда. 2030 жылға дейін әлемдегі атом реакторларының саны 160 бірлікке (+35 %) артады, оның тура өсімнің негізгі үлесі Азия елдеріне тиесілі – шамамен 135 реакторлар (+115 %). Осылайша, атом генерациясының 2030 жылға қарай жаһандық қуаты 55-60 % өседі, шамамен 600 ГВт-ты құрайды. Атом генерациясының көлемінің өсуі 2030 жылға қарай уранға деген сұраныстың 50 % өсуіне әкеледі.

Уран өндіруді одан әрі дамыту сондай-ақ белгілі бір техникалық және логистикалық шектеулермен ұласады. Осындай шектеулердің бірі біліктілігі жоғары кадрлардың жетіспеушілігі болып табылады. Соңғы жылдары Қазақстан Республикасында геологиялық барлау, геологиялық технологиялар және геофизика салаларында кадрларды даярлау қайта жанданды, алайда, оқу орындарының түлектері мен «зейнеталды» жастағы кадрлар арасында алшақтық сақталып отыр. Сондай-ақ, химия мен бұрғылау шебері сияқты кәсіптердің кадрлары тапшы болып табылады. Әсіресе, ірі елді мекендерден

кашық өндіру орындарында еңбек ақысына қойылатын талаптардың елеулі өсуімен жағдай қиындай түсуде.

Уран өткізу үшін елеулі шектеу жеке шығу порттарының жоқтығы және Ресейге логистикалық тәуелділігі болып табылады. Қазақстан Республикасында уран өндіруге қызмет көрсетуші темір жол инфрақұрылымы уран өндіру, өңдеу бойынша қуатты Ресей мен Қазақстандағы Үлбі зауытын, басқа да өткізу арналарын есептелмегенде байланыстыратын. Қазақстандағы тарихи түрде көлік арналарын қамтиды. Атап айтқанда, Азия елдеріне байланыстыратын өткізуді дамыту теміржол инфрақұрылымын кеңейтуді талап етеді. Өзге елдерге уран тасымалдау (Еуропа, АҚШ) Ресей порттары арқылы жүзеге асырылады, бұл теңізбен тасымалдау сияқты және теміржол тасымалында бағаның өзгеру қаупін туындатады.

1.2 Уран өндіру әдістері

Үлкен көлемде уран өндіру 1938 жылы ядролық ыдырау ашылғаннан кейін ғана басталды. Табиғатта аз мөлшерде кездеседі мөлшерде, уран кеніштерде өндіріледі, оның концентрациясы руданың 0,1-ден 0,5 пайызына дейін. Сирек жағдайларда ол 10 пайыздан асады, мысалы, Канададағы Саскачеван кен орындарында, немесе одан да жоғары сандарға жетеді.

Кен өндірудің төрт негізгі әдісі бар:

- ашық (мансап). Кейде үйінді шаймалау процесін қамтиды;
- жер асты (шахта). Кейде жер асты және үйінді шаймалау әдістерін қамтиды;

- жерасты шаймалау әдісі (еріткішті «in situ» айдау арқылы). Бұл жағдайда кен құрамындағы уранды еріту үшін жоғары қысымдағы реагенттердің сулы ерітіндісі жер астына айдалады. Жер бетіне әртүрлі уран тұздарының ерітіндісі айдалады, енді олардан химиялық жолмен металл алу зауыт жағдайында қиын емес.

- қалдықтарды еріту әдісі. Бұл әдіс жанама өнім ретінде уранды өндіруді, алтынды немесе фосфаттарды алу нәтижесінде түзілетін өте кедей кендердің құрамында болады. Бұл процесс ерітіндідегі концентрация жеткілікті жоғары болғанша уранды алу үшін кен арқылы еріткішті (күкірт қышқылы немесе аммоний карбонаты) бірнеше рет айдауды қамтиды.

Ұзақ уақыт бойы уран кенін өндірудің шахталық әдісі негізгі болды. Уран кеніштерінің басқа шахта түрлерінен түбегейлі айырмашылығы жоқ, мүмкін күшті желдету және еңбекті қорғаудың жоғары дәрежесін қоспағанда. Кеніште уран кені тау-кен массасынан бұрғылау-жару әдісімен алынады.

Көбінесе (әсіресе бұрын) уран ашық карьерде өндірілген. Мысал ретінде Ақтау кенішін келтіруге болады (Қазақстан). Ұзындығы 17-ден 3 шақырымға дейінгі карьер жылына 650 тонна уран өндіруді қамтамасыз етеді. Мұндай карьерлер қоршаған ортаға айтарлықтай зиян келтіреді – оларды рекультивациялау іс жүзінде мүмкін емес.

Жерасты шаймалау әдісі – ең перспективті, үнемді және топырақты қорғайтын әдіс. Оның көмегімен жер бетіндегі үйінділер мен жердегі бос орындар пайда болмайды. Зауыт операторлары қауіпсіз, өйткені радиоактивті және улы шаң жоқ.

Бұл әдіс кен жер асты суларының деңгейінен төмен жатқан және оның астында және судың үстінде су өткізбейтін саз қабаты болған жерде ғана қолданылады.

Содан кейін ұңғымаларды бұрғылап, оларға сілтісіздендіру ерітіндісін құйып, құрамында ураны бар сұйықтықты жоғары айдауға болады. Кері шешімдері бар қалған элементтер жерге қайтарылады.

Кендердің құрамының, қасиеттерінің, кен денелері мен кен орындарының морфологиясының және гидрогеологиялық жағдайының айтарлықтай айырмашылығына қарамастан, жер асты шаймалау (ЖШ) әдісімен өндірілетін барлық кен орындарының ортақ белгілері бар. Кен орнын ЖШ әдісімен игеру келесі негізгі шарттарда мүмкін:

- алынатын металл кендерде шаймалау агентінің әлсіз сулы ерітінділерімен оңай жойылатын минералдар түрінде болса; кендер құрамына кіретін тау жыныстарын құрайтын минералдар технологиялық ерітінділермен әрекеттесу жағдайында төмен қышқылдық сыйымдылыққа ие;

- кендер табиғи өткізгіштікке ие болады немесе жасанды ұсақтаудан кейін ерітінді өткізгіш болады; кендердің пайда болу жағдайларын және қазірдің өзінде жүргізілген тау-кен жұмыстарын жер қойнауына сілтісіздендіру ерітінділерін енгізу кезінде, кендердің пайда болу орнына, олардың рудалы минералдармен жанасуын қамтамасыз етуде және өнімді ерітіндіні алу, өндіру және тасымалдау кезінде ұтымды пайдаланылуы мүмкін жер қойнауынан технологиялық өңдеу орнына дейін.

ЖШ әдісімен өндірілетін кен орындарындағы уран минералдарының ішінде уран оксидтері шайырлы және уранинит, уран силикаттары кофинит және ноннадкевит, сирек уранилфосфат отенит, уранилванадатты тю-ямунит уранилсульфаттары – уранопилит және цеппеит. Кендерде браннерпт және басқа титанаттар, сондай-ақ құрамында уран бар циркон, аршиновит, монацит, апатит болуы кендерден уранды шаймалау процесін қиындатады. Ең маңызды уран минералы – шайыр. Оның жақсы сақталған сорттарында уран негізінен төрт валентті түрде болады. Ерітінділердегі алты- және төрт валентті уран концентрациясының өзгеруін уран иондарының қасиеттерінің айырмашылығымен және ерітудің соңғы өнімі қаныққан оксид болып табылады деген болжаммен түсіндіруге болады, оның еруі құрамын өзгертпей жалғасады.

Уран кендерін байытудың негізгі әдісі уран минералдарын іріктеп ерітуден (сілтілеуден) тұратын химиялық концентрация болып табылады.

Кен мен кен концентраттарынан уранды сілтісіздендірудің негізгі мақсаты уран минералдарын іріктеп еріту болып табылады.

Бұл процестің тиімділігі уранды ерітіндіге шығару дәрежесімен, сондай-ақ пайдалы қазбаларды ашуға арналған химиялық заттарды тұтынумен анықталады. Минералды заттардың толық экспозициясы қажет емес. Шаймалау

кезінде уранды сандық алу үшін минералды тек бір жазықтықта экспозициялау жеткілікті. Уран минералдары мен рудаларының түрлерінің әртүрлілігіне қарамастан, химиялық өңдеудің барлық әдістері олардың қышқылдық немесе карбонатты ерітінділермен ыдырауына дейін төмендейді. Реагент таңдау ең алдымен мыналарға байланысты:

- кеннің түріне,
- уран минералдарының табиғатына,
- бос жыныстың құрамына,
- сілтісіздендіру құралының құнына.

Құрамында аз еритін оксидтері бар уранинит, шайыр сияқты уран минералдары көбінесе концентрлі қышқылдар арқылы ғана ашылады. Карбонатты кендер жағдайында ашу үшін карбонатты ерітінділерді пайдалану тиімдірек. Шаймалау үшін реагентті таңдауда реагенттің құны маңызды рөл атқарады. Егер уранды сілтісіздендіруге жарамды химиялық реагенттердің құнын салыстырсақ, ең арзаны күкірт қышқылы H_2SO_4 болып шығады. Онымен салыстырғанда HNO_3 1,5 есе, HCl 2,5 есе, Na_2CO_3 1,5 есе, $NaHCO_3$ 2 есе, $(NH_4)_2CO_3$ 4 есе қымбат.

1.3 Уранды сулы ерітінділерден тұндыру

Шаймалаудан кейін тазартылған ерітінділерден уранды тұндыру. Ерітіндіден сілтісіздендіруден кейін уранды алу уранның аз болуымен және ерітіндінің әртүрлі қоспалармен ластануымен қиындатады, оның мөлшері кейде ураннан бірнеше есе жоғары болады.

Уранды химиялық тұнбаға түсірудің әртүрлі әдістері жасалған. Қышқыл ерітінділер үшін: аммиак немесе натрий диуранаттарын аммиакпен немесе күйдіргіш содамен қышқылдандыру және тұндыру, нашар концентраттарды аммиакпен және басқа сілтілі реагенттермен тікелей тұндыру арқылы уранилкарбонат кешенін жою арқылы сода өңдеу сәйкес рН мәніне арналған ерітінділер, селективті тұндыру фосфаттары мен алты және төрт валентті уранның арсенаттары және т.б. Сода ерітінділері үшін: аммоний немесе натрий диуранаттарын қышқылдандыру және тұндыру арқылы уранилкарбонат кешенін бұзу, уранды сілтімен, әкпен және басқалармен тұндыру.

Бұл әдістердің кемшіліктері: реагенттердің көп жұмсалуды, уранның айтарлықтай жоғалуы, химиялық концентраттардағы уранның құрамын төмендететін қоспалардан нашар тазартылуы. Сондықтан сілтісіздендіруден кейінгі ерітінділерден уранды химиялық тұнбаға түсірудің орнына ион алмастырғыш шайырларды қолданып сорбциялау және органикалық еріткіштермен экстракциялау әдістері қолданылады.

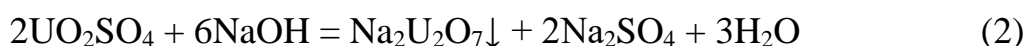
Уранның сілтімен сода ерітіндісінен тұнбаға түсуі уранды тікелей пульпалардан сорбциялаумен ауыстырылуға.

Бұл әдістердің кемшіліктері: реагенттердің көп жұмсалуды, уранның айтарлықтай жоғалуы, химиялық концентраттардағы уранның құрамын

төмендететін қоспалардан нашар тазартылуы. Сондықтан сілтісіздендіруден кейінгі ерітінділерден уранды химиялық тұнбаға түсірудің орнына ион алмастырғыш шайырларды қолданып сорбциялау және органикалық еріткіштермен экстракциялау әдістері қолданылады.

Уранның сілтімен сода ерітінділерінен тұнбаға түсуі уранды тікелей пульпалардан сорбциялаумен ауыстырылууда.

Қышқыл ерітінділерді бейтараптандыру арқылы уранды тұндыру. Уран сульфаты ерітінділерін аммиакпен немесе каустикалық содамен бейтараптандыру кезінде келесі реакциялар жүреді:



Осы реакциялар нәтижесінде алынған аммоний және натрий диуранаттары рН=6-7 кезінде сандық тұнбаға түседі. Ерітіндідегі уранның қалдық концентрациясы 1-3 мг/л. Бұл әдіс уранның бай химиялық концентраттарын уранды десорбциялаудан кейінгі ерітінділерден және аршудан кейінгі ерітінділерден тұндыру үшін қолданылады.

Уранның сілтілі тұнбасында өте нашар химиялық концентраттар қышқылмен шаймалаудан кейінгі ерітінділерден тікелей алынады, өйткені ілеспе қоспалар уранмен бірге тұнбаға түседі. Қоспа элементтерінің гидроксидтерінің тұнбасы келесі рН мәндерінде жүреді:

Fe(OH) ₃ – 2,5-3,5;	Cr(OH) ₃ – 5,3;	Mn(OH) ₂ – 8,6-10,0;
Th(OH) ₄ – 3,2-3,5;	Fe(OH) ₂ – 8,0-9,0	Ca(OH) ₂ – 10,0;
Al(OH) ₃ – 4,0-6,0;	Ni(OH) ₂ – 8,0-9,0	Mg(OH) ₂ – 10,0
Cu(OH) ₂ – 5,2-5,8;	Co(OH) ₂ – 8,0-9,0	

Француздық Генбон зауытында уранды ілеспе қоспалардан фракциялық әкпен тұндыру арқылы бөлу қолданылады. Ерітіндіні құрамында 0,1-0,8 % ураны бар кендерді пиролюзит қосып күкірт қышқылымен шаймалау арқылы алады. Қоспалардың негізгі бөлігі рН=2,7 кезінде әкпен тұндыру арқылы бөлінеді. Алынған тұнба кальций сульфатынан, темір гидроксидінен және темір фосфатынан тұрады. Осы рН мәніндегі уран фосфаттарының тұнбаға түсуін болдырмау үшін барлық қол жетімді фосфат иондарын күрделі қосылыспен байланыстыру үшін ерітіндіде темір иондарының жеткілікті мөлшері болуы қажет. Н=6,5-7 кезінде әкпен тұнбаны бөлгеннен кейін құрамында шамамен 10 % ураны бар химиялық концентрат тұнбаға түседі. Әрі қарай концентрат сода ерітіндісімен 70-80 °С температурада өңделеді, уран ерітіндіге түседі, ал қоспалар тұнбада қалады. Сүзілген сода ерітіндісінен уран сілтімен (NaOH) тұнбаға түседі. Соңғы концентраттың құрамында 65-67 % уран бар. Тұндыру үшін әк шығыны сілтілеу кезіндегі күкірт қышқылының шығынына байланысты және 1 кг қышқылға шамамен 0,8 кг құрайды.

Әктастау әдісі сонымен қатар темірді ураннан бөлу және десорбциялық ерітінділерден бай химиялық концентраттарды тұндыру кезінде артық сульфат иондарын жою үшін, сондай-ақ сорбциялық өңдеуге қышқыл пульпаларды дайындау үшін қолданылады.

Уранның фосфатты қосылыстар ретінде таңдамалы тұнбаға түсуі. Ерітіндіде фосфат иондары болған жағдайда уранды фосфатты қосылыстар түріндегі селективті тұндыру жүргізілуі мүмкін. Төрт валентті уранның фосфаттары уранилфосфаттармен салыстырғанда қышқыл ортада ерігіштігі төмен, сондықтан рН төменірек тұнбаға түсуі мүмкін. Қоспа элементтерінің фосфаттарының шөгуі келесі рН мәндерінде жүреді:

Төрт валентті уран фосфатының тұнбаға түсуі реакцияға сәйкес рН = 1,8-2,0 болады.



Алты валентті уран рН=1,9-2,5 шамасында аммоний уранилфосфаты $UO_2NH_4PO_4$ түрінде тұнбаға түседі. Уранмен бір мезгілде темір фосфаттары тұнбаға түседі. Сондықтан процестің селективтілігін жоғарылату үшін темірді темір сынықтары арқылы алдын ала қара темірге дейін тотықсыздандырады, ол да алты валентті уранды азайтады.

Тетравалентті уран фосфаттарының тұнбалары АҚШ-та Флорида фосфориттерінен уранды ілеспе алу үшін пайдаланылды.

Уранның сілтімен тұндырылуы. Бұл әдіс бірқатар зауыттарда уран кендерін карбонатты шаймалаудан кейін ерітінділерден уран алу үшін қолданылады. рН 11 немесе одан жоғары ерітіндіде трикарбонат кешені гидролизденеді және реакцияға сәйкес уран натрий диуранаты түрінде тұнбаға түседі:



Бұл реакцияның алдында ерітіндідегі натрий карбонатының реакция арқылы бикарбонатқа айналуы жүреді.



Тұндыру кезіндегі артық сілтінің мөлшері 5-10 г/л. Тұндыру ірі түйіршікті, жақсы сүзілген тұнбаларды алу үшін ерітіндіні қыздыру арқылы жүзеге асырылады.

Сандық түрде сода ерітінділеріндегі уран сілтімен тұнбаға түспейді, тұнбадан кейінгі аналық ерітінділердегі уран мөлшері шамамен 100 мг/л құрайды. Дегенмен, аналық ерітінділер көмірқышқыл газын олар арқылы көпіршіктіргеннен кейін қайтадан шаймалау үшін пайдаланылады. Карбонация кезінде артық натрий гидроксиді натрий карбонатына айналады.

Карбонатты ерітінділерді сілтімен өңдеу кезінде уранның толық тұнбаға

түсуі нашар кендерді өңдеуде бұл әдісті қолдануды қиындатады.

Алты валентті уранды сутегімен тотықсыздандыру арқылы уранды тұндыру. Алты валентті уранның сутегімен тотықсыздануы карбонатты ерітінділерде ерімейтін гидратталған уран диоксидін тұнбаға түсіреді. Сутекті тотықсыздандыру келесі реакцияға сәйкес қысыммен жүргізіледі



Бұл жағдайда ерітінді өзгерістерге ұшырамайды, ал уран тұнбасын тұндырғаннан кейін оны сілтсіздендіруге қайтаруға болады.

Катализатор қызметін атқаратын сфералық уран диоксиді түйіршіктерінің сутегі суспензиялы қабатын қалпына келтіру Югославияның Кална зауытында өнеркәсіптік ауқымда қолданылады. 1 литр ерітіндідегі катализатор бөлшектерінің беті 150 см². Уран диоксидінің тұнбасы ілулі катализатор түйіршіктерінің бетінде пайда болады, осылайша қалпына келтіру аппаратының жоғарғы жағынан ағып жатқан ерітінді қосымша сүзгісіз кенді шаймалауға бағытталуы мүмкін. Аппарат түбінен түсірілген және химиялық концентрат болып табылатын уран диоксидінің ірі түйіршіктерінің құрамында 72-75 % уран бар.

Тауарлық регенераттардан «сары кекті» тұндыру. ЖШ кәсіпорындарында уранды анионалмастырғыштардан десорбциялау әдісіне байланысты оны концентрациялаудың және тауарлық десорбаттардан бөлудің әртүрлі әдістері қолданылады. Тұзды ерітінділермен десорбциялау кезінде уран әдетте аммоний полиуранаттар түріндегі сулы аммиак ерітінділерімен немесе натрий гидроксиді ерітінділері жағдайында натрий полиуранаттары түрінде тұнбаға түседі. Полиуранаттар тұнбалары сүзгі пресстерде сығымдалады, ал торт одан әрі тазарту үшін гидрометаллургиялық зауытқа тасымалданады. Уранды қоспалардан тазарту үшін оны фракциялық тұндыру, алдымен темірді және кейбір басқа қоспаларды рН=3,6-3,8 тұндыру, ал аналық ерітіндіні тазартқаннан кейін рН=6,5-8,0 полиуранаттарды тұндыру. Алынған химиялық концентраттардағы уранның мөлшері олардың тазалығына байланысты 40-тан 64 %-ға дейін болуы мүмкін. Десорбциялау ерітінділерін дайындау үшін полиуранатты преципитацияның аналық ерітінділері қолданылады.

Кейбір жағдайларда полиуранатты тортты күшті күкірт қышқылында ерітеді, ал уран-концентрлі ерітінді ТМЗға өңдеуге жіберіледі.

Кейде уранды қышқылданған хлоридті десорбаттардан пероксид түрінде бөліп алады.

Уран алудың гидролитикалық әдісінің қарапайымдылығы мен тиімділігіне қарамастан, оның елеулі кемшілігі бар – айналымдағы, жұмсалған өнімді ерітінділермен бірге жер асты горизонттарына төгілуге тура келетін селитра немесе хлорид ерітінділерінің теңгерімсіз көлемінің жинақталуы.

Уранның күкірт қышқылын десорбциялау әдісі бұл кемшіліктен айырылған, өйткені тауарлық десорбаттардан алынған уранды сорбциялық

немесе экстракциялық әдістермен концентрлеуге және бай сода десорбаттары немесе уран концентрациясы 80-100 г/л реэкстракт түрінде оқшаулауға болады, ал күкірт қышқылының тазартылған ерітінділерін десорбцияға қайтаруға немесе кенді сілтілеуге пайдалануға болады.

Уранды күкірт қышқылы мен нитрат десорбаттарынан концентрациялау және бөлу үшін иондық мембраналармен электродиализ процесін қолдануға болады. Электродиализ процесінде реагенттер – күкірт және азот қышқылдары, нитрат тұздарының алу дәрежесі 70-80 %-ға жететіні, ал уранның бай концентраттар (гидратталған уран диоксиді) түрінде бөлінетіні анықталды.

Уранды карбонатты-бикарбонатты десорбаттардан бөлу 90-100 °С немесе 120-130 °С температурада көміртекті аммоний тұздарын термиялық ыдырату арқылы пайдаланылған газдарды ұстап, уранды түрдегі тұндыру арқылы жүзеге асыруға болады. уранил монокарбонатының, уранаттың және аммоний диуранатының қоспасынан. Алынған тұнбаны ТМЗ-да күйдіргенде, уран ди- және триоксидінің қоспасы түзіледі.

Уранды аммоний көміртегі десорбаттарынан оқшаулаудың тағы бір мүмкін тәсілі оны құрғақ аммоний гидрокарбонатын қосып аммоний уранилтрикарбонат кристалдары түрінде тұндыру болып табылады. Алынған кристалдар кәдімгі химиялық концентраттарға қарағанда әлдеқайда жоғары тазалықпен сипатталады және ТМЗға тасымалданғаннан кейін, тіпті қосымша қайта тазартусыз, күйдіру режиміне байланысты уранның три-, диоксиді немесе азот оксидін алу үшін термиялық ыдырауға ұшырауы мүмкін.

Нитратты регенераттардан уранды тұндыру. Өндірістік тәжірибеде тұнба ретінде құрғақ аммоний гидрокарбонаты, аммиак ерітіндісі және натрий гидроксиді ерітіндісі қолданылады.

Аммоний гидрокарбонатымен, аммоний уранилтрикарбонатымен (АУТК) кристалдармен тұндырғанда ылғалдылығы жоғары (30-40 %), дымқыл кристалдардағы уран мөлшері 25-45 % аралығында болады.

Тұнба өте ұсақ АУТК кристалдарының түзілуіне байланысты салыстырмалы түрде баяу сүзіледі.

АУТК кристалдарының тұздануында маңызды рөлді аммоний бикарбонатының қалдық концентрациясы атқарады, ол 20-40 г/л шегінде сақталуы керек. Ерітіндідегі уран мөлшері 1÷1,5 г/л деңгейінде.

Уранды азот қышқылы ерітінділерінен аммоний гидрокарбонаты немесе аммиакпен рН + 2÷4 дейін салқындату процесінде ерітінділер мөлдір және тұрақты болады. Әрі қарай рН + 5-6 дейін бейтараптандыру кезінде уран тұндыруы байқалады, ал тұндыру уақыты ұлғайған кезде уран тұндыруының толықтығы артады.

рН=7,1 ÷ 7,5 кезінде АУТК кристалдарының оқшаулануының толықтығы ең жоғары: карбонатты аналық ерітіндідегі уран мөлшері 0,61-0,84 г/л.

Химиялық концентратты рН 7,6-дан жоғары аммиакпен тұндырғанда, бастапқы уранның құрамына қарамастан, аналық ерітіндідегі уранның құрамын 0,1 г/л төменге дейін төмендетуге болады.

Уранды сілтімен тұндыру арқылы ылғалды шөгіндіде 26÷45 % уран

мөлшері бар натрий диураты түріндегі химиялық концентрат алуға болады. Аналық ерітіндідегі уранның қалдық концентрациясы тұндыру температурасы $30\div 45$ °С кезінде 0,005-0,008 г/л құрайды, ал ~ 70 °С температурада 0,036-0,078 г/л дейін артады. Химиялық концентраттың ылғалдылығы 30 % шегінде ауытқиды. Сүзу жылдамдығы төмен және іс жүзінде химиялық концентраттың тұндыру температурасына тәуелді емес.

Концентрлі сілтілі ерітінділерді пайдалану бастапқы регенерациялардың сұйылтуын азайтады.

Аммоний гидрокарбонатымен тұндырылған химиялық концентрат тұндырылған сілтімен салыстырғанда мөлдірлеу жылдамдығы (15÷20 есе) және фильтрация жылдамдығы (10÷15 есе) жоғары. Аммоний гидрокарбонатты тұндыруының кемшілігі оның жоғары меншікті шығыны (30÷35 кг/кг уран).

Тауарлық нитратты регенераттарынан кристалдардың реагентсіз тұнбаға түсуі бойынша зерттеулер бар. Тауарлық регенераттарды булану кезінде асқын қаныққан ерітінділер алынады, олардан суыған кезде кристалдар тұнбаға түседі. Тұндыруының жылдамдығы мен толықтығын арттыру үшін буланған тауарлық регенерацияға «тұқым» ретінде құрамында нитраты бар ерітінділермен уранды десорбциялау нәтижесінде алынған кристалдарды қосу қажет.

1.4 Экстракцияны қолдана отырып, ерітінділерден уранды алу

Бейтарап экстрагенттердің уранға қатысты ең жоғары селективтілігі бар. Ең жиі қолданылатыны трибутилфосфат (ТБФ). Ол азот қышқылды ортадан уран шығарады. Бірақ азот қышқылы жоғары құнына байланысты нашар кендерді сілтілеуде пайдаланылмайтындықтан, бұл кезеңде ТБФ қолдануға болмайды. Күкірт қышқылы ерітінділерінен уранды алу үшін қышқыл ФОС және алкиламиндер жиі қолданылады.

Қышқылды фосфорорганикалық қосылыстар сутегі иондарына катион алмасу механизмі арқылы уранил катионын бөліп алады. Уранның таралу коэффициенті алкил радикалындағы көміртек атомдарының санының артуымен артады (ол 230-1420 аралығында өзгереді). Сонымен қатар көптеген қоспалардың таралу коэффициенті әлдеқайда төмен: ванадий 1,5-18, алюминий 0,04-1,6, темір темір 0,04-0,12. Темір жақсы экстракцияланады, сондықтан экстракция алдында оны темір күйіне келтірген дұрыс. Алкилдің ұзындығын ұлғайту экстрагенттің суда ерігіштігін төмендетеді.

Фосфор қышқылының бастапқы күрделі эфирлерінің ішінде додецилфосфат (ДДФК) жиі қолданылады.

Оның тығыздығы суға жақын, тұтқырлығы 3-4 сантипуаз, суда ерігіштігі 0,1 г/л. Оны еріткіштермен 2-5 % дейін сұйылтады: керосин (қайнау °С 210-250 °С), экстрактивті деароматизацияланған еріткіш (РЭД-1 және РЭД-2).

Фосфорил тобының полярлығы жоғары болғандықтан ДДФК димерленеді: фосфорил тобының оттегісі көршілес молекуланың гидроксил

тобының сутегімен координациялық байланыс түзеді.

Сондықтан катион алмасу реакциясын былай жазуға болады:



ДДФК таралу коэффициенті жоғары ($\alpha_u - 520$). Бұл экстракция процесіне кедергі келтіреді. Карбонат ерітінділерін қолдануға болмайды, өйткені ДДФК натрий және аммоний тұздары суда жақсы ериді. Бұл реакцияның тепе-теңдігін солға жылжыту үшін сутегі ионының өте жоғары концентрациясы қажет, ол үшін 10М HCl қолданылады.

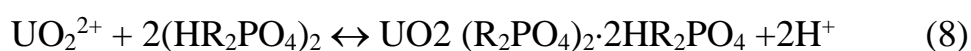
Тотықсыздандыру операциясында оңай алынатын темір темірді темір жоңқаларымен немесе натрий сульфидімен алу қиын темірге дейін тотықсыздандырады. Уран сулы және органикалық фазалардың қарсы ағынымен төрт сатылы араластырғыш-тұндырғышта керосиндегі ДДФК 0,1 М ерітіндісімен экстракцияланады. Рафинатта қалған ванадийді ДДФК 0,4М ерітіндісімен экстракциялайды, ванадийді аршу күкірт қышқылының 2М ерітіндісімен жүргізіледі, ал тазартылған экстракттан аммиак ерітіндісімен ванадийді тұндырады.

Уранды 10М тұз қышқылы ерітіндісімен қайта экстракциялау В:О=1:7 фазалық қатынасында төрт сатылы араластырғыш-тұндырғышта жүзеге асырылады. Тұз қышқылы айдау арқылы 80-90 % қалпына келеді. Бір тазартылған сулы ерітіндідегі уран аммиакпен тұнбаға түседі. Экстрагенттің ұзақ айналымы кезінде онда қоспалар (титан, торий және т.б.) жиналып, экстракция тиімділігін төмендетеді. Оларды жою үшін экстрагентті мезгіл-мезгіл фтор қышқылы немесе аммоний фторидінің ерітіндісімен өңдейді.

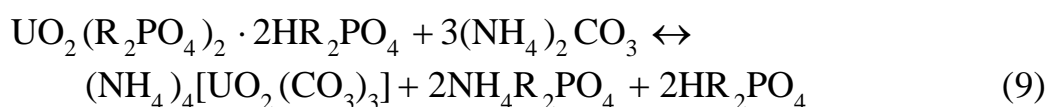
Уранды диалкилфосфаттармен алу. Олардың ең танымалы - ди-(2-этилгексил)-фосфор қышқылы (ЭГФК).

Аздап қышқыл ортада ЭГФК катион алмасу механизмі арқылы катиондарды бөліп алады. Бірақ фосфор тобының полярлығына байланысты экстрагент молекулаларының фосфорил тобының оттегімен катионға қосымша қосылуы катионның максималды координациялық санына (6 немесе 8) дейін мүмкін болады.

Уранил катионының экстракциясы келесі теңдеу бойынша жүреді:



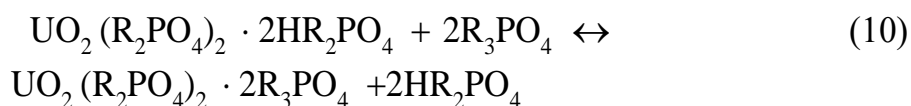
Уран реэкстракциясын 10 М HCl, 20 % HF немесе карбонат ерітінділерімен жасауға болады:



Трикарбонатты комплекс анионының үлкен тұрақтылық константасына

байланысты реакция іс жүзінде қайтымсыз. Органикалық фазада ЭГФК натрий немесе аммоний тұздары түзіледі. Олардың құрамында ЭГФК тұзы, су және еріткіш бар үшінші сұйық фазаның («сақал») түзілуіне бейім екенін ескеру қажет. Үшінші фазаның түзілуін белгілі бір ұзын тізбекті спирттерді (мысалы, децил спирті) немесе триалкилфосфаттарды (мысалы, ТБФ) қосу арқылы болдырмауға болады.

ТБФ қосқанда синергетикалық әсер байқалады, ал алынатын металды шығармайтын бейтарап зат қосылғанда таралу коэффициенті күрт өседі. Осылайша, күкірт қышқылы ерітінділерінен уранды алу үшін керосиндегі 0,1М ЭГФК және ТБФ ерітіндісін пайдаланған кезде уранның таралу коэффициенттері 135 және 0,002 құрайды. Яғни, ТБФ күкірт қышқылы ерітінділерінен уранды іс жүзінде шығармайды. Бірақ синергиялық қоспада уранның таралу коэффициенті 470-ке дейін 3,5 есе артады. Бейтарап фосфонаттар, фосфинаттар және фосфин оксидтері таралу коэффициентін одан да жоғарылатады. Синергизм сольватпен байланысқан ЭГФК молекулаларының экстракцияланатын кешеннен ТБФ молекулаларымен ығысуына байланысты болуы мүмкін.



2 Тәжірибелік бөлім

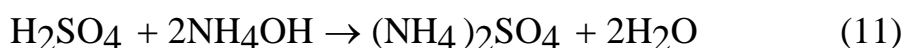
2.1 Ерітінділерден уранды химиялық тұндыру

Ерітінділерден уранды бөліп алу үшін химиялық тұнбаны, ион алмасу процестерін және экстракцияны қолдануға болады.

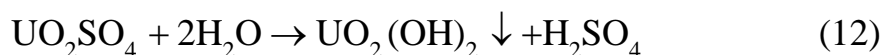
Бұл әдісті тек жақсы түсіндірілген шешімдерге қолдануға болады. Шаймалау кезінде екі түрлі ерітінділер алынады: уран мен қоспалардың әртүрлі қатынасы бар қышқылдық және карбонатты. Тұндыру кезінде олар аналық ерітінділермен шығынды азайтуға, сондай-ақ оларды қоспалардан босатуға тырысады.

Алты валентті уран амфотерлілігімен сипатталады, қышқылдық та, негіздік те қасиеттері өте әлсіз көрінеді. Сондықтан уран қышқылдарының тұздары салыстырмалы түрде оңай гидролизденеді ($\text{pH} = 3,8\text{--}6$), уран қышқылдарының барлық тұздары ерімейді. Осыған байланысты уранды қышқыл ерітінділерден бөлудің ең қарапайым әдісі - сілтілі тұндыру.

Уранды аммиак ерітінділерімен тұндыру. Қышқыл ерітінділерді аммиакпен өңдеу кезінде оның айтарлықтай бөлігі қалдық қышқылдықты бейтараптандыруға жұмсалады:



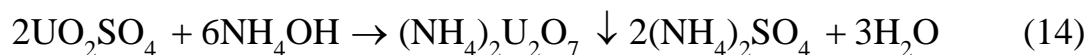
$\text{pH}=3,8$ жеткенде уранилсульфаттың гидролизі басталады:



Әрі қарай уранил гидроксиді аммиакпен әрекеттесіп аммоний полиуранаттарын түзеді:



Аммоний диуранатының тұнбаға түсуінің жалпы теңдеуі:



Тұнбаның құрамы өзгермелі, ол қышқылдардың түріне, уранның концентрациясына байланысты. Уранды сұйылтылған күкірт қышқылы ерітінділерінен тұндырғанда, тұнбаның құрамы диуранатқа ($\text{M}_2\text{O} \cdot 2\text{UO}_3$), азот қышқылы ерітінділерінен аммоний тетрауранат $[(\text{NH}_4)_2\text{U}_4\text{O}_{13}]$ тұнбаға түседі. Концентрацияланған күкірт қышқылы ерітінділерінен тұндыру күрделі құрамды тұнбаларды түзеді, мысалы:



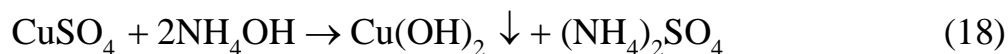
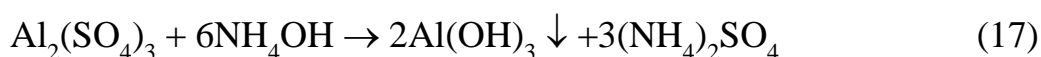
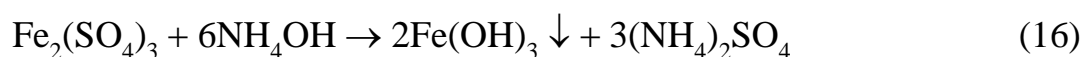
Уранның сандық тұнбасы рН=6 кезінде байқалады.

Сондықтан рН=6-7 шамасында аммиак қосылады. Бұл жағдайда қоспалардың едәуір бөлігі гидроксидтердің ерігіштік өнімдерінің мәндеріне және тұндыру рН мәндеріне сәйкес бір мезгілде уранмен тұндырылады (1-кесте).

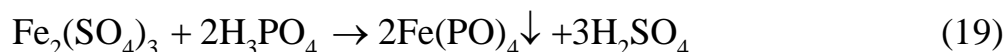
1 Кесте – Металл гидроксидтерін тұндыру үшін рН мәндері

Гидроксид	Fe(OH) ₃	Th(OH) ₄	Al(OH) ₃	Cu(OH) ₂	Cr(OH) ₃
Тұндыру рН	2,5–3,5	3,2–3,5	4–6	5,2–5,8	5,3
Гидроксид	UO ₂ (OH) ₂ (NH ₄) ₂ U ₂ O ₇	Fe(OH) ₂ Ni(OH) ₂ Co(OH) ₂	Mn(OH) ₂	Mg(OH) ₂ Ca(OH) ₂	
Тұндыру рН	3,8–6,0	8–9	8,6–10	>10	

рН = 6–7 кезінде қоспалардың көпшілігі тұнбаға түседі:



Кальций, магний, марганец, темір, никель, кобальт тұнбаға түспейді, сирек жер элементтерінің гидроксидтері жартылай тұнбаға түседі (Тұндыру рН = 7–8). Фосфор мен ванадий уранмен бірге тұнбаға түседі. Тұндыру = 1,5–1,9 болған жағдайда:



Fe³⁺ болмаған жағдайда қос аммоний және уранилфосфат тұнбаға түседі:



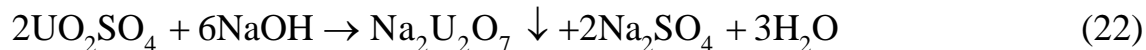
Ванадиймен қосарланған аммоний және уранил ванадаты түзіледі:



Қос фосфаттар мен ванадаттар рН=1,9–2,5 кезінде тұнбаға түседі. Қоспалардың басым бөлігі уранмен бірге жиналатындықтан, байыту дәрежесі төмен (1,5-2 есе), концентрат нашар (кұрғақ шөгінді бойынша уранның 5-8 %).

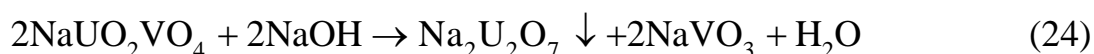
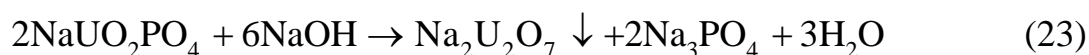
Сілтілік тұнбаның негізгі артықшылығы еріткіштің (судың) үлкен көлемінен бөлінуі болып табылады. Тұнбаны ерітіндіден сүзу арқылы бөледі. Гидроксид тұнбалары тұтқыр, сүзгілеу қиын болады.

Уранды каустикалық содамен тұндыру. Уран ерітіндісіне NaOH әсер еткенде натрий полиуранаты тұнбаға түседі:



Каустикалық сода аммиакпен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие:

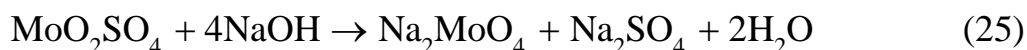
- жақсы тасымалдануы;
- төмен құны;
- ванадий мен фосфордан бөліну мүмкіндігі, артық сілті (pH=10 кезінде) натрий мен уранилдің қос фосфаттары мен ванадаттарын бұзады.



Бұл ретте кемшіліктерді атап өту қажет:

- натрий концентратына енгізу, нәтижесінде одан кейінгі тазарту қажеттілігі туындайды;
- аналық ерітіндідегі уранның жоғары концентрациясы (3–5 мг/л, кейде 10 мг/л дейін).

Айта кету керек, каустикалық содадан артық молибден натрий молибдаттарының ерітіндісі түрінде де ураннан бөлінеді:



2.2 Уран концентраттарын біріктірілген әдіспен тұндыру

Құрамында 23,0-28,5 г/дм³ U, 25 г/дм³ H₂SO₄, 55 г/дм³ NO₃⁻, 43 г/дм³ SO₄²⁻ бар нитрат-сульфатты десорбаттардан уран тұндырылды.

Тұндыру екі кезеңде жүргізілді, бірінші кезеңде нитрат-сульфатты десорбат 25 % сулы аммиак ерітіндісімен бейтараптандырылды. Екінші кезеңде бейтараптандыру 180 г/дм³ концентрациясы бар УАС ерітіндісімен жүргізілді.

Әлсіз қышқылдық аймақта күкірт қышқылы ерітінділерінен уранды аммиакпен тұндыру кезінде уранилдің қос сульфатты тұздары түзілетіні белгілі, мысалы, (NH₄)₂[(UO₂)₂SO₄(OH)₄]·4H₂O, мүмкін, бұл түштеп келгенде дайын өнімдегі күкірт мөлшерінің артуына әкеледі. Күкірт құрамының жоғарылауы ТБФ көмегімен уранды кейінгі экстракциялық тазарту тиімділігінің төмендеуіне әкеледі. Сондықтан зерттеудің бастапқы кезеңінде химиялық

концентраттағы күкірттің массалық үлесінің мәніне бейтараптандырудың бірінші кезеңінің рН₁ әсері анықталды (4.1-кесте).

Алынған концентраттардағы уранның массалық үлесі ASTM халықаралық стандартының талаптарын қанағаттандыратын аммиакпен тауарлық десорбатты бейтараптандырудың бірінші сатысының рН₁ мәніне қарамастан 65%-дан кем емес. Бірақ бірінші жауын-шашын сатысының рН₁ мәні жоғарылағанда дайын өнімдегі күкірт мөлшері артады. Бейтараптандырудың бірінші сатысының рН₁ мәнін 4,0-ден жоғары көтеруге жол берілмейді, өйткені қазірдің өзінде рН₁ 4,5 концентраттағы күкірттің массалық үлесі 7,1 % (уран массасынан) дейін артады, ал концентраттар сапасыз болады.

2 Кесте – Дайын өнімдегі уран мен күкірттің құрамына аммиакпен бейтараптандырудың 1-кезеңіндегі рН₁ мәнінің әсері

рН ₁ мәні 25 % аммиак ерітіндісімен бейтараптандырудың 1-кезеңі	рН ₂ мәні 2-ші кезең УАС ерітіндісімен бейтараптандыру	Уран ерітіндісі мөлшері мас. %	Уранның тұнбасы %
2,5	6,8	80,5	97,5
3,0	6,8	77,5	97,5
4,0	6,8	78,3	98,2
4,5	6,8	77,4	98,5

Аммиакпен рН₁ 4,5 дейін бейтараптандыру арқылы алынған концентраттағы күкірт мөлшерінің жоғарылауы осы жағдайларда қос сульфат тұздарының түзілуіне байланысты болуы мүмкін.

Осылайша, тауарлық регенератты аммиакпен бейтараптандырудың бірінші кезеңінің рН₁ мәні 2,5 - 4,0 болып анықталды. Дегенмен, процесс рН₁ 2,5 кезінде жүргізілгенде, екінші сатыда аммоний карбонаты тұзының шығыны арта түсетінін атап өткен жөн, сондықтан нитрат-сульфатты десорбаттарды аммиакпен бейтараптандыру үшін тиімді рН диапазоны болуы керек. 3,0-4,0 деп есептеледі. Екінші кезеңде рН₂ 6,7 - 6,8 дейінгі УАС ерітінділерімен уранның массалық үлесі кемінде 65 % және күкірт мөлшері уран массасынан 0,1 % аспайтын уран концентратын алуға мүмкіндік береді.

2.3 Уран концентраттарын натрий гидроксидін пайдалана отырып, аралас әдіспен тұндыру

Аралас тұндыру әдісі зерттелді, ол тауарлық десорбатты бейтараптандырудың бірінші сатысында аммиактың орнына натрий гидроксидін қолданудан тұрады.

Зерттеудің бастапқы кезеңінде концентраттағы күкірттің құрамына бірінші кезеңінің рН₁ әсері анықталды. Тауарлық десорбат 200 г/дм³

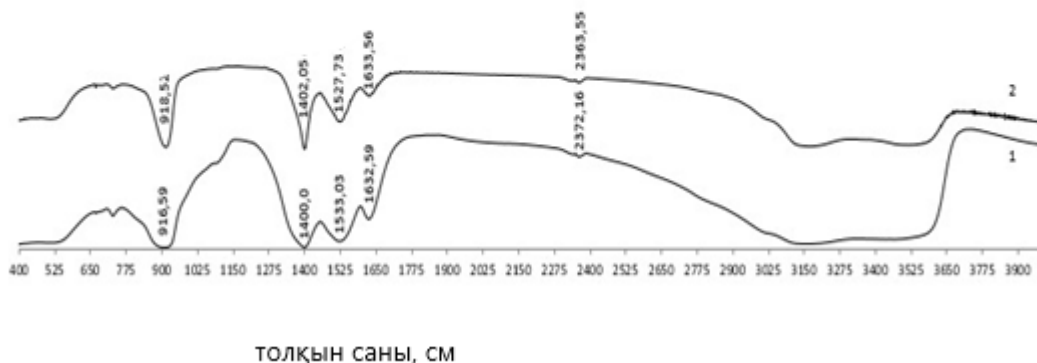
концентрациясы бар натрий гидроксиді ерітіндісімен рН₁ 3,0–4,5 дейін, содан кейін реакциялық ауа қоспасымен үздіксіз үрлеу арқылы УАС (карбонат пен аммоний гидрокарбонатының қоспасы) ерітіндісімен (180 г/дм³) рН₂ 6,7–6,8 дейін бейтараптандырылды. 3-кестеде құрғақ концентраттардағы уран мен күкірттің массалық үлесінің мәндері көрсетілген.

3 Кесте – Натрий гидроксидімен бейтараптандырудың бірінші сатысының рН₁ мәнінің дайын өнімдегі уран мен күкірт құрамына әсері

1-ші NaOH бейтараптандыру сатысының рН ₁ мәні	рН ₂ мәні 2-ші кезең УАС ерітіндісімен бейтараптандыру	Уран ерітіндісі мөлшері мас. %	Уранның тұнбасы %
2,5	6,8	65,1	90,5
3,0	6,8	65,0	90,5
4,0	6,8	72,0	93,2
4,5	6,8	73,8	93,5

Осылайша, 4,0-ден жоғары рН₁ дейін бейтараптандыру күкірттің жоғары болуына байланысты сапасыз концентратқа әкеледі. Алынған концентраттардың үлгілеріндегі натрий мөлшері ASTM C967-13 стандартының талаптарына сәйкес келетін уранның салмағы бойынша 0,2 % аспайды (0,5 % көп емес).

1 суретте уран концентраты үлгілерінің ИҚ спектрлері көрсетілген. Аралас тұндыру әдісімен алынған барлық зерттелген үлгілердің спектрлері үшін келесі сипаттамалық шыңдарды бөлуге болады. 919 см⁻¹ интенсивті шыңы UO₂²⁺ антисимметриялық созылу тербелістеріне сәйкес келеді. 1400 см⁻¹ аймағында сіңіру шыңының және 3150 см⁻¹ аймағында кеңейген жолақтың болуы [NH₄]⁺ тобының үш есе азған антисимметриялық тербелістеріне байланысты. 1530 см⁻¹ абсорбция шыңы NO₃⁻ нитрат тобының антисимметриялық тербелістерінен туындайды. Толқын саны 1633 см⁻¹ жолақ [OH]⁻ гидроксил тобының деформациялық қайшы тербелістеріне сәйкес келеді. 2363-2372 см⁻¹ аймағындағы әлсіз сіңіру шыңы құрылғы камерасында көмірқышқыл газының болуына байланысты. 3400-3600 см⁻¹ аймағындағы спектрлік жолақтардың суперпозициясы [OH]⁻ су тобының тербелісінен туындайды.



1 Сурет – ТД бірінші кезеңде ерітіндімен бейтараптандыру кезінде аралас әдіспен алынған ерітіндідегі уран ИҚ-спектрлері

Бөлшек өлшемдерінің таралуын талдауға сәйкес, зерттелетін технологияны енгізу нәтижесінде алынған суспензиялар ұсақ дисперсті (4 кесте). Тұндыру бөлшектері кептіру кезінде айтарлықтай агрегацияланады және дайын өнімнің үлгілерінде ірі, дұрыс емес пішінді агломераттар түрінде болады (2 сурет). Бұл факторлар зерттелетін үлгілер үшін небәрі 1112 - 1293 кг/м³ құрайтын сығудың көлемдік тығыздығының төмендеуіне әкеледі.

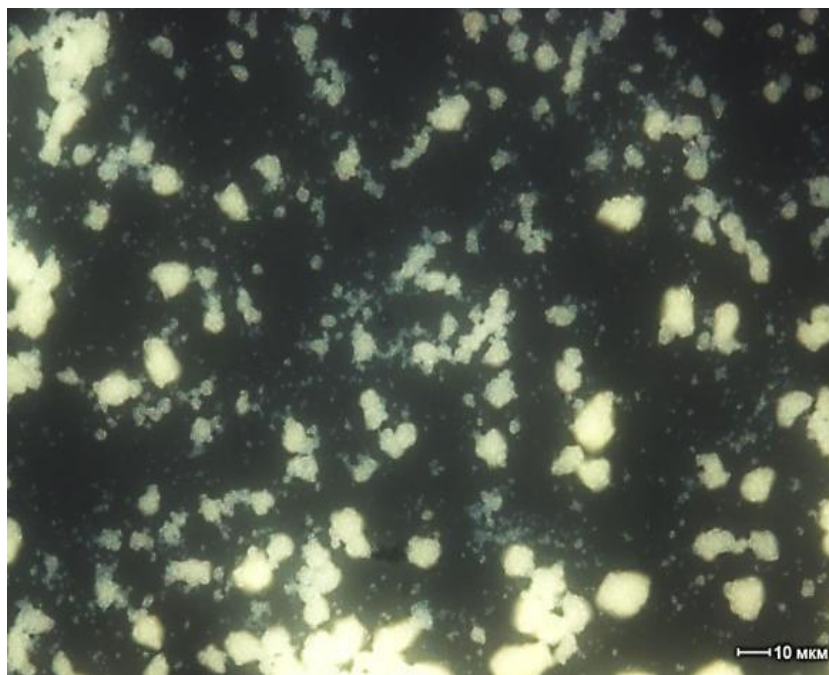
4 Кесте – Уран суспензиялары мен құрғақ концентраттарының орташа бөлшектерінің диаметрі

рН1 мәні 25 % аммиак ерітіндісімен 1-кезеңді бейтараптандыру	рН2 мәні 2-кезеңді УАС ерітіндісімен бейтараптандырудың 2-ші	Суспензия бөлшектерінің орташа диаметрі, мкм	Құрғақ концентраттардың орташа бөлшектерінің диаметрі, мкм	Сусымалы тығыздығы, кг/м ³
3,0	6,8	1,5	10,8	1286
3,5	6,8	2,4	3,4	1112
4,0	6,8	2,1	8,2	1139
4,5	6,8	12,8	17,2	1293

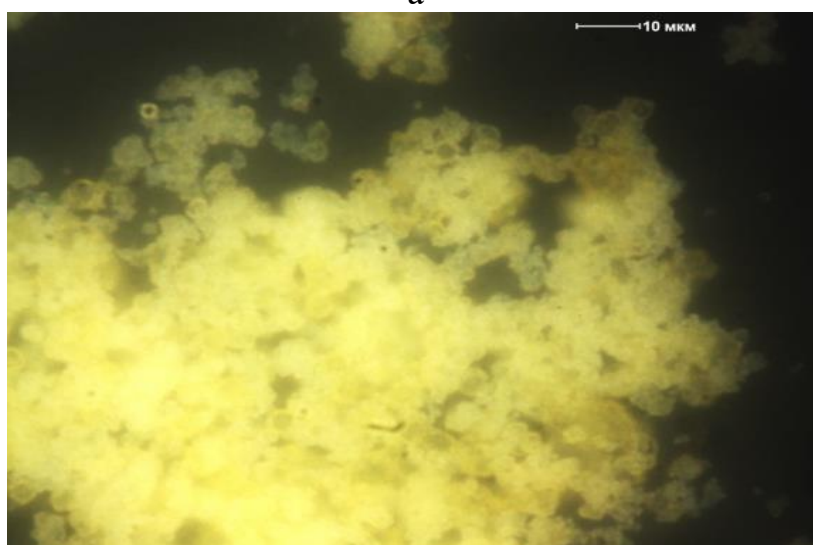
Сусымалы тығыздықтың ең жоғары мәні рН1 4,5 деңгейінде алынған концентраттарға ие, олар күкірттің жоғары болуына байланысты стандартқа сай емес.

Осылайша, бірінші кезеңде нитрат-сульфатты десорбатты аммиак ерітіндісімен (200 г/дм³) рН₁ 3,0 - 4,0 дейін бейтараптандырудан тұратын аралас тұндыру әдісі және УАС ерітіндісі (180 г/дм³) екінші кезеңде рН₂ 6,7–6,8

(үздіксіз ауамен үрлеумен) құрамында ураны жоғары (90 % аса) тез тұндырылатын және жақсы сүзілген концентраттарды алуға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда күкірттің үлесі аз және уран массасының 0,3 % аспайды. Синтез кезінде концентраттардың натриймен ластануы болмайды.



а



б

2 Сурет – бірінші кезеңде аммиак ерітіндісімен (200 г/дм^3) рН 3,0 (а) және 4,5 арқылы бейтараптандыру кезінде аралас әдіспен алынған уран концентраттары үлгілерінің микроқұрылымы; екінші кезеңде УАС ерітіндісімен (180 г/дм^3) рН 6,7-6,8 (б) дейін бейтараптандыру

Соған қарамастан, зерттелетін технология натрий гидроксиді тұнбаның жоғары құнына байланысты кәсіпорында практикалық қолдануда қызығушылық тудырмайды.

2.4 Уран концентраттарын аммиакпен тұндыру

Біріктірілген уранды тұндыру технологиясы тауарлық дайын өнімді алуға қабілетті болғанымен, дайын өнімнің жоғары сапасын сақтай отырып, УАС қолдануды толығымен болдырмайтын тұндыру технологиясын әзірлеу қажет.

Жұмыстың бірінші кезеңінде концентраттағы күкірттің құрамына тұнбаға рН мәнінің әсері зерттелді. Уранның рН 6,0 төмен емес кезінде тұнбаға түсетіні белгілі. Алайда рН мәндерінің бұл диапазонында уранның құрамында сульфат ионы бар қос тұздар түріндегі тұнбаға түсуі мүмкін, бұл өнім құрамындағы күкірт мөлшерінің жоғарылауына әкеледі. Сондықтан нитрат-күкірт қышқылының десорбаттарын бейтараптандыру кең рН диапазонында жүргізілді. Процесс тура тұндыру әдісімен жүргізілді. Тұндырғыш ретінде аммиактың 25 % сулы ерітіндісі қолданылды (5 кесте).

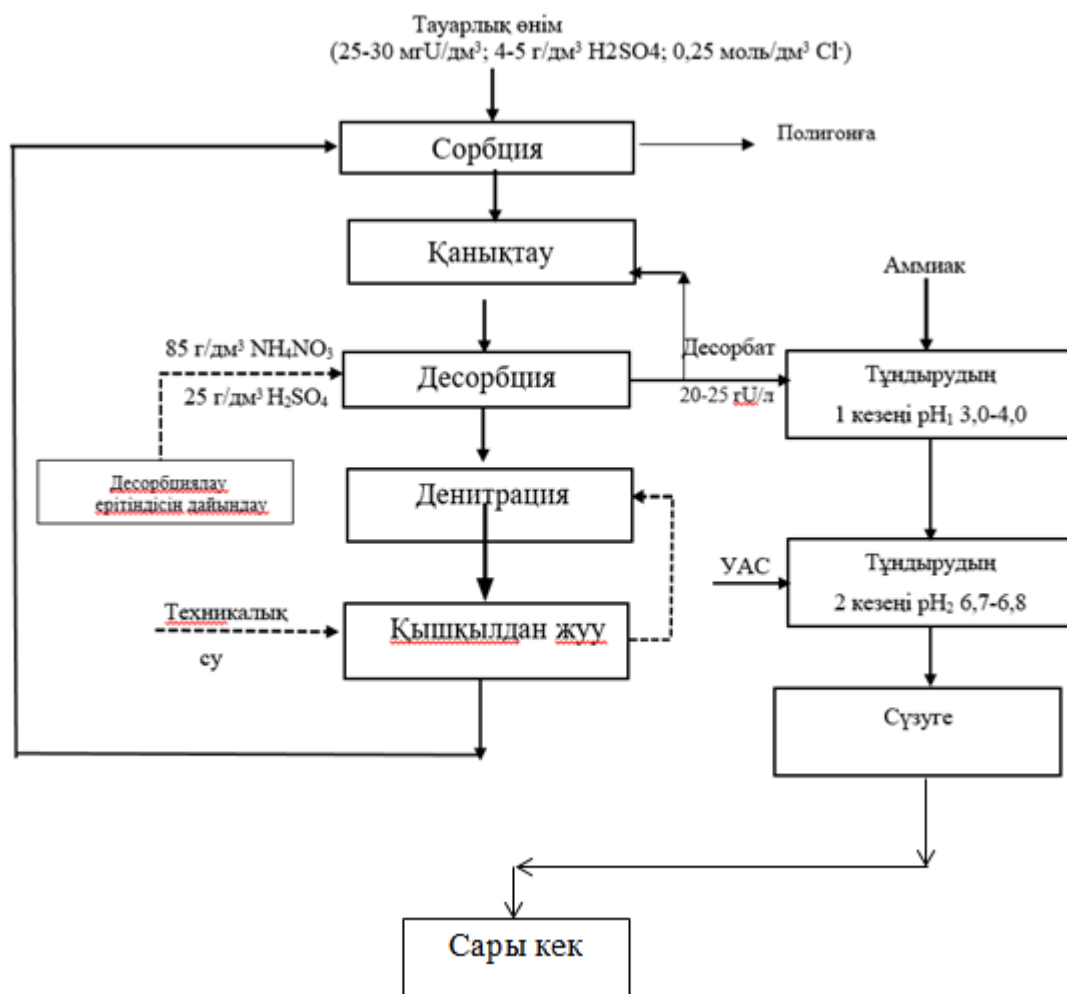
Тікелей тұндыру әдісі тауарлық десорбаттың көлеміне берілген рН мәніне дейін аммиактың 25 % сулы ерітіндісін қосудан және пульпаны тұндырудың әрбір сатысында (кезеңдік бейтараптандыру жағдайында) тұрақты араластыра отырып, 1 сағат бойы ұстаудан тұрады.

5 Кесте – 25 % сулы аммиак ерітіндісімен тұндыру кезінде концентраттардағы уран мен күкірттің құрамына рН әсері

Тәжірибе №	рН мәні				Концентраттағы мөлшері, %	
	1 кезең	2 кезең	3 кезең	4 кезең	U	S (U массасынан %)
1	4,5	-	-	-	62,8	7,3
2	4,0	5,5	-	-	62,7	7,7
3	3,0	7,5	-	-	65,0	4,5
4	4,0	7,5	-	-	62,5	7,3
5	5,5	7,5	-	-	64,5	6,1
6	4,5	5,5	7,5	-	63,6	7,1
7	4,6	5,0	6,2	-	64,5	6,5
8	3,0	3,5	4,5	7,5	64,4	6,9
9	6,0	-	-	-	74,6	1,1
10	6,5	-	-	-	74,4	1,4
11	7,0	-	-	-	75,0	0,1
12	7,5	-	-	-	76,1	0,1
13	8,0	-	-	-	74,9	0,6

Осылайша, уран және күкірт құрамы бойынша кондицияланған концентраттарды рН 6,5-тен жоғары тұндыру процесін тікелей тұндыруды жүргізу арқылы алуға болады.

Құрама әдіспен уран концентратын тұндыру арқылы өнімді ерітінділерден уранды сорбциялық алудың схемасы 3 суретінде көрсетілген.



3 Сурет - Уранды бөліп алу сұлбасы

3 Техникалық-экономикалық бөлім

3.1 Шикізаттың сипаттамасы

Уран өндірісінің шикізаты ұңғымаларды жерасты шаймалау арқылы алынған өнімді ерітінділер болып табылады. Күкірт қышқылын шаймалау ерітіндісі ретінде қолданады.

Күкірт қышқылы химия өнеркәсібіндегі ірі тоннажды қышқылдардың бірі болып табылады. Ол металл оксидтерін, таза металдардың көпшілігін ерітеді және температураның жоғарылауымен тұз ерітінділерінен доға қышқылдарын ығыстырады. Шаймалау ерітінділеріндегі күкірт қышқылының концентрациясы процесс барысында өзгереді. Кеннің қышқылдану кезеңінде ол жоғары болуы керек (20-50 г/л немесе 2-5 %). Болашақта кендердің көптеген түрлері үшін өнімді ерітінділердің рН 1-ден 2-ге дейінгі диапазонда ұстау жеткілікті.

Ерітіндіде көп мөлшерде өтеді: кальций, магний, темір және алюминий. Ерітіндіге бағалы компоненттер болып табылатын ванадий мен молибден де өтеді. Құрамында ванадий көп болғандықтан өнімді ерітінділер сары түске боялады, сондықтан химиялық концентраттың атауы «сары кек» [1], [6].

3.2 Технологиялық сұлбаның сипаттамасы

Полигоннан алынған өнімді ерітінді сорбциялық колонналарға беріледі, онда бірқатар операциялар орындалады, нәтижесінде тауарлы десорбат резервуарындағы тауарлық регенерат тұндыру каскадына түседі. Тұндыру каскадының ыдысына бу кристалдардың өсуіне, сондай-ақ тауарлық регенерациялардан уранның шөгу тереңдігіне айтарлықтай әсер ететін оңтайлы тұндыру температурасын ұстап тұру үшін беріледі. Мұнда көмірқышқыл газы мен аммиакты жою үшін сығылған ауа да беріледі. Содан кейін кристалдардың пульпалары контактілі резервуарға түседі, ол жерден конусты тұндыру цистерналарына айдалады, онда шөгу процесі жүреді. Конденсацияланған өнім сүзуге беріледі. Процесс аяқталғаннан кейін дайын өнімдер теңіз контейнерлеріне салынып, қоймаға тасымалданады.

3.3 Шөгудің материалдық балансы

Тұндыру әдісімен десорбциядан кейін ерітіндіден таза уран тұздарын алуға болады. Уранды тұндыру кезінде 98 % шөгіледі.

Шөгілген уранның мөлшерін есептейміз:

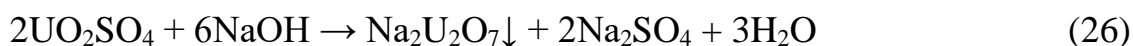
$$58,2 \cdot 0,98 = 57 \text{ кг}$$

Тұндырылған кезде ерітіндіде қалады:

$$58,2 - 57 = 1,2$$

Уранның натрий диуранаты түрінде тұнбаға түсуі келесі реакциялар

бойынша жүреді:



3.4 Тұндыру колонналарын есептеу және таңдау

Тұндыру колонналарын таңдау бір сағат ішінде тұну цикліне түсетін көлемдерге байланысты жүргізіледі.

Тұндыру процесінде тауарлық регенераттың рН біртіндеп рН–1,2-ден 7,0-ге дейін бейтараптандырылады. Тәжірибе көрсеткендей, тауарлық регенераттың бейтараптануы неғұрлым баяу болса, соғұрлым сары кек кристалдарының физикалық параметрлері жақсы болады.

Сондықтан көлемі 18 м^3 болатын АОП-1500 (булы тұндыру аппараты) қондырғысын қолданамыз. Аппараттың конструктивтік ерекшелігі тауарлық реагенттің төменнен жеткізілу және жоғарғы дренаждан тұрады. Колоннаның құрылымы тауарлық регенераттың рН деңгейін біркелкі арттыруға мүмкіндік береді. АОП-1500, $V = 18 \text{ м}^3$, орнату үшін 3 дана көлемінде қолданылады.

3.5 Уран өндірудің технологиялық режимінің нормалары

6 Кесте – Технологиялық режимнің нормалары

Көрсеткіштердің атауы	Көрсеткіштің мәні
Тұндырғыштың көлемі, м^3	15
Тұндыру каскадындағы бағандар саны, дана	3
Тұндыруға арналған тауарлық десорбатты жеткізу, $\text{м}^3/\text{сағ}$	0-15
Тұндыруға берілетін тауарлық десорбаттың температурасы, $^{\circ}\text{C}$	50-57
Тұндыруға каскадының бағандарындағы ерітінділердің рН мәні	3,0-4,5
Пульпа жинағыштағы ерітіндінің рН мәні, рН	6,8

4 Қоршаған ортаны қорғау және радиациялық қауіпсіздік

4.1 Ластану көзі

Өнімді ерітінділерді өңдеу кезінде құрамында табиғи радиоактивті изотоптары (радий, уран) бар газ тәрізді, сұйық және қатты қалдықтар түзілуі мүмкін. Технология технологиялық шешімдердің тұйық циклдарын қолданумен байланысты және іс жүзінде қалдықсыз өндіріс болып табылады.

ЖШ процесін дұрыс жүргізгенде, айналмалы сумен жабдықтау жүйесін құру арқылы жер беті іс жүзінде ластанбайды, бұл рекультивацияға ең аз шығындарға әкеледі.

Дегенмен, технологиялық ерітінділердің шектеулі кездейсоқ төгілуі мүмкін. Ерітінділер төгілген жерлерде жер беті уран-радий қатарындағы табиғи радионуклидтермен ластануы мүмкін.

Радиациялық және химиялық ластанулардың негізгі түрлері:

- 1) ауаның радионуклидтермен ластануы;
- 2) ауаның улы химикаттармен ластануы;
- 3) жабдықтардың, ғимараттар мен құрылыстардың жұмыс беттерінің радионуклидтермен ластануы;
- 4) топырақтың ластануы;
- 5) жер үсті және жер асты суларының ластануы;

Жоғарыда аталған ластанулардың алдын алу және олардың қоршаған ортаға және халыққа әсерін азайту мақсатында жобада келесі шаралар көзделген:

- персоналға радиоактивтіліктің төтенше жағдайының көбеюі күтілетін аймақтардың болуы туралы хабарлау;
- жұмыс аймағының контуры бойынша ескерту және ақпараттық белгілерді орналастыру;
- гамма-фон өсетін жерлерде жалпы альфа-белсенділігін анықтай отырып, топырақ сынамаларын ала отырып, өндірістік алаңның аумағына жыл сайынғы гамма түсірілімін жүргізу;
- технологиялық ерітінділердің авариялық төгілуі кезінде сорбциялық, десорбциялық және дайын өнімді сақтау орындарында оперативті гамма-сәулелік түсіру;
- сорбциялау, десорбциялау орнында және дайын өнім қоймасында айына бір рет жиілікпен ауаның ұзақ мерзімді радиоактивті аэрозольдармен ластануын өлшеу;
- ЖШ полигонының технологиялық құбырларының герметизациялануын ай сайынғы бақылау.
- қолданылатын технологиялық шешімдерге төзімді жабдық үшін арнайы баспайтын болаттарды таңдау;
- барлық технологиялық жабдықтан жергілікті сорғы жүйесін ұйымдастыру;
- жұмыс алаңдарын гидравликалық тазалауды, сорбцияны,

десорбцияны, сондай-ақ дайын өнім қоймасын орнатуды әр ауысым сайын ұйымдастыру;

- жөндеуге шығарылған немесе кәдеге жаратылатын жабдықтар мен құбырларды залалсыздандыру;
- технологиялық процестерді максималды автоматтандыру.

4.2 Дайын өнімді және радиоактивті қалдықтарды көліктік бақылау

Табиғи уранмен көрсетілген арнайы көліктермен тасымалданатын дайын өнімнің мөлшері А1 қызметі бойынша ПБПРМ-99 1-кестеге сәйкес шектелмейді.

Тасымалдау индексі (ТИ) 0,05 құрайды, ол ПБПРМ-99 526-тармағына және көліктік контейнердің радиациялық бақылау актісін өлшеу нәтижелеріне сәйкес анықталады (ҚОӘБ 11-қосымша, 2-том). Критикалық қауіпсіздік индексі (PBPRM-99 б. 528) 0. Қаптама санаты II–САРЫ (534-бет, VII кесте).

ПБПРМ-99301-тармағына сәйкес радиоактивті материалдарды тасымалдау «Қазатомөнеркәсіп» ҰАК» ЖАҚ әзірлеген радиациядан қорғау бағдарламасына сәйкес жүзеге асырылады.

Дайын өнімді және радиоактивті қалдықтарды тасымалдау міндетті бақылауға жатады, оның мақсаты көлік персоналының, халықтың және қоршаған ортаның әсер етуінің рұқсат етілген (бақылау) деңгейінен аспауды қамтамасыз ету болып табылады.

Бұл бағыттағы жұмыстарға мыналар жатады: жүргізуші мен ілесіп жүрушінің жұмыс орнын әрбір сапар алдында тиісті журналға әсер ету дозасының жылдамдығын тіркей отырып және кейіннен жеке карточкаларға жазу арқылы дозиметриялау. Сонымен қатар, әрбір жөнелтуден кейін экспозициялық дозаның жылдамдығы жүктің сыртқы бетінен 1 м қашықтықта көлік индексіні анықтау үшін өлшенеді. Кез келген нүктеде, жүктің сыртқы бетінен 1 м қашықтықта ең жоғары радиация деңгейі химиялық уран концентраттары үшін 0,02 мЗв/сағ аспауы керек (ПБПРМ-99 б. 526). Радиоактивті қалдықтарды тасымалдау кезінде арнайы көлік құралының кузовының сыртқы бетінің кез келген нүктесіндегі сәулелену дозасының жылдамдығы 0,8 мЗв/сағ, ал жүргізуші кабинасында - 11 мЗв/сағ аспауы керек (5.13-бет СПОРО-97).

Радиациялық бақылау актісіне сәйкес тасымалданатын десорбаттардың (элюаттардың) тасымалдау контейнерлерінің сыртқы бетінен 1 м қашықтықта гамма-сәулелену дозасының жылдамдығы 0,35–0,38 мкЗв/сағ.

Табиғи уранның химиялық концентратын тасымалдау уақытылы техникалық байқаудан өткен MAZ, RENAULT базасындағы мамандандырылған көліктермен жүзеге асырылады. Дайын өнімді тасымалдау герметикалық жабылған ТҮК-118 контейнерінде немесе герметикалық жабылған контейнерлерде орнатылған ТҮК-44/8 бөшкелерде тасымалдау ережелерін, оның ішінде маршрут пен қауіпсіздік шараларын қатаң сақтай отырып жүзеге

асырылады. Автокөлік екі көмірқышқылды өрт сөндіргішпен, жеке қорғаныс құралдарымен, авариялық жөндеуге арналған құралдар кешенімен, қашықтан хабарлау үшбұрыштарымен, апаттық сигнализациямен, екі «Қозғалуға тыйым салынады» белгісімен, доңғалақты қаңқамен, қашықтықтан радиациялық қауіпсіздік белгілерімен, арнайы дыбыстық және жарық дабылдары (сирена, жыпылықтайтын қызыл маяк). Радиациялық қауіптілік белгілері автомобильдің бүйірлерінде (шанақта) және есіктерінде қолданылуы керек.

Қауіпті жүктерді тасымалдау маршруты – табиғи уранның химиялық концентраты жыл сайын жасалып, ішкі істер департаментінің органдарымен келісіледі.

Кәсіпорын аумағынан радиоактивті қалдықтарды кәдеге жарату үшін «ГРК» ЖШС Дала кен басқармасы филиалының қолданыстағы қоймасына тасымалдау МАЗ негізіндегі мамандандырылған көлікпен жүзеге асырылады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі уақытта атом энергетикасы өз дамуының жаңа кезеңіне аяқ басты. Бұл, ең алдымен, электр энергиясын өндірудің сенімді және арзан көзі ретінде атом өнеркәсібіне деген көзқарастың қалыптасып қалғандығына байланысты. Адамның термоядролық энергияны бақылауы және жаңартылатын энергия көздерін – күн, жел, мұхитты пайдалану – болашақтың болашағы ғана. Сонымен бірге атом саласының даму қарқынының артуы технологиялық тиімді процестерді құруды талап етеді. Бұл тек ядролық отынды өндіруге ғана емес, сонымен бірге қоршаған ортаны қорғаудың заманауи талаптарын ескере отырып, оны өңдеуге және қалпына келтіруге де қатысты. Уран химиясы мен технологиясына қатысты жоғарыда келтірілген материалда тек жалпы ақпарат қарастырылды, бұл уранды және оның қосылыстарын атом өнеркәсібінде пайдаланудың арқасында ғана уран химиясы мен оның технологиясын бір деп санауға болады деп айтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бүгінгі күннің өзінде кейбір технологиялық жетілдірулер қажет, мысалы, кенді өңдеу және байыту сатысында уранды барынша толық өндіру, жоғары таза ядролық отынды өндіру және т.б. Бұл мәселелерді шешуде уранның химиясы мен технологиясын білу маңызды рөл атқарады, сонымен бірге бұл мәселелерді әртүрлі бағытта қарастыруға болады.

Бұл дипломдық жобада табиғи уранды тұндыру әдістері қарастырылды. Ерітінділерден уранды химиялық тұндыру процесстері және ерітінділерден уранды органикалық еріткіштермен экстракциялау қарастырылды.

Сондай-ақ персоналдың қызмет көрсететін жабдықтарының жұмысына әсер ететін зиянды факторларға талдау жасалды. Радиациялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету, жұмыс орнын жарықтандыруды ұйымдастыру, өрт қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау шаралары берілген.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Ахметов Н.С. Жалпы және бейорганикалық химия. М.: Жоғары мектеп, 1988. 639 б.
- 2 Минералдар мен тау жыныстарындағы уранның мөлшерін бөлу фрагменттерінің іздері бойынша анықтау. NISAM нұсқауы. . М.: MINGEO, 1974 ж. 28с.
- 3 Соболева М.В., Пудовкина И.А. Урановые минералы. Мемгеолтехиздат, 1957. С 408.
- 4 Гецева Р.В., Савельева К.Т. Инструкция по определению урановых минералов. М.: Мемгеолтехиздат, 1956. С 260.
- 5 Галкин Н.П. Технология урана / Б.Н. Судариков, У.Д. Верятин. – М.: Атомиздат, 1964. – С 308.
- 6 Громов Б.В. Ознакомление с химической технологией урана. – М.: Атомиздат, 1978.
- 7 Волдман Г.М., Зеликман А.Н. Основы экстракционных и ионообменных процессов в гидрометаллургии. - М.: Машиностроения, 1982.
- 8 Язиков В.Г., Забазов В.Л., Петров Н.Н, Рогов Е.И. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана. - Алматы, 2001. – 244 б.
- 9 В.А. Мамилов. Добыча урана методом подземного выщелачивания. – М.: Атомиздат, 1980.
- 10 Бугенов Е.С., Василевский О.В. Физико-химические основы и технология получения химических концентратов природного урана. Учебник для химико-технологических и металлургических специальностей вузов - Алматы, 2006.
- 11 Стерлин Я.М. Металлургия урана. – М.: Атомиздат, 1975.
- 12 Жиганов А.Н., Гузеев В.В., Андреев Г.Г. Технология диоксида урана для керамического ядерного топлива. – Томск, 2002. – 326 с. 62
- 13 Майоров А. А., Браверман И.Б. Технология получения порошков керамической двуокиси урана. М.: Энергоатомиздат, 1985.
- 14 Основы жидкостной экстракции / [В. В. Сергиевский, А. В. Очкин, Г. А. Ягодин и др.]; Под ред. Г. А. Ягодина. - М.: Химия, 1981. - 399 с.
- 15 Основные процессы и аппараты химической технологии.. Ред. Дытнерский Ю.И. - М.: Химия, 1991. - 496 с.
- 16 Иоффе, Иосиф Львович. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии: учебник для средних специальных учебных заведений / И. Л. Иоффе. - Ленинград: Химия, 1991. - 352 с.
- 17 Кузнецов А.Т. Основы строительного бизнеса. М.: Высшая школа, 1968.
- 18 Злобинский Б.М. Производственная санитария: Справ. пособие. Справочник. - М.: Машгиз, 1964.-704с.
- 19 Основные правила безопасности и физической защиты при транспортировке ядерных материалов. (ОПБЗ-83). М., 1984.
- 20 «Уран өнеркәсібінің өзекті мәселелері». II Халықаралық ғылыми-

практикалық конференция. Алматы 10-13 шілде 2002 ж.

21 Комплексы выщелачивания на месте / Под ред. доктора технических наук О.Л.Кедровский. М.: Недра 1992.

22 «Қазатомөнеркәсіп» Ұлттық атом компаниясы» АҚ ресми сайты <http://www.kazatomprom.kz>.

23 «Радиациялық қауіпсіздік туралы» 1998 жылғы 23 сәуірдегі Заң

24 Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – М.: Атомиздат, 1977.

25 Хоффман Г.Л. Свойства дисперсионных топлив U-Mo. – Аргонна (АҚШ): Национальная лаборатория Аргонны, 1995.

26 СТРП 38944979-09-2012 ж. ұйымдастыру стандарты. Сапа менеджменті жүйесі. Тәрбие жұмыстары. Мәтіндік және графикалық материалды құруға, көрсетуге, безендіруге және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар. – Алматы, ҚазҰТУ, 2012. – 49 б.

27 Смирнов Ю.В., Ефремов З.И., Скороваров Д.И., Иванов Г.Ф. Гидрометаллургическая переработка уранового рудного сырья. – М.: Атомиздат, 1979. 280 с.