

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті

О.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

МЕТЕРОВА АҚТОЛҚЫН МАХСЕТОВНА

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: ҚАНЖУҒАН КЕН ОРНЫНДАҒЫ УРАННЫҢ ӨНІМДІК
ЕРІТІНДІЛЕРІН ӨНДЕУ ЖОБАСЫ

5B073700 – Пайдалы қазбаларды байыту мамандығы

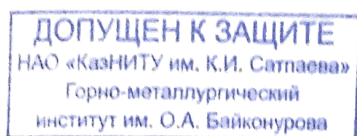
Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті

О.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:

МжПҚБ кафедрасының меңгерушісі
техника ғылымдарының кандидаты

М.Б. Барменшинова
« 20 / 8 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: «Қанжуған кен орнындағы уранның өнімдік ерітінділерін өңдеу жобасы»

5B073700 – Пайдалы қазбаларды байыту мамандығы

Орындаған: Метерова Ақтолқын Махсетовна

Ғылыми жетекші:
PhD доктор, сениор-лектор А.Р. Мамбеталиева

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B073700 - Пайдалы қазбаларды байыту

БЕКІТЕМІН
МЖИКБ кафедра меңгерушісі
Техника ғылымдарының кандидаты
Барменшинова М.Б.
«10» маусым 2018 ж.

**Дипломдық жобаны орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Метерова Ақтолқын Махсетовна

Тақырыбы: «Қанжуған кен орнындағы уранның өнімдік ерітінділерін өңдеу жобасы»

Университет Ректорының «08» қазан 2018 жылғы №1113-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «04» мамыр 2019 жыл

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері:

Жобаны орындауға негізделген сұрақтардың тізбесі немесе дипломдық жобаның қысқаша мазмұны.

Кіріспе. Кен орнының сипаттамасы. Жобаның технологиялық бөлімі. Технологиялық шешімдерді жасау. Негізгі және қосалқы құрылғыны таңдау және есептеу. Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды нақты көрсетумен): жалпы жоспар; құрылғыны цехте орналастыру – жоспары, кималары; қайта өңдеудің технологиялық сұлбасы.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1. Петросьянц А.М Современные проблемы атомной науки и техники в СССР Изд 3-е –М Атомиздат , 1977
2. Комплексные соединения урана Под ред И.И.Черняева –М Наука, 1964
3. Исследования в области химии урана Под ред В.И.Спицина –М Изд-во МГУ , 1961

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Технологиялық сұлбаның дәйектемесі мен есептеуі	20.02.2019 – 10.03.2019	<i>орындалады</i>
Құрал-жабдықтарды таңдау және есептеу	12.03.2019 – 22.03.2019	<i>орындалған</i>
Сызбаларды даярлау	25.03.2019 – 10.04.2019	<i>орындалған</i>
Түсіндірме жазбаны әрлеу	10.04.2019 – 4.05.2019	<i>орындалған</i>

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Өндірістік бөлімі	А.Р.Мамбеталиева PhD, сениор	<i>15.05.2019</i>	<i>[Signature]</i>
Норма бақылау	И.Ю. Мотовилов PhD, сениор	<i>17.05.2019</i>	<i>[Signature]</i>

Ғылыми жетекші: *[Signature]* Мамбеталиева А.Р.
қолы

Тапсырманы орындауға алған білім алушы: *[Signature]* Метерова А.М.
қолы

« 10 » қапан 2018 ж.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Метерова Ақтолқын Махсетовна

Название: Қанжуған кен орнындағы уранның өнімдік ерітінділерін өңдеу жобасы

Координатор: Алина Мамбеталиева

Коэффициент подобия 1: 1,6

Коэффициент подобия 2: 0,4

Тревога: 1

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

Выполненный дипломный проект студентом 4-го курса
специальности 51073705-Облачные технологии
и компьютерные сети Петровым Алексеем Павловичем
является самостоятельной выполняемой работой
по плану прикладной деятельности. Дипломный
проект допускается к защите.

13.05.19

Дата

Мамбеталиева А.Р. *А.Р.*

Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Метерова Актолкын Махсетовна

Название: Қанжуган кен орнындағы уранның өнімдік ерітінділерін өңдеу жобасы

Координатор: Алима Мамбеталиева

Коэффициент подобия 1:1,6

Коэффициент подобия 2:0,4

Тревога:1

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- ▣ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- ▣ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ▣ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

Выполненный дипломный проект студентки 4-го курса спец-ти 5В073400 - Обобщение научных исследований Метеровой Актолкын Махсетовны является самостоятельной работой.

..... Барменчиков М.Б.

Дата 13.05.2019

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Допущен к защите

13.05.2019

Дата

Барменников М.Б.

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Ғылыми жетекшінің пікірі

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

(жұмыс түрінің атауы)

Метерова Ақтолқын Махсетовна

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B073700 – Пайдалы қазбаларды байыту

(мамандық атауы мен шифрі)

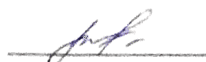
Тақырыбы: «Қанжуған кен орнындағы уранның өнімдік ерітінділерін өңдеу жобасы»

Орындалған дипломдық жобада Қанжуған кен орнындағы уранның өнімдік ерітінділерін өңдеу жобасы келтірілген. Технологиялық және есептеумен қатар, фабрика жұмысына қажетті негізгі және қосалқы жабдықтар таңдалынып алынған. Уран құрамды ерітінділерді байытудың принциптік схемасы көрсетілген. Жобада арнайы үрдістер мен техника экономика бөлімі және қауіпсіздік және еңбек қорғау, процестерді басқару бөлімдері қоршаған ортаны қорғау қарастырылған. Дипломдық жұмысты студентке берілген тақырыпқа сай жүргізілген. Сондай-ақ түсініктеме жазбада қажетті есептеулер мен жабдықтар таңдау жолдары толық келтірілген.

Жалпы дипломдық жоба толығымен орындалған және «өте жақсы» (А, 95 %) деген бағаға лайық. Метерова Ақтолқын Махсетовна Пайдалы қазбаларды байыту мамандығы бойынша білікті маман болуға дайын екенін көрсете алды және бакалавр дәрежесіне сай деп есептеймін.

Ғылыми жетекші

ҚазҰТЗУ PhD доктор, сениор

 А.Р. Мамбеталиева

«15»  2019 ж.

ҚазҰТЗУ 706-16 Ү. Пікір

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жоба Қанжуған кен орнындағы уранның өнімдік ерітінділерін өңдеу жобасына арналған.

Дипломдық жобада мынандай бөлімдер қарастырылған: жерасты шаймалау процестері , десорбция процесі, сондай-ақ қосалқы процестер.

Соңғы уақытта уранды тұтынудың дамуына және уранды өндірудің жаңа өсуіне ықпал еткен ядролық энергияны пайдалануда айқын жаңа үрдіс байқалуда. Уранның ядролық энергетикасы дамушы елдер үшін өмірлік маңызы бар.

Қазақстанда уранды қайта өңдеу күкірт қышқылын сілтілеу арқылы жүзеге асырылады.

Дипломдық жоба уранның өнеркәсіптік десорбатын өндірудің материалдық құрамы мен экономикалық шарттарын қамтиды.

АННОТАЦИЯ

Данный дипломный проект предназначен для разработки продуктивных растворов урана на месторождении Канжуган.

В дипломном проекте предусмотрены следующие разделы: процессы подземного выщелачивания, процесс десорбции, а также вспомогательные процессы.

В последнее время наблюдается явная новая тенденция в использовании ядерной энергии, которая способствовала развитию потребления урана и новому росту добычи урана. Ядерная энергетика урана имеет жизненно важное значение для развивающихся стран.

Переработка урана в Казахстане осуществляется путем выщелачивания серной кислоты.

Дипломный проект включает материальный состав и экономические условия производства промышленного десорбата урана.

ANNOTATION

This diploma project is intended for the development of productive solutions of uranium at the Kanzhugan field.

The diploma project includes the following sections: the processes of underground leaching, desorption process, as well as auxiliary processes.

Recently, there has been a clear new trend in the use of nuclear energy, which has contributed to the development of uranium consumption and a new increase in uranium production. Uranium nuclear power is of vital importance to developing countries.

Uranium processing in Kazakhstan is carried out by leaching sulfuric acid.

The diploma project includes the material composition and economic conditions of production of industrial uranium desorbate.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	9
1 ЖАЛПЫ ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА	10
1.1 Құрамында ураны бар минералдар мен кендерді өңдеу тәсілдеріне негіздеме	10
1.2 Элюэкс десорбцияның ығыстыру тәсілі	16
1.3 ИД-процесс (Ион алмасу десорбциялық процесс)	17
1.4 Карбонатты сульфатты ерітінділермен уранды қатты фазалы десорбциялау	18
1.5 Десорбцияның нитратты тәсілі	19
1.6 Уран ерітінділерін өңдеудің экстракциялық әдістері	20
1.7 Сорбция процесінің бөліп алу тәсілдері және физика-химиялық негіздері	22
1.8 Уранды күкірт қышқылды ерітінділерден шаймалау	24
2 БАС ЖОСПАР ЖӘНЕ КӨЛІК	29
2.1 Ауданның қысқаша сипаттамасы	29
2.2 Сәулет-жоспарлау шешімдері	29
2.3 Тұрмыстық және медициналық қызмет көрсету	30
2.4 Инженерлік желілер мен коммуникациялар бойынша шешімдер	30
2.5 Көркейту және көгалдандыру	30
3 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ШЕШІМ	31
3.1 Жерасты шаймалау процесінің физика-химиялық негіздері	31
3.2 Уран өндірісіндегі негізгі заңдылықтар	33
3.3 Уран технологиясындағы аффинаж	37
3.4 «Элюэкс-процесс» материалдық балансын есептеу	38
3.5 Жабдықты есептеу және таңдау	41
3.6 Экстракция жабдықтарын таңдау және есептеу	43
3.7 Реэкстракция жабдықтарын таңдау	43
ҚОРЫТЫНДЫ	45
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	46

КІРІСПЕ

Неғұрлым кедей және өте кедей кен орындарын игеруге тұрақты түрде игеру өндірілетін пайдалы қазбалар құнының артуына алып келеді. Бұл барлық пайдалы қазбаларға, соның ішінде энергетикалық отынның жаңа түрі – уранға да қатысты.

Аталған мән-жайлар кен байыту өнеркәсібі қызметкерлерінің алдына маңызды және күрделі міндет қойды, ол кедей уран кен орындарын, сондай-ақ күрделі геологиялық, тау-кен техникалық және географиялық жағдайларда, түпкі өнім бірлігінің құнын ұлғайтпай жатқан кен орындарын игеруге мүмкіндік беретін жолдарды, әдістер мен құралдарды іздеу.

Соңғы 13-15 жылда уран байыту өнеркәсібінің қызметкерлері осы бағытта үлкен жұмыс атқарды. Жерасты ұңғымалы шаймалау әдісі жоғарыда көрсетілген мәселелердің күрделі жағдайларына, сондай-ақ жоғары үлестік капитал салымдарына және пайдалану шығымдарына байланысты дәстүрлі әдістермен пысықталуы мүмкін емес уран кен орындарын игеру кезінде кеңінен қолданылады.

Жер асты ұңғымалы шаймалау әдісімен игеруге барлық жаңа кен орындары тартылды. Қазіргі уақытта бұл әдіспен уран кендері, оның ішінде табиғи өткізгіштікті кендермен ұсынылған шөгінді түрдегі және гидротермальды генезис (жартасты түрдегі) кендері әзірленуде, олар шаймалау алдында ұсақтауды қажет етеді. Кейбір кен орындарында техникалық-экономикалық негіздеме мен жобалау, өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін бастапқы деректерді алумен тәжірибелік немесе тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстар жүргізіледі.

Игерілетін кен орындарының тән ерекшеліктерінің тәртібін көрсету қажет. Гидрогенді кен орындарының кендері кедей және өте кедей, ал гидротермальды кен орындарыда кедейге жақын болып келеді. Соңғы кен орынында металдың өнеркәсіптік құрамы жер асты тау-кен жұмыстарымен өңделді. Қалған баланстан тыс қорлар жер асты ұңғымалы шаймалау әдісімен байытылады.

Гидрометаллургиялық зауыттың соңғы өнімдеріндегі металл бірлігінің құны кендегі пайдалы компоненттің құрамына тікелей тәуелділігі бар екені белгілі.

Жер асты ұңғымалы шаймалау әдісімен дәстүрлі байыту әдістерімен салыстырғанда үдерістер мен қайта бөлу саны қысқарады. Бұл әсіресе табиғи өткізгіштікті кендер ұсынған кен орындарын ұңғымалық ашу нұсқаларына қатысты.

1. ЖАЛПЫ ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

1.1 Құрамында ураны бар минералдар мен кендерді өңдеу тәсілдеріне негіздеме

Құрамында ураны бар кендерден уранды бөліп алу тәсілдері:

Әдетте уран өндірісі уран кендерін өндіруден басталады (жерасты ұңғымалы шаймалаудан (ЖҰШ) басқасы). Кен, оны ұсақтап, ұнтақтап өндейтін зауытқа беріледі. Уран кендерін байытудың физикалық әдістер аймағындағы зерттеулер оң нәтижелер бермеді. Құрамында сульфидтері бар кендер біршама ойдағыдай флотацияланады.

Қазіргі уақытта әр түрлі кенорындар кендерінен уранды бөліп алудың тиімді әдістері жасақталып игерілді және жасалынды.

Құрамында ураны бар минералдар мен кендердің көптеген түрлеріне карамастан ұқсатып өндеудің барлық игерілген әдістеріне осы минералдарды қышқыл немесе сілті ерітінділермен ыдырату да кіреді. Қышқылды немесе сілтілі процесті таңдау, негізінен, кеннің түріне тәуелді болады. Жаратылыстағы уран бірінші және екінші жаратылымда болуы мүмкін. Біріншілікті кендердегі уран тотықсыздандырылған күйде болады, ал екіншілікте — жартылай немесе толығымен тотыққан күйде. Осындай пегматиттер сскілді біріншілікті кендердің құрамында әр түрлі қиын еритін оксидтермен байланысқан (химиялы) уран болады, мысалы сирек жер элементтері, титан және торий оксидтерімен. Мұндай кендердің құрамында болатын минералдарды ыдырату үшін концентрленген қышқыл керек болады. Мұндай кендер сілтілермен ыдыратылмайды.

Басқа біріншілікті кендер. уранды шайырлы кендер сияқты, және барлық екіншілікті кендер қышқылдар және сілтілермен ыдыратылады. Осындай кендерді ыдырату әдістерін таңдау үшін бос жыныстардың құрамын білу өте маңызды. Кен- дерде кальцит, доломит және магнезит бар болғанда қышқылдың үлкен шығынды керек болады; бұл жағдайда ыдырату үшін сілтілі тәсілді пайдаланған жөн. Егерде әдісті таңдау кеннің құрамына тәуелсіз болса, онда аталған процесгі колдану басқа бір факторға тәуелді болады: рсагенттердің құнына, жабдық дайындау үшін керекті материалдарға қолжететігіне, кендерді тотықтырудың қажеттілігіне, керексіз қосымшалардың ерігіштігіне, бөліп алу әдістерінің тиімділігіне және т.б. Көптеген әрекеттегі зауыттарда уран кендерін ұқсатып өндеуде қышқылдық тәсіл пайданылады.

Байытудың басқа физикалық әдістері (гравитациялық, электрстатикалық т.б.) байытудың төменгі дәрежесін немесе төмен дәрежедегі бөліп алуды көрсетеді. Әлеуметтік тәжірибеде байытудың болашақтағы әдістерін іздестіру одан әрі жалғастырылуда.

Уран кендері ұнтақталғаннан кейін олардың химиялық құрамына байланысты қышқылдар немесе сілтілермен химиялық ыдырауға түседі. Уран өндірісінде ең кең көлемде колданыс тапқаны кендерді қышқылдық шаймалау. Осы мақсаттар үшін минералды қышқылдардың барлығы жарамды дерлік: азот, тұз, фосфор, күкірт, бірақта экономикалық пікірлер (ойлар) бойыпша ең жарамдысы күкірт қышқылы болып шықты.

Уран кендерін ыдырату әр түрлі тәсілдермен әдеттегі жабдықтарда іс

жүзіне асырылуда: сүзгіш түбі бар солалғышта шаймалаумен немесе механикалық ойтпесе ауалы араластырылатын аппараттарда. Араластырғыштардағы шаймалау бір немесе бірнеше сатылы жүргізілуі мүмкін. Ауамен араластырудың артықшылығы бұлармен қоса бір мезгілде уранның тотығуы жүруінде. Көптеген зауыттарда аса тиімді ретінде үздіксіз шаймалау қолданылады. Бірақта кейбір зауыттарда бақылау үшін өте ыңғайлысы ретінде артығырақ көрінетіні кезенді процес болды. Тиісті физикалық қасиеттерге ие болушы кендер үшін солалудың (перколяцияның) салыстырмалы қарапайым әдісін ойдағыдай қолдануға болады. Сол сияқты кенді концентрленген қышқылдармен тікелей араластыру арқылы шаймалау әдісі қолданылады. Алынған массаны біраз ұстап тұрады, содан кейін уранды бөліп алу үшін оны сумен өңдейді.

Кендегі уранды ерітіндіге бөліп алудың жылдамдығы мен дәрежесіне белгілі бір түрде әсер ететіндер: температура, шаймалау уақыты (жіңішкелілігі, бөлшектер өлшемі), қышқыл мен сілтілер концентрациясы, Қ:С-тың қатынасы, тотықтырғыш шығыны және т.б. Уранды бөліп алудың жоғарыдағы факторларға тәуелділігінің жалпы сипаты мыналарды көрсетеді: температураны 20 °С-дан 90 °С-ға дейін өсіргенде, шаймалау ұзақтығын бірнеше сағаттан бастап бірнеше тәулікке дейін көбейткенде, бос қышқылдықты 15-20 г/л дейін арттырғанда, Қ:С-ың 1:1-ден 1:2-ге дейін төмендеткенде, кен бөлшектерінің мөлшерін 10-нан 200 мсшқа дейін азайтқанда уранды бөліп алу дәрежесі 70%-дан 90%-ға дейін өседі. Кенде төртвалентті уран болғанда, құрамында біріншілікті минералдар мен сульфидтері бар кенді ұқсатып өңдеу кезінде тотықтырғыштарды қолдану көздеген мақсатқа сәйкес келеді. Тотықтырғыштың шығыны (әдетте пиролюзит пайдаланылады) кеннің қасиеттеріне және оның химиялық құрамына (уран минералдарын ашу қиындықтары) байланысты бір тонна кенге 5 кг-нан 20 кг-ға дейін өзгереді.

Құрамында көп мөлшерде әктас, доломиті және басқа да қышқылмен әрекеттесетін заттары бар кендерді қышқылдық өңдеу экономикалық пайдасыз, сондықтан мұндай кендерге сілтілі өңдеу жүргізіледі. Аса тиімді сілтілі реагенттері натрийдің карбонаты мен бикарбонатының қоспасы болып есептеледі. Шаймалау процесінде бикарбонаттың қатысуы ерітіндінің рН-тың жоғарлауын болдырмайды. Ертінді рН-ның аса жоғары мәні кезінде бөліп алуды азайта отыра, уран тұндырылады (шөктіріледі). Сілтілі тәсілмен уранды бөліп алуда әдеттегі құрылымдық материалдардан жасалған қарапайым жабдықтар пайданылады, бұл тәсіл қышқылдық шаймалауға қарағанда пайдалылығымен ажыратылады. Механикалық араластырғыштар және темір кеспектер өздерін өте тиімді жағынан көрсетті. Болат кеспектердің артықшылығы температурасы шаймалаушы ерітіндінің қайнау нүктесінен әлде қайда жоғары болғанда процесті жүргізуге мүмкін екендігінде. Процестің мұндай жағдайға жетуі үшін ерекше уақытта ғана автоклавт қолданады. Сонымен, уран сілтілі реагенттермен, қышқылдықтарға қарағанда, біршама нашар бөлініп алынады, бірақта сілтілі шаймалаудан кейін алынған

ерітінділерде, осы тәсілдің негізгі артықшылықтарының бірі болып келетін керексіз қосымшалар әжептәуір аз болады.

Карбонатты шаймалауда U (IV)-тің U (V1)-ға дейін тотығудың үлкен мәні бар, өйткені еріту үшін карбонатты ерітіндідегі уран тотыққан алтывалентті күйінде болуы тиіс. Тотықтырғыштың шығыны кеннің құрамына тәуелді және ол негізінен төртвалентті уранның мөлшерімен анықталады. Аса белсенді тотықтырғыш атмосфералық қысымда қиын ыдырайтын кендерді шаймалау барысында, калий перманганаты болып табылады. Автоклавта қысыммен шаймалауда тотықтырғыш ретінде ауаны пайдаланған кездегі нәтижелер сияқты қорытындылар алынды.

Алынған ерітінділерден уранды тиімді бөліп алу үшін қатты және сұйық фазаларды бір-бірінен бөлу проблемасы өте маңызды болып шықты, бұл гидрометаллургияда қолданылатын технологияға ұқсамайтын арнайы технологияны жақсартып игеруге алып келді.

Әр түрлі жаратылудағы уран кендерін өңдеуде лайлы тұнбаларды қойылту және сүзу көңіл аударуды талап ететін қиындықтар туғызды. Бұл жіктеу операциясынан кейін қойыртпақтан немесе қойыртпақтан тікелей шаймалайтын күбіден уранды бөліп алу тәсілін жасақтап игерудің қажеттілігін туғызды. Тәсілдің біреуін немесе басқасын таңдау негізінен экономикалық пікірлермен анықталады.

Кейбір кендерді күйдіру уран бөліп алуда едәуір тиімділік береді және кенді ұқсатып өңдеу жағдайларын (тұндыру және сүзу жағдайлары) жақсартады. Көбінесе сүзу және тұндыру процестері кенді алдын ала өңдемегенде өте баяу жүреді немесе жүрмейді дерлік. Мұндай жағдайда кенді термиялық өңдеу, шүбәсіз, сүзу мен тұндыруды жақсартуға әсерін тигізеді. Бірақта көптеген әрекеті шаймалаудан алынған қойыртпақты сүзу немесе тұндыруды едәуір жақсартатын жаңа химиялық іріткілер шығарылды. Кейбір жағдайларда мұндай агенттер ерітіндінің мөлдіреуіне соншалықты мүмкіндік туғызады, бұл қолданылатын аппаратураны таңдауға әсер етеді немесе күйдіру операциясын алып тастауға мүмкіндік береді.

Уранды қойыртпақтан немесе ерітінділерден бөліп алу мынадай төрт әдіспен жүргізіледі: Химиялық тұндырумен, қозғалыссыздағы иониттегі ионалмасумен, қозғалыстағы иониттегі ион алмасумен және органикалық еріткіштермен шайғындау. Жоғарыдағы көрсетілген процестердің әрбірін қышқылды және сілтілі қойыртпақтарды ұқсатып өңдеуде пайдалануға болады.

Ең қарапайым процесс тікелей химиялық тұндыру болып табылады. Бұл кезде ерітіндіні толық мөлдірлету және содан кейін тұндырғыш реагенттерді қосуды талап етіледі. Тұндыру әдісінің артықшылығы операциялардың қарапайымдылығы және жүйелігі, соңғы өнімді тұндыру және сүзуге қатты мен сұйық фазаларды бөлу кезінде жай жабдықтарды қолдану мүмкіндігінде болып саналады. Шаймалауда жеңіл түрде мөлдірленген ерітінділерді алуға болатын кенді ұқсатып өңдеуде тек қана осы әдісті пайдалануға болады. Қышқылдық өңдеу жағдайында тұндыру әдісі өте қымбат, өйткені ерітінді құрамындағы

барлық қышқылды бейтараптандыру үшін көп мөлшердегі реагенттер талап етіледі. Бұдан басқа, өзекті ерітіндіні бейтараптандырғаннан кейін қайтадан пайдалануға болмайды. Ерекше болып фосфат түріндегі уранды тұндыру есептелінеді, бұл уранды төртваленттікке тотықсыздандыру және содан кейін фосфатты қосу арқылы жүзеге асырылады. Бұл әдісте қышқылдың барлығы дерлік байланыспайды, және ерітіндінің кейбір бөліктерін қайтадан пайдалануға болады.

Әдетте химиялық тұндыруды қышқылдық емес, оны сілтілік ортадан жүргізеді. Егер шаймалауда карбонат пен бикарбонат қоспасы пайдаланылатын болса, мөлдірлетілген сілтілі ерітіндіден сілтімен уран бөлініп алынуы мүмкін. ал ерітіндінің рН -ы өскен кезде уран тұндырылады. Өзекті ерітіндіні көміртегі диоксидімен қанықтыру арқылы жаңғыртуға болады. Карбонат пен бикарбонат ара қатынасын ерітіндіге азғантай мөлшерде натрий бикарбонатын қоса отыра реттеуге болады. Керексіз қосылыстардың түзілуін алдын-ала ескерту үшін газдарды үздіксіз шығарып тұруды қажет етеді. Сілтілік ерітінділерден уранды бөліп алуда басқа әдістер оларды сутегімен, натрий амальгамасымен тотықсыздандыруды және электрлитикалық тотықсыздандыруды қарастырып отырады. Бұл әдістің артықшылығы олардың қолданылатын реагенттерді процеске қайтадан қайтаруға мүмкіндік беруінде.

Күкірт қышқылды ерітінділерден уранды бөліп алуда ион алмасу әдістері кеңінен қолданылады. Бұл процесте қолданылатын жабдықтар ионалмастыратын шайыр қабаттары орналасқан үлкен мұнаралардан тұрады. Шаймалаудан кейін мөлдірлетілген бай ерітінді уранмен қаныққанша шайырлар қабаттарынан өткізіледі. Уранмен қаныққаннан кейін шайырды азотқышқылы мен аммоний нитратының қоспасымен мұқият жуады. Бұл үшін натрий хлориді мен күкірт қышқылының қоспасын немесе басқа да элюирлеуші қоспаларды қолдануға болады, ал қазіргі уақытта жоғарыда айтылған қоспалар ең жақсы қанағаттанарлықтай болып шықты. Элюирлеуші ерітіндіден уранды шөктіру оған аммиак немесе негізгі сипаттамасы басқа қосылыстарды, мысалы, магний оксидін қосу арқылы жүзеге асырылады. Әрі қарай тасымалдау үшін алынған тұнбаны сүзіп кептіреді.

Ион алмасу әдісінің артықшылықтары сөзсіз. Өйткені бұл жағдайда ерітіндідегі уранның мөлшерін үлкен концентрациясына дейін жеткізуге болады; сонымен бай кендерді ұқсатып өндеуде шаймалаудан кейін уранның концентрациясы 0,5-тен 1 г/л-ге дейінгі аралықта, элюаттегі десорбциядан кейінгі уранның концентрациясы 10-20 г/дм³-ді құрайды. Сонымен қатар элюаттегі басқа элементтердің құрамы, химиялық шөгуде әдетте уранмен бірге тұнатын, азаяды немесе нөлге тақайды, сондықтан да өнімі қосымшалармен ластанбайды.

Жоғарыда көрсетілгендей кейбір уран кендерін ұқсатып өндеу кезінде мөлдірлетілген ерітінді алу қиынға түседі, өйткені қиын тығыздалатын лайлы тұнбалар пайда болады. Ондай қойыртпақтардан уранды бөліп алу үшін қойыртпақта ион алмасудың әдістері жасақталып игерілді. Осы мақсаттарға жету

үшін ерітінділер үшін пайдаланылған ионалмасу шайырлары пайдаланылады, ал шайыр бөлшектері едәуір үлкен өлшемді болып келеді. Шайырдың түйіршіктерін тоттанбайтын болаттан жасалған себетке салынады, бұның тесіктері шайырдың түйіршіктерінің өлшемдерінен кіші, бірақта қойыртпақ бөлшектерінің өлшемдерінен үлкен. Реактордан қышқыл ерітіндіні алдымен ірі құм материалды бөлу үшін жіктеуші арқылы өткізеді. Құмнан тазартылған қойыртпақ торлы себеттерден тұратын, жартылай ионалмасу шайырмен толтырылған ұяшықтар легінен өтеді. Себеттер жетек көмегімен ерітіндіде жоғары және төмен ақырындап қозғалады. Сонымен шайырдың бөлшектері қойыртпақта қалқымалы күйде болады. Бөлшектердің осындай қозғалысы кезінде шайыр түйіршіктері мен қойыртпақтағы уранның арасында жақсы түйісу (жапсыру) жүреді. Жұтандатылған қойыртпақ процестен алынып тасталуы мүмкін, бұл қатты және сұйық фазалардың бөлінуінің көп еңбекті қажет ететін операцияларын болдырмауға мүмкіндік береді. Содан кейін уранды десорбциялаған шайырды химиялық өндеу жолымен, мұнаралардағы шайырлар сияқты, элюонеленеді. Элюирлеуші ерітіндінің бір ұяшықтан екіншісіне қозғалған кезде себеттерде (кәрзеңкелер), сол сияқты жоғары, төмен қозғала береді, ал бұл шайырды қалқымалы күйде сақтайды. Уран, мұнаралардағы шайырмен жасалған процестер үшін жоғарыда корсетілгендей, элюирлеуші ерітінділерден тұндырылады. Процестің ең көп тиімділігіне, қойыртпақтағы уранның барынша көп мүмкіндік концентрациясы бар, артықтық қышқылдығының аз болғанында және ерітіндідегі тұздар (қосымшалардың) құрамының аз болған жағдайында жстуге болады. Бұл әдіс бұдан былайғы өзінің дамуын, ионитті қалқымалы қабаты аппараттардағы қойыртпақтардан уранды сорбциялау процесін жүзеге асыру барысында тапты. Қойыртпақтарды ионалмасулы сорбциялаудың дамуы негізінде жаңа және үдемелі үлес қосқандар, пневматикалық араластыратын арнайы құралымды аппараттарда сорбциялаудың үздіксіз сүзгісіз әдісін өндіріске енгізген, кеңес ғалымдары болды. Ионитпен қойыртпақтың араластырылуы орталық аэролифті құбырдың көмегімен жүргізіледі. Іс жүзінде кезкелген тығыздықтағы қойыртпаны ұқсатып өндеуде, өнімділігі 1 м^2 тордың бетіне сағатына 100 м^3 артығырақ болғанда аппараттар жақсы жұмыспен қамтамасыз етеді.

Қышқыл ерітінділерден уранды бөліп алудың басқа әдістермен салыстырғанда сөзсіз артықшылықтары бар, шайғындау әдісі жасақтап итерілді. Бұл әдісті жасақтап игеру және оны жетілдіру ядролық таза уран қосылыстарын алуға мүмкіндік берді. Осы әдісте шайғындатқы ретінде ойдағыдай қолданылатын, көміртегінің сегіз немесе көп атомдарынан тұратын, тұзу немесе айырмалы тізбегі бар, фосфор пентоксиді мен спирттердің өзара әрекеттесуі нәтижесінде түзілген эфирлер болып саналады. Бұндай шайғындатқылар, ең алдымен керосиндегі сұйытылған ерітінділер ретінде пайдаланылады. Сол сияқты басқа топтардың да шайғындатқылары зерттеледі. Бастапқыда сұйық шайғындатқы мөлдіретілген ерітінділерден уранды бөліп алу үшін қолданылған, бірақта, соңынан бұл шайғындатқыны қойыртпақтардан уранды бөліп алу үшін де ойдағыдай пайдалануға болады. Бөліп алу коэффициенті өте жоғары,

сондықтан азғантай мөлшердегі аппараттарда да тиімді (ұтымды) шайғындату жүргізу мүмкін. Органикалық және құрамы бойынша, уранға бай сулы фаза, шайғындаудың әдеттегі процестері сияқты аратастырғыштарда немесе мұнараларда түйістіріледі. Дәл осылай процесті дірілді мұнараларда және үйірткілер-түйістіргіштерде жүргізудің мүмкіндігі зерттелді.

Ерітінділерден уранды шаймалауда пайда болатын негізгі қиындықтар эмульси- яның «үшінші фазаның» түзілуінде және сулы ерітінділермен шайғындатқының жо- ғалымдарынан тұрады. Оңтайлы жағдайда жабдықты дұрыстап тандап, процесті ой- дағыдай жүргізгенде процестің барысын (жүрісін) немесе осы қиындықтарды жоюды (мысалы, «үшінші фазаның» түзшуін жүйеге спирт құю арқылы жоюға болады) ба- қылауға болады. Органикалық еріткіш қабатын сулы (ураннан жұтандатылған) кабаттан бөліп алғаннан соң, қолданылатын шайғындатқыға байланысты уранды әртүрлі әдістермен бөліп алуға болады. Соңғы өнім болып саналатын тетрафторид ретінде уранды бөліп алу үшін балқытқыш қышқылды ойдағыдай пайдалануға болады. Құрамында сулы фазасы жоқ органикалық еріткіштермен ксндерден уранды шайғындау процесіне зертеулер жүргізілуде. Барлық қарастырылған процестерде, бұдан былай жөнелту үшін, уран сүзгіленіп, ксптірілген тұнба (шөкпе) түрінде алынады. Алынатын өнім («сары кек») әдетте 50-80 % UO_8 -інен тұрады. Сілтілі және қышқылды ерітінділер жағдайында да уранның жалғыз бөлініп алынуы 90%-дан көбірек болып келеді. Зерттеулердің нәтижелерін пайдалана отыра, біз өнімдердің өзіндік құнын кемітуге, өнім сапасын жоғарлатуға және уранды соңғы өнімге бөліп алуға тырысамыз.

Десорбция тәсілі ілеспелі қосымшалардан уранды тазалау дәрежесін оның концентрлену дәрежесін және өте таза дайын өнімін, уран концентратын немесе шалоттық тотығын алу мақсатымен уран жаңғыртындығының келесі ұқсатып өйдеу технологиясын анықтайды

Ерітінділерден уранды сорбциялық бөліп алу тиімділігі оның ерітінділерден белгілі анионитке өткізу дәрежесімен осы химиялық құрамды ерітінділерден уран бойынша ең қанығуымен сорбция және десорбция үрдістердің кинетикасымен, үрдістің аппаратуралық ресімделумен, уранның десорбциялық жағдайлармен өзара тығыз байланыстағы және уранды бөліп алудың концентрацияларлеудің технологиялық үрдіске тиісті әсер тигізетін басқа да физикалық химиялық параметрлерінің қатарымен анықталады.

Ең алдымен рөл қаныққан аниониттерден уранды десорбциялау тәсілінің тандап алынуына жатады. Төменде өнепкәсіптік практикада қолдануға болатын немес технологияны тікелей жетілдіруде қолдануы мүмкін ЖҰШ кезінде ерітінділерді ұқсатып өңдеу үрдісінде алынатын қаныққан аниониттерден уранды десорбциялаудың кейбір тәсілдеріне қысқаша салыстырмалы талдау келтірген.

Күкірт қышқыл ерітінділердегі қышқылдығының төмендеуімен уранды сульфатты кешендер болады.

Десорбция сорбция үрдісіне кері үрдіс болып табылады. Сондықтан уранды тиімді десорбциялау үшін оны сорбциялағанда еңкөп басқыш

реагенттерді қолданады.

Десорбция – сорбцияланған бағалы компонентті жою.

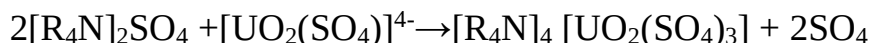
Десорбция үрдісінде белгілі дәрежеге дейін бағалы компонент ионитте акырын беріледі. Бұл ионит регенерациялау сыйымдылығы қалғаны деп аталады, және ол сорбциялық аппараттың «күйрығындағы» сорбент тепе-теңдік сыйымдылығы 10-20% аспауы қажет, регенерациялау иониттегі элюирленетін ион құрамы бағалы компоненттің сіңіру депрессиясын тудыратын өңделетінөнімділік ерітіндінің көлеміндегі осы заттардың түсуін шектеу қажет.

Ионит қабаты арқылы элюирленетін ерітіндіні филтрлеу кезінде бағалы компоненттің өзегеретін концентрация ерітіндісін алады, одан жоғарырақ порциясын ары қарай өңдеуге тауарлық фракция түрінде шығарады, ал қалған бағалы компоненттің төмен концентрация фракциясын кері элюирленетін ерітінді ретінде қолданады.

1.2 Элюэкс десорбцияның ығыстыру тәсілі

Тәсілдің маңызыдылығы аниониттің түйіршікшегінен уранил үш сульфатының иондарын жарамды аниондармен – тежегіштермен жұтылған құрушының ион пішінің өзгертпей ығыстыруда. Бұл үрдісте анион тежегіші сульфат ион болып саналады және уранды десорбциялауды әдетте концентрациясы 15% болатын күкірт қышқылының ерітіндісімен жүргізіледі.

Сорбция десорбция үрдісі әректтегі масссалар заңына болатын ион алмасудың кері реакциялары болып есептеледі.



Қорытындылай келе, қаныққан анионит үрдісінің сорбция реакция оңға қарай ығысады, сульфат иондарының концентрациясы жоғарылайды үрдісіне енгізілген күкірт қышқылы және жаңғырылып болған аниониттің десорбция үрдісінен шығарылып алынуының әсерінен реакция солға қарай ығысады.

Артықшылығы:

- Сорбция алдында анионитті бастапқы ион пішініне қайта зарядтау жойылды.

- Технологиялық үрдісте қалдық күкірт қышқылын қайтадан кәдеге асыра отыра, уранда келесі сорбциялық немесе шайғындап концентрлеудің мүмкінділігі.

- Сульфат – иондарының өте аз көшуі себебінен қоршаған ортаның улануының іс-жүзінде жойылуы.

Кемшілігі:

- Тауарлы жаңғыртының үлкен шығымы (3,0...40 көл/көл ылғал сорбент үшін) ондағы уранның төмен концентрациясының болуына себепші болады (8....12г/л), бұл алдын ала концентрлеусіз жаңғыртыны тікелей ұқсатып өңдеуді жояды.

- Уранның десорбциялау үрдісінің үлкен ұзақтылығы (30-40 сағат), бұл десорбция операциясына анионитті тиеудің, бұларға сәйкес аппаратура көлемінің едәуір жоңарылауын қажет етеді.
- Десорбциялаушы ерітіндінің жоғары жемірілік белсенділігі.

1.3 ИД-процесс (Ион алмасу десорбциялық процесс)

Үрдістің маңыздылығы қаныққан иониттің жаңғыртуының үрдістері және жаңғыртқылардың сорбциялық қайта тазалуының ең тиімді үйлесетін минералды заттекті сұйытылған ерітіндідегі ионидтің жүзгінділерімен уранды десорбциялануында болады.

АМП, АМ қаныққан аниониттердің сорбциялық жасақтан өңдеу сатысында уранды десорбциялауда күкірт қышқылының сұйылтылған ерітіндісінде (2,0...3,0%) ірілігі -0,3+0,1мм ЭДЭ-10п түріндегі әлсіз негізді аниониттің жүзінділері пайдаланылады. Уран бойынша ЭДЭ-10п аниониттің жоғары сыйымдылығы салдарынан уранның сорбциялық концентрленуі, соған сәйкес, қайта тазалануы жүреді.

Уранды шайғандай десорбциялау

Үрдістің маңыздылығы, ионитті шайғындатқылардың органикалық ерітінділермен немесе уран өтетін ерігіш шайғындатқылармен сулы органикалық қоспаларымен өңдеуде, уранның десорбциясында болады. Мұнда, уран иониттен сұйық шайғындатқыға өтеді, яғни иониттен уранды десорбциялау және шайғындық концентрілеу үрдістерін бір үрдіске біріктіруде.

Десорбциялаушы қоспалардың ретінде Д2ЭГФК, ТАА, ТБФ шайғындатқылардың ерітіндісін немесе шайғындатқылардың түрінен тәуелді күкірт немесе азот қышқылдарының әлсіз ерітінділердің қатысуында керосиндегі синергенттік қоспаларды пайдалану ұсынылады. Қышқылдардың концентрациясы 3....5% құрайды.

Артықшылығы:

- Технологиялық және аппаратуралық сұлбаларды жеңілдететін уранды десорбциялау және шайғындау операцияларының бір үрдіске бірігуі.
- Төмен концентрациялы минералдық қышқылдардың ерітінділерін уранды десорбциялау үшін пайдалану.
- Десорбцияның аз уақыты.

Кемшіліктер:

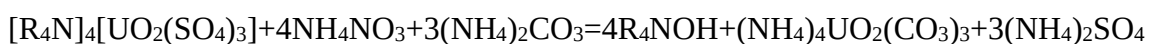
- Үрдістің әрбір сатысында және бұған сәйкес, иониттің ауысуының сулы және органикалық фазалардың бөлінуінің қажеттілігі болғанда, ерекше үздіксіз қарсы ағынды нұсқада үрдістің аппаратуралық ресімделу күрделілігі.
- Иониттің түйіршіктерінің органикалық фазамен қапталу қауіптілігі, бұл сорбция үрдісінде иониттің түйіршігінде сорбцияланған иондардың диффузиясының, сорбция аппараттарында ионит түйіршіктерінің «сүзгіштілігін», шайындатқының және, бұған сәйкес, уранның жоғары механикалық жоғалымының нашарлауына әкеледі.

– Сорбентте механикалық жүзінділердің болуы көп мөлшердегі фазааралық жүзінділердің «сақалдар» түзілуіне, әкеледі, бұл тағы да шайғындатқының және уранның жоғары жоғалымдарына әкеледі. -Сұйылтқышта төмен концентрациялы (0,1 моль/дм³) шайғындатқылардың үрдісінде пайдалану, уран бойынша шайғындатқының төменгі дәрежеде қанығуы (-60,г/дм³) және, нәтижесінде қайта шайғындау үрдісінің төменгі тиімділігіне әкеледі.

1.4 Карбонатты сульфатты ерітінділермен уранды қатты фазалы десорбциялау

Уранның қатты фазалы десорбциясының маңыздылығы аммиакты карбонаттық және карбонатты сульфаттық ерітінділерді десорбциялауға пайдалану кезінде уранил үш карбонаттың кристалдары түріндегі (АУТК)

мысалында, қатты фазаға уранды қамтамасыз ететін заттекті пайдалануда болады.



Аммиакпен қаныққан анионитті алдын ала өңдеу газ бөлінуді болдырмайды және реагенттердің шығынын біраз қысқартады.

Артықшылығы:

– Бір технологиялық операцияда анионитті жаңғыртуын, уранның шала тотықты аммоний уранил үш карбонаттының (АУТК) кристалдарын алу үшін жарамды химиялық концентратты ала отыра, уранды тазалау, концентратрлеудің жоғары дәрежесіне жету.

– Сапалы дайын өнімдер уранның шала тотығын алудың мүмкіндігінің шайылған кристалдарының АУТК тікелей қыздыру жолымен немесе болмаған жағдайда бір реттік көмі аммонийлін қайта тазалауды қолдаумен. Химиялық концентратының еруінің және ерітінділердің келесі шайғындап өңдеудің қажеттілігін жою.

– Десорбция үрдіснің аппаратулық ресімдеудің қарапайымдылығымен оның қызмет көрсетуі.

Кемшіліктері:

– АУТК кристалдарын бөлуден кейін өзектерде уранның жоғары концентрациясы (3...5 г/дм³) үрдістің басына қарай уранның үлкен ауытқуын сорбцияға иониттің бекітпе қабатының биіктігінің өсу қажетіне және анионитке уранды бөліп алу дәрежесінің төмендеуіне әкелетін аниониттің жоғары қалдық сыйымдылығын шарптайды.

– Десорбцияға химиялық үрдісінің аппаратралық ресімдеудің қарапайымдылығы оның қызмет көрсетуі. Сорбция десорбция циклінің көпретті алмастырумен ұзақ уақыт пайдалануда иониттің механикалық беріктігінің азаюы.

Десорбцияның көптеген тәсілдері кездеседі және тағы бір тәсілі карбонатты сульфатты ерітінділермен уранды қатты фазалы десорбциялау. Бұл тәсілдің маңыздылығы десорбция процесінде аммоний уранил карбонаттының кристалдарының шөгуге мүмкіндігін жоятын жағдайларда, көмір қышқыл, күкірт қышқыл аммоний және натрий тұздарының қоспасымен уранды десорбциялауды жүргізгуді болады. Бұл жағдайлар десорбциялаушы ерітіндінің құрамын ұстап тұруда болып табылады. Аммоний және натрий карбонаттардың жиынтығы - 580 г/дм³ аммоний және натрийсульфатының 470 г/дм³ ал натрий концентрациясы 1525г/ дм³.

Артықшылығына келетін болсақ өзінің химиялық құрамы жеткілікті таза тауарлы реагент алу бұл тұндыруда таза химиялық концентратты одан кейін көмір аммониді қайта тазалау арқылы уранның шалоттық тотық алу мүмкіндігінің береді. Технологияның үрдісте қоршаған ортаға жағымсыз әсер етуші химиялық реагенттердің жоқтығы.

Аниониттердің төмен қалдық сыйымдылығын алуды қамтамасыз етуші десорбция үрдісінің жеткілікті жоғары кинетикасы.

Қатты фазалы десорбциялаумен салыстырғанда химиялық реагенттердің шығынын айтарлықтай төменлету технологиялық үрдістің басына уранды бұрудың төмендігі аниониттің қалдық сыйымдылығының төмендеуі себебінен сорбцияға уранның бөлініп алынуы жоғарылайды. АУТК кристалдарының аниониттің механикалық жоғалымның жойылуында.

Кемшілігіне тоқталатын болсақ тауарлы жаңғыртындыда уранның төменгі концентрациясының десорбцияға берілетін реагенттердің жеткілікті жоғары меншікті шығынмен шартталады. Уранды тікелей десорбциялау химконцентратты тұндыру газдаоды қайтадан кәлеге жарату бастапқы жұмысшы пішінде анионитке айырбастауды өзіне қамтитын өте күрделі технологиялық сұлба.

1.5 Десорбцияның нитратты тәсілі

Нитратты тәсіл сол сияқты десорбцияның ығыстырып тәсілдердінің кластарына жатады. Күкірт қышқылды тәсілден айырмашылығы уранды десорбциялау аяқталғаннан кейін анионитті жұмысшы иондық пішінге ауыстыру қажет етіледі. Тәсілдің ауыстырылуы мәні азот және күкірт қышқылымды тұздармен қоспасынан ерітінділердегі қаныққан аниониттерден уранды десорбциялау үшін пайдаланудан тұрады.



Артықшылығы:

- Уранды десорбуиялаудың жоғары тиімділігі иониттермен нитрат иондарының жұтылуының жоғары талғамдылығымен шартталады.
- Күкірт қышқылды жаңғартуымен салыстырғанда жаңғыртудың

ұзақтығы 1,5.. 2,0 есе төмендейді тауарлы жаңғыртындының шығымы 2..4 есе төмендейді, бұларға сәйкес, олардағы уранның концентрациясы соншама есе жоғарылайды. Уранның сапалы шала тотық тоықты ала отыра, тауарлы жаңғыртындыларды тікеліей тиімді шайғындап өңлеудің мүмкіндігі, олдардағы уранның жоғары құрамы химиялық концентратын шөктіру мүмкіндігі.

Кемшілігі:

– Азот қышқылының және нитратты тұздардың айтарлықтай жоғары меншікті шығынды. Нитрат иондарының кәдеге асыруда төгінді асыруда төгінді ерітінділерде және қойыртпақтарда оның концентрациясын санитарлық нормаға дейін төмендетудің қиыншылықтары осыдан қоршаған ортаны олармен жұқыру қаіпі шығады.

– Технологияның үрдісте нитрат иондарының жинақталу уранды сорбциялық бөліп алу тиімділігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін.

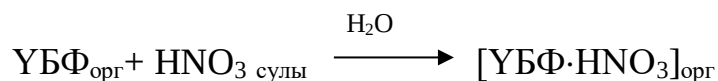
1.6 Уран ерітінділерін өндеудің экстракциялық әдістері

Экстракциялық тәжірибеде келесі терминология қабылданған. Сулы фазадан металдарды, оның қосылыстарын немесе қышқылдарды өзіне тартып алу касиеті бар органикалық қосылыстарды экстрагенттер дейді. Оларды таза күйінде немесе қазіргі кезде баска органикалық сұйықтармен бірге қолданады.

Бастапқы тұздарды өздігінен экстракцияламайтын, бірақ экстрагенттермен экстракциялағанда қоспа болып табылатын органикалық сұйықтарды сұйылтқыш деп атайды. Алынған тұзбен қаныққан органикалық ерітінді - экстракт, құрамынан заттары бөліп алатын сулы ерітінді-рафинат деп аталады.

Экстракциялық жүйелерге фазалар ережелерін қолдану. Экстракциялық үрдістер гетерогенді, көп фазалы жүйеде өтеді. Фазалық тепе-тендік жағдайда, $K:F=k-f+2$ жүйесіндегі бос дәреже саны- F , f -фазалар саны және тәуелсіз компоненттер саны- K арасындағы қатынасты белгілейтін Гиббстің фазалар ережесі қолданылады. Компоненттер саны "тәуелсіз айнымалылар" санымен анықталады, яғни, өздігінен болатын

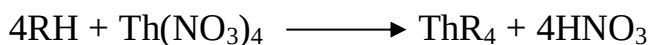
Кез-келген тұзды оның сулы ерітіндісінен бейтарап экстрагентпен экстракциялағанда, жүйе үшкомпонентті болады (су, экстракцияланатын тұз, экстрагент). Егер де экстракция үрдісі кезінде қандайда бір қосылыс түзілсе, ол тәуелсіз айнымалының санын өзгертпейді, өйткені осы қосылыстарды байланыстыратын теңдеу пайда болады. Мысалы, азот қышқылын сулы ерітіндіден үшбутилфосфатпен экстракциялағанда келесі реакция жүреді:



Тепе-тендік жүйеде төрт зат бар: YBF, азот қышқылы, су және онилі тұз. Мұнда, компоненттер концентрациясы арасындағы байланыс бір теңдеумен белгіленетін болғандықтан, компоненттер саны бірге кем және бастапқы

заттардың санына, яғни үшке тең болады.

Экстракциялық үрдіс нәти H_2O -ге бір емес, екі жаңа зат түзілуі мүмкін. Мысалы, катион алмасу механизмімен жұмыс істейтін экстрагент, бастапқыда H түрінде болады және келесі теңдеу бойынша торий ионын бөліп алады.



Осы тепе – теңдік жүйеде бес зат болады, оның екеуі (реакция өнімдері) эквиваленттік мөлшерде түзіледі. Нәтижесінде екі теңдеу алынады және компоненттер саны сондай-ақ үшке тең болады. (Ескерту, эквивалентті бұзғанда, мысалы азот қышқылын мөлшерсіз қосқанда, жүйені төрт компонентті етуге болады.)

Гиббстің, фазалар ережесіне сәйкес, үш компонентті екі фазалы жүйе үшін $F=3-2+2=3$. Әдетте экстракция үрдісі тұрақты белгіленген қысымда (атмосфералық қысымда) өтеді. Жүйе бивариантты болып кетеді, яғни бір фазаға бөлінетін компоненттің температурасы мен концентрациясы тәуелсіз параметрлер болып табылады. Басқа фазадағы заттың концентрациясы -тәуелді шама. Осы өлшемдердің функционалдық, тәуелділігін, экстракциялық бөліп алудың жалпы термодинамикалық, теңдеуі түрінде жазуға болады.

$$C_{орг} = f(C_{сулы}, T)$$

Таралу заңы. Нернст-Шилловтың таралу заңын еске салсақ, ол В.Нернстпен 1891 ж. термодинамикалық негізделген, ал Бертло мен Юнгфлейшпен 1871ж. эмпириялық бекітілген. Таралу заңы былай айтылады: берілген температурада өзара араласпайтын екі сұйыққа таралатын заттың концентрациясының қатынасы - оның әртүрлі концентрациясындағы тұрақты шама.

Көріп тұрғанымыздай, бұл заңның экстракцияға тура қатынасы бар. Соған сәйкес,

$$C'_{орг}/C'_{сулы} = C''_{орг}/C''_{сулы} = C'''_{орг}/C'''_{сулы} = \dots = \text{const}; C_{орг}/C_{сулы} = D \text{ (таралу коэффициенті)}$$

Осылайша, таралу коэффициенті еріткіштің табиғатына және таралатын затқа, температураға тәуелді болады, бірақ заттың концентрациясына тәуелсіз.

Нернст-Шилловтың таралу заңы - жеткілікті сұйылтуларда дәл орындалатын шектеулі заң.

Концентрацияны жоғарылатқанда бұл заңнан ауытқулар байқалады: таралу коэффициенті тұрақты болмайды, өйткені фазадағы активтілік коэффициенттері өзгереді.

Тепе-теңдік кезде әртүрлі фазада берілген компоненттің химиялық потенциалының теңелуінен таралу заңы шығады.

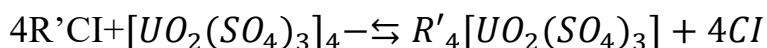
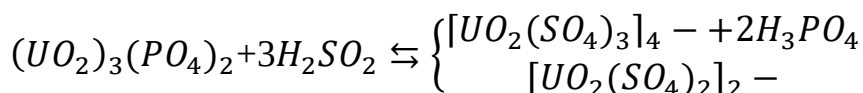
1.7 Сорбция процесінің бөліп алу тәсілдері және физика-химиялық

негіздері

Ион алмасудың статикалық тәсілі.

Ион алмасудың статикалық тәсілі статикалық жағдайда бастапқы ерітіндімен ионалмасқыш сорбентінің түйіспеленуі арқылы жүзеге асырылады, яғни фазалардың қозғалғышсыздығын алдын ала анықтай алмайтын жағдайда (ал керісінше, алмасуды үдету үшін ыдыс ішіндегілерді араластырады), бірақта катионит немесе аниониттердің барлық түйіршіктерінде алмасудың бір уақытта тәуелсіз және бір реттік үрдісімен байланыстырылған жүйе. Осы тектес статикалық ионалмастыру үрдістері сұйытылған ерітінділердегі элементтердің концентрленуіне, сонымен қатар иондардың әртүрлі қасиеттеріне сәйкес керекті элементпен азды немесе көпті байытуға әкеледі.

Статикалық жағдайда ионалмасудың концентрлену қағидасы, концентрациясы аз болғанда ионалмастырғыш сорбент пен ерітіндінің арасындағы иондардың үйлестіру коэффициенті ең көп мөлшерде екендігінен тұрады. Сонымен, ионалмастырғыш сорбентті сыналатын ерітіндіге енгізу және қышқылдың күшті ерітіндімен одан жұтылған ионды немесе сәйкестірілген кешентүзуші реагентпен келесі бөліп алу, элементтің едәуір концентрленуіне әкелуін тудырады, бұл көптеген жағдайларда, мысалы, ерітінділерді буландыруға қарағанда көбірек пайдалырақ және қолайлы болып табылады. Мұнда элементтердің сорбциялығыштығының және әртүрлі болу себебінен бір элементтің екіншісінен ең көп немесе онша көп емес толық бөліп алынуына жетуі мүмкін. Статикалық ионалмасуды көркемдеуде Холлис және Мак Артурмен таза уранды алуды мысал ретінде көрсетуге болады [12], бұлар кенді ұнтақтағаннан кейін және фосфатты кендерден күкірт қышқылымен уранды шаймалағаннан соң уранды бөліп алудың статикалық ион алмасу әдісін пайдалануды ұсынды. Бұл осы элементтің кешенін алуға негізделген, анион күкірт қышқылды түрінде анионитпен мына төмендегі тендеулер арқылы жұтылады:



Күшті негізді дауэкс-1, дауэкс-2 түріндегі анионит немесе амберлит YKA-400 қабырғалары мен түбі тесілген «себетке» орналастырылады; тесік өлшемі шамамен 0,6 мм-ге тең, шайырлы фазасы қойыртпақтан бөліп алу үшін мүмкіндігін қамтамасыз етті. Өйткені қойыртпақтың бөлшектерінің өлшемдері 0,001 мм асады, ал шайырды 0,83-1,65 мм-ге түйіршектеуді қолданды. Жүзінділер («кұм») бөлшектерінің ең ірілері алдын-ала тұндырумен қалқымалау арқылы бөліп алынады.

Ерітіндіні шайыр түйіршіктерімен түйіспелінуінің жақсаруы үшін себетті кезекпен жоғары, төмен түсіреді және олардың тесіктері ернеуінен бітеліп қалмауы үшін бірнеше рет шайқайды.

Бастапқы ерітінді «кұмды» бөліп алғаннан кейін құрамында $0,5-1,0 \text{ г/дм}^3$ ЦУддА бар сульфат иондардың концентрациясы $10-20 \text{ г/дм}^3$ теңелді; ерітіндінің рН-ын 1,0-1,5-ке дейін жеткізді. Қойыртпақтағы С:К қатынасы 6:1-ді құрайды. Астаудағы қойыртпақтың көлемі 137 м^3 , себеттің олшемі $6,1 \text{ м}^3$ құрады. Әрбір астауга 2 себеттен келсді. Цикл ұзындығы 2-3 сағатқа тең болды; кезектестіріп 6-7 циклдер жүргізілді.

Жұту циклінен кейін десорбция циклімен жалғастырылады. Анионитті $0,9 \text{ NH}_4\text{NO}_3$ және $0,1 \text{ м HNO}_3$ ерітіндімен шайды. Металдың шамамен 8-16 см қалай анықталса, ішкі диффузиялықпен де солай, сонымен қатар, бойлық әсерлердің қосындысымен де анықталады.

Көптеген зерттеулердің көрсеткеніндей ион алмастырғыш үрдістің кинетикасында бас рөлді сыртқы диффузиялық кедергі атқарады. Бұл мына жағдайлармен түсіндіріледі, ионидтің жоғары ісінушілігімен және сыйымдылығымен; түйіршіктердің аз өлшемдерімен; шайырдың белсенді орталықтарының қанығуының аз дәрежесімен; бойлық әсерлердің барлық жиынтығын жоққа шығаратын шептің шиеленісуіне әкелетін сорбция изотермиясының дөңестігімен; қабаттың кеңею салдарынан, ағынның түйіршіктер арасындағы азғантай нақтылы жылдамдығымен, ерітінділердің төмен концентрациясымен; ерітіндідегі катиондардың диффузиясына қарағанда аниондардың ең баяу диффузиясымен.

Иониттің жалған сұйытылған қабатты сұйық фазаны араластырудың заңдық сипаттасымен зерделеу үлкен қызығушылық туғызады, өйткені бойлық әсерлердің жиынтығының тигізетін әсері изотермияның дөңестігімен күңгірттенуі, тек араластыру қарқындылығының кейбір шегіне дейін.

Араластыру қарқындылығын осы аппарат жұмысының белгілі бір режиміне сәйкес жалған сатылық идеал ығыстырудың санымен сипаттауға болады.

А.Н.Плановский мен А.А.Захарованың әдістемесі бойынша толық ығыстырудың жалған сатылы санды анықтау жолмен осы сипаттаманы зерттеу көрсеткендей, бұл ион алмастырғыш үрдістің қарастырылған жағдайында шайырдың қабаты аппаратта тыныштыққа және жалған сұйылудың бастапқы аймағында 10-ға жуық жалған сатылы ығыстыруы бар, яғни аппараттың режиміне жуық режимде жұмыс істейді және осындай аппараттарды есептеу үшін бойлық араластыруды теңдеулері дұрыс.

1.8 Уранды күкірт қышқылды ерітінділерден шаймалау

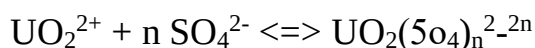
Бұл әдістің жоғары техника-экономикалық тиімділігі оған органикалық еріткіштермен уранды шайғындаумен қатар, тез және барлық жерде шаймалаудан кейін ерітінділерден уранды химиялық тұндыру әдістерін ығыстыруға мүмкіндік берді

Қышқылды шаймалаумен жүтаң кендерді ұқсатып өңдеуде құрамында

көптеген қосымшалары бар (темір, магний, марганец, сілті, металда және т.б.) алынатын ерітінділер концентрациясы уранның концентрациясына қарағанда 10 және 100 есе асып түседі. Жұтаң және ластанған ерітінділерден уранды химиялық тұндыру әдістері реагенттердің шығын көптігін талап етеді, уранның үлкен жоғалымдарына әкелді, және оның төменгі құрамды химиялық концентраттарын береді. Жұтаң кендерден, уранды алу мәселесі ион алмастырғыш шайырларды қолдану арқылы ұтымды шешілді. Күкірт қышқылды ерітінділермен уранды ион алмастыру әдісімен бөліп алу бірінші рет 1952 жылы ОАР, одан кейін АҚШ-тың, Канаданың, Австралияның, Францияның басқа да елдердің зауыттарында қолданылды.

Уранды қойыртпақтан ион алмастырып бөліп алу, технологиялық сұлбадан ерітіндіні шаймаланған кеннен бөліп алу күрделі және қымбат операцияны, сүзу немесе қарсы ағынды қалқымалау көмегімен еріген уранды шаюды жоюға мүмкіндік береді, бұл сүзуге, қоюлатуға және шаюға оңай түспейтін балшықты кендерді ұқсатып өңдеуде ерекше маңызды.

Уранды ион алмастырып бөліп алу үрдісі, ион алмастырғыш шайырларды шаймалаудан кейін ерітіндіден және қойыртпақтардан талғамды, сандық түрде уранды жұту қабілеттілігіне негізделген. Күкірт қышқыл ерітінділерінде алты валентті уран, өз арасында динамикалық тепе-теңдікте болатын уранил катион (UO_2^{3+}) түрінде және анионды сульфаттық кешендер түрінде қатысуы мүмкін.

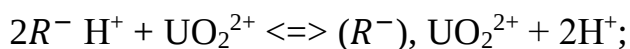


мұнда $n=1, 2$ немесе 3 .

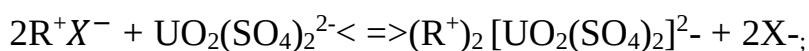
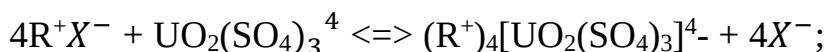
Күкірт қышқылды шаймалаудан кейін уран катион алмастыру немесе анион алмастыру шайырларының көмегімен ерітінділерден және қойыртпақтардан бөліп алынуы мүмкін.

Уранды ион алмастырумен бөліп алу жалпылама түрде мына реакциялармен анықталады:

1) катион алмастырғыш шайырмен уранды жұту



2) анион алмастырғыш шайырмен уранды жұту



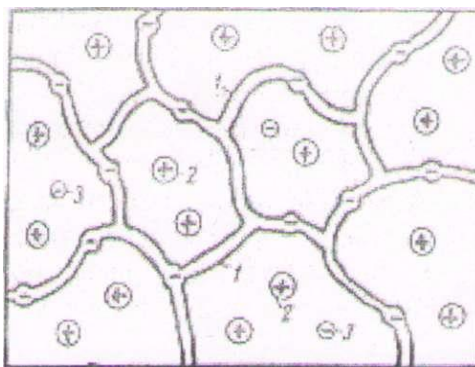
мұнда R - шайырдың белгіленген иондары; X - NO_3^- ; Cl^- .

Ион алмастырғыш шайыр уранды жұтқаннан кейін ерітіндіден немесе қойыртпақтан бөлінеді және жаңғыртылады (десорбцияға түседі), жаңғыртылғанда уранның десорбциясы жүреді, осының нәтижесінде уранды қосымшалардан босатылған концентрленген ерітінді және уранды жұтудың

келесі циклі үшін жарамды шайырды алады.

Ион алмастырылған шайыр таңбасы сол сияқты заряды бар ерітінділерден немесе қойыртпақтардан басқа иондардың пара-пар санының орнына оң немесе теріс иондарды жұтуға қабілетті, суда ерімейтін қатты заттектер ретінде болып келеді. Алмастырылушы иондардың заряд таңбасы бойынша катион алмастырғыш шайырлар (катиониттер) және анионалмастырғыш шайырлар (аниониттер) болып ажыратылады.

Иондық алмасуға қабілеттілік иониттің құрылысымен анықталады. Әрбір ионит валенттік күштермен немесе тордың күштерімен байланыстырылғын қаңқадан тұрады. Қаңқа қарсы иондар деп аталатын қарама-қарсы таңбадағы иондардың зарядымен толықтырылатын оң немесе теріс зарядқа ие болады. Қарсы иондар қаңқа ішінде қозғалмалы және сол таңбалы зарядты басқа иондармен алмастырылуы мүмкін. Қаңқа жоғары молекулалы полианион, ал аниониттің қаңқасы- поликатион сияқты деп қарастыруға болады. H^+ -формасындағы катионит, яғни қаңқаның зарядты толықтырушы қарсы иондары сутек ионы болып келсе, онда ерімейтін жоғары молекулалы қышқыл болып септеледі, OH^- -түріндегі анионит қарсы иондар ретінде гидроксил иондарымен ерімейтін негіз болып келеді. 1.1-суретте синтетикалық ион алмастырғыш шайырдың сулбалық көрінісі.



1-матрица фиксирленген иондармен; 2-қарсыиондар; 3-катиониттер
1 сурет – Синтетикалық ион алмастырғыш шайырдың сұлбалық көрінісі

Көрнектілік үшін иониттің үлгісі кеуектерінде қарсы иондары айналымда болатын (1 сурет) кеуексықш түрінде болып келуі мүмкін. Егерде кеуексықш ерітіндіге батырылса, қарсы иондар одан кетуді және ерітіндіге өтуі мүмкін. Бірақта бұнымен электр бейтараптығы сақталуы тиіс, яғни кеуексықштың заряды әр сәтте қарсы иондардың зарядымен дәл толықтырылуы керек. Сонымен қарсы ион кеуексықштан кетуі мүмкін. Тек сол жағдайда, егер оның орнына басқа ион түссе және қаңқа зарядының толықтырылуына қатысса. Иониттегі қарсы иондардың алмасуына қабілетті құрамы немесе оның алмасу сыймдылығы қаңқаның зарядтарының тығыздығымен анықталады, әрі қарсы иондар табиғатынан тәуелді. Алмасу сайма-сайлық үрдіс болып есептеледі.

Егерде иониттің құрамында тек қана А сортты қарсы иондар бар болса,

тек В сортты қарсы иондар болатын ерітіндіге батырса, онда А иондарын ерітіндіге ауыстыру басталады, ал В-иондары ионитке ауысады. Біраз уақыт өткеннен соң тепе-теңдік орнайды: ионит және ерітінді белгілі сандық қатынастағы екі бірдей сортты иондар құрамында болады. Бұл күй ион алмастыру тепе-теңдігі деп аталады.

Иониттің кеуектерінде әдеттегідей тек қана қарсы иондар ғана емес, басқаларыда тұрады. Егерде ионит ерітіндіге батырылса, онда кеуектерге еріткіш және кейбір дәрежеде еріген заттектер өтеді. Еріткіштің жұтуы иониттің ісінуімен шартталады. Иондық алмасу жылдамдығы қарсы иондардың қозғалғыштығына байланысты болған диффузиялық үрдіс (жоғарыда көрсетілгендей) болып саналады. Иониттің қозғалғыш ионмен электролит ионының алмасу үрдісі бес тізбектеліген сатылар арқылы өтеді:

- 1) жұтылатын ионның ерітінді көлемінен иониттің бетіне орын ауыстыруы;
- 2) жұтылатын ионның түйіршіктің ішінен алмасу нүктесіне орын ауыстыруы;
- 3) иондардың қос алмасу реакциясы;
- 4) ығысатын ионның түйіршік ішінде алмасу нүктесінен бетіне орын ауыстыруы;
- 5) ығыстырылатын ионның түйіршік бетінен ерітіндінің көлеміне орын ауыстыруы.

Иондардың алмастыру реакциясы (3-ші сатысы) іс жүзінде тез жүреді. Ион алмастырғыш жұтудың анықтағыш жылдамдығы 1,2,4,5 сатылары болып есептеледі. Ион алмастырғыш реакциялардың диффузиялық сипаттамасымен байланысты жылдамдық иониттің түйіршіктер шамасының азаюы және олардың кеуектілігі артуы кезінде едәуір артады.

Осы ионитпен бір сортты қарсы иондардың басқа қарсы иондармен салыстыруы бойынша ерекше жұтылуы талғамдылық деп аталады.

Иониттердің талғамдылығының негізгі себептері мынадай қорытындыланады 1.қаңқамен және қарсы зарядталған иондардың түрлі сорттары аралығында электростатикалық өзара әрекеттесуінің күші бірдей емес, басқа факторлармен қатар ион зарядының шамасына көп әсер етеді;

2.таза электростатикалықтан басқа ион мен қоршаған ортаның өзара әрекеттесуінің басқа күштері айқындалды, ионитте және ерітіндіде бұл күштерді едәуір ажыратылуы мүмкін;

3.стерикалық (өзара бағдар) себептері бойынша үлкен қарсы иондар жіңішке кеуекті иониттерге өтуі тіптен мүмкін емес.

Синтетикалық ион алмастырғыш шайырлардың қаңқасы, ұяқалып деп аталатын, көмірсутекті тізбектердің теріс жоғарғы молекулалық кеңістік торларынан тұрды. Ұяқалыпта белгіленген ионды зарядтаушы белсенді ионогендік топтар бекігіледі.

Белгіленген иондар ретінде жиірек катиондарда $-SO_3^-$, $-COO^-$, $-PO_3^{2-}$; у аниондарда $-NH_3^+$, NH_2^+ ; N^+ қызмет атқарады.

Иониттің ұяқалыпы сүтепкішті. Бастапқы заттектердің иониттер

дайындау үшін маңыздысы-полистирол суда ерімейтін және онда ісінбейді. Белгіленген иондарды енгізу сусүйгіштік топтардың сутепкіш ұяшыққа кіргізуді білдіреді. Осындай нәтижесінде полистиролдың сызықтық молекулалары еритін полиэлектролиттерге айналады. Ерітуді жою үшін иониттің ұяшығы кеңістікте «тігілген». Кемір сутекті тізбектері аралық көлденең байланыстар олардың ажыратылуына және еруіне кедергі болады. Иониттің түйіршігі — бұл іс жүзінде бір алып молекула. Оны еріту үшін С-С арасындағы байланысты үзу керек.

Сондықтан иониттер барлық еріткіштерде ерімейді, бұлар иониттің өзін бұзбайды, өйткені, уяшық белгілі майысқақтыққа ие, иониттердің ісінуі мүмкін. Синтетикалық ион алмастырғыш шайырлардың қаңқасы дұрыс құрылымға ие бола алмайды, осының салдарынан кеуектердің мөлшерлері бірдей емес 1.2. сурет.

Синтетикалық ион алмастырғыш шайырлардың қасиеттері негізінен белгіленген иондардың түрімен және сонымен бірге ұяшықтың құрылысымен және бастапқыда ондағы көлденең байланыстардың санымен анықталады. Су сүйгіштік топтардың саны және көлденең байланыстар мөлшері басқа факторлармен қатар ион алмастырғыш шайырлардың ісіну дәрежесін анықтайды, бұлардан иондардың қозғалысымен, алмасу жылдамдығы, электрөткізгіштігі және иондардың қозғалысымен байланысты басқа кинетикалық үрдістер тәуелді, ұяқалып құрылысы иониттің химиялық және термиялық төзімділігін дәлелдейді.

Белгіленген иондардың түрі иондық алмасуда маңызды роль атқарады. Мысалы, SO_3^- , сияқты белгіленген ион тәжірибеде толығымен диссоциацияланады және сондықтан рН-тың кең аймағында алмасуды іс жүзіне асырады. $COOH$ - сияқты топтар бейтарап немесе қышқылды ерітінділерде үлкен бөлігімен $-COOH$ түрінде диссоциацияланбаған күйде болады. Сондықтан оның ионалмастырғыш қасиеттері тежелінген. Сутекті түрді катиониттің диссоциация тұрақтысының шамасына байланысты күшті қышқылда және әлсіз қышқылда катиониттер болып ажыратылады. Дәл осындайдың аниониттерге де қатынасы бар: барлық жағдайларда іс жүзінде толық диссоциацияланған $-N^+$ сияқты белгіленген ионды аниониттер күшті негізділер болып есептеледі; бейтарап немесе сілтілі ортада протонды жоғалтады және зарядталмаған аминотоптар $-NH_2$, түзілетін $-NH_2^+$, сияқты белгіленген ионды иониттер әлсіз негізді болып саналады. Белгіленген иондардың түрі иониттердің қышқыл немесе негіздік күшін ғана емес, ол сонымен белгіленген ионлар мен қарсы иондар арасындағы өзара әрекеттесу күшінен едәуір шамамен тәуелді ион - алмастырғыш тепе-теңдік күйіне әсер етуін анықтайды. Иониттің талғамдылығы белгіленген иондарға қатынасы бойынша әдетте диссоциацияның азаюымен немесе сәйкестірілген мономерлі тұздардың ерігіштігімен, сонымен бірге кешенді қосылыстардың тузілу жағдайында артады.

Уранды ерітінділер мен қойыртпақтардан бөліп алу үшін, оларды іс жүзінде пайдалану жағынан, ион алмастырғыш шайырлар өте маңызды факторлар болып саналады: алмасу сыйымдылығы, ісіну коэффициенті, шайыр

бөлшектерінің ірілігі, тығыздығы, механикалық беріктігі және химиялық төзімділігі, гидравликалық қасиеттері, иондық алмасудың жылдамдығы, талғамдылығы, шайырдың жұмыс мерзімі.

Ион алмасу сыйымдылығы шайырдың табиғатынан, оның функционалды то-бының саны және қасиеттерінен, сонымен бірге шайырды пайдалану жағдайынан тәуелді. Толық, динамикалық және шайырдың жұмыс сыйымдылығы болып ажыра-тылады. Толық сыйымдылық шайырдың барлық мүмкін функционалды топтардың толтырылуына сәйкес. Ол ерітіндінің табиғатынан, ортаның рН-нан, сорбция жағ-дайынан байланыссыз, бірақ тепе-тендік күйге жегуді талап етеді. Динамикалық сыйымдылық «секірімге» дейін белгілі сорбцияланған ионның мөлшерімен сипатталады. Сорбция жағдайынан тәуелді, мысалы, ерітінді өткізу жылдамдығынан және ерітіндінің құрамынан.

Жұмыс сыйымдылығы динамикалыққа ұқсас тек мына айырмашылығымен, бұл сорбцияланған ион бойынша кіретін және шығатын ерітінділердің концентрацияла-рын теңдестіру мезгіліне дейін «секірімге»-дейін емес, жұтылған ионитпен сорбцияланғанын ионның мөлшеріне сәйкес өнімдік ерітінділердегі уранның концентрациясынан, тұзды құрамынан және ерітіндінің қышқылдығынан, сорбциялық урдің аппаратуралық жасаудан, уранның десорбция тәсілінен және иониттің жаңғыртушылығынан, жұмысшы иониттердің түйірметрлік және химиялық құрамынан, т.б. тәуелді. Сондықтан іс-жүзіндегі жағдайларда алынатын алмастыру сыйымдылығы жаңа иониттің сапасының стандартты өлшемі болып жұмыс атқара алмайды, ол тек өнімді ерітінділерді ұқсатып өңдеу үшін оның қолданушылығының салыстырмалы бағасы болып есептеледі.

Құрамында 1,0г/л ураны бар ерітінділерден сорбенттің сыйымдылығын тәжірибе жүзінде қолданылатын стандартты бағалау сол сияқты салыстырмалы бөлігі табылады. ЖҰШ-тың өнімді ерітіндісіне стандарт жасақтау керек (уранның концентрациясы, тұзды құрам, қышқылдық рН, т.б.) бұнда уран бойынша олардың іс-жүзінде қолданатындығын анықтау мақсатымен жаңа жеткізілетін сорбенттердің алмасу сыйымдылығын анықтайды (статикалық, динамикалық).

2 БАС ЖОСПАР ЖӘНЕ КӨЛІК

2.1 Ауданның қысқаша сипаттамасы

Қанжуған алаңы созақ ауданының таукент базалық кентімен оңтүстік қазақстан облысына кіреді.

Оңтүстік бөлігінде аудан қаратау жотасына солтүстік-батыстан жанасатын тау бөктеріндегі көлбеу жазықты білдіреді. Оның ені 20-30 км, көлбеу бұрышы шамамен 1 градус. Беттің абсолюттік белгілері 200-ден 500 м аралығында

өзгереді. Тау бөктеріндегі рельеф солтүстік және солтүстік-шығыс бағыттарда созылған төбелер мен өзен алқаптары кезектесіп көрсетілген. Мойынқұм (солтүстікке) құмды массивіне өтпелі бөлікте, өзен желісінің әсері дерлік әсер етпейді, рельеф аздаған еңістігі бар жазық болып табылады. Ландшафттардың осы тобы шегінде негізінен сұр-қоңыр топырақты және долана өсімдіктері өседі.

Халық қаратау жотасының бөктерінде, таукент, созақ, қазмолдақ, сызген, жүніс ата, қайнар, айгене кенттерінде шоғырланған.

Кенттерді сумен жабдықтау артезиан ұңғымалары есебінен жүзеге асырылады.

Пайдалану жұмыстары ауданындағы жалғыз ірі кәсіпорын – «қазатомпром» ұак орталық кен басқармасы (таукент кенті), «қанжуған» уран кен орнын жерасты ұңғылап шаймалау әдісімен өңдейді. Шолаққорған аудан орталығы тараз және жуантөбе қалаларымен асфальтталған жолмен байланысты. Жаңатас станциясынан созақ кентіне дейін темір жол тармағы бар. Құм төгу шегінде мойынқұм кен орнының алаңында асфальт жолы салынған.

2.2 Сәулет-жоспарлау шешімдері

Өндірістің қабылданған орналасуы жұмыс істеп тұрған өндірістің технологиялық және адам ресурстарын пайдалануға, коммуникацияның шатастыратын инженерлік желілерін пайдалана отырып жобаланатын өндірістің энергиямен қамтамасыз етілуін кешенді түрде араластыруға мүмкіндік береді.

Кеніштің өнеркәсіптік алаңында жобаланатын өндірістің мынадай ғимараттары мен құрылыстары орналасады:

- экстракциялық-аффинаж өндірісі;
- дайын өнімді қайта тиеу торабы;
- дезактивация пункті;
- органикалық фазаның авариялық төгу сыйымдылығы $2 \times 75 \text{ м}^3$.

Дезактивациялау пункті қолданыстағы шаймалаушы ерітінділер картасының еркін аумағында орналасқан. Дезактивациялау пунктінің ағындары картаға жиналады, содан кейін технологиялық процеске қайтарылады.

2.3 Тұрмыстық және медициналық қызмет көрсету

Жобаланып отырған өндірісте жұмыс істейтін еңбекшілерге тұрмыстық қызмет көрсету санитарлық нормаларға сәйкес келетін қолданыстағы тұрмыстық үй-жайларда көзделеді.

Арнайы киімдерді санитарлық өңдеу және жуу қолданыстағы кеніште жүргізіледі.

Жобаланып отырған өндіріс персоналына медициналық қызмет көрсету барлық қажетті медициналық жабдықтармен жабдықталған өнеркәсіп алаңының денсаулық сақтау пунктінде жүзеге асырылады. Медициналық пункт өнеркәсіп алаңында абк орналасқан.

2.4 Инженерлік желілер мен коммуникациялар бойынша шешімдер

Барлық инженерлік желілер мен коммуникациялар орталық сорғы станциясын (осс) және сорбция корпусын қосатын магистральды құбырды қоспағанда, өтпелі каналдарда жер астында орналасқан. Магистральдық құбыр биіктігі 3,5 метр темір-бетон тіректерінде орнатылады. Жер үсті құбырының ұзындығы 1,8 км.

Байыту фабрикасын сумен жабдықтауды жер асты су тартқыштарынан фабрикадан 10 км қашықтықта жүзеге асыру ұсынылады.

Көрсеткіштік қосалқы станцияға кернеуі 10кв әуе пәп жүргізіледі.

2.5 Көркейту және көгалдандыру

Жобаланып отырған фабриканың алаңында көгалдандыру – жергілікті тұқымдардан ағаштар мен бұталар отырғызу. Бос орындар көгалдармен егіледі. Суару су құбырынан жүзеге асырылады. Аумақты көгалдандыру барлық инженерлік коммуникацияларды ескере отырып жобаланған.

Жаяу жүргіншілер қозғалысы үшін барлық асфальтталған автомобиль жолдарының бойында, сондай-ақ жекелеген ғимараттар мен құрылыстардың арасында асфальтталған жаяу жүргіншілер жолдары төселді.

3 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ШЕШІМ

3.1 Жерасты шаймалау процесінің физика-химиялық негіздері

Кеннен уранды жерасты шаймалау процесінің жалпы сипаттамасы:

Уран кендерін шаймалаудың басты мақсаты уран минералдарын неғұрлым толық және селективті еріту болып табылады. Шаймалау уранды оның орналасқан жерінде алу кезіндегі операциялардың басты негізі болып табылады, өйткені ол түпкі өнімнің алынуын және құнын анықтайды. Минералдардың және құрамында уран бар кендердің алуан түрлілігіне қарамастан, соңғысын шаймалау үшін әдетте минералды қышқылдардың немесе сілтілі металдар

карбонаттарының тұздарының сулы ерітінділерін пайдаланады. Еріткішке жер асты ұңғымалы шаймалау кезінде мынадай талаптар қойылады:

- 1) Уранды ерітіндіге салыстырмалы түрде толық ауыстыруды қамтамасыз ету;
- 2) Реагенттің төмен құны және оның халық шаруашылығында болуы;
- 3) Шаймалау процесіндегі таңдамалылық;
- 4) Қолданылатын материалдар аппаратурасының коррозияға төзімділігін қамтамасыз ету;
- 5) Уран минералдарын еріту үшін «жұмсақ» жағдайларды ұстау мүмкіндігі;
- 6) Шаймаланатын кен массасында поралар мен капиллярлардың кольтматациясына әкелетін жағдайларды болдырмау.

Жер асты ұңғымалы шаймалау кезінде еріткішті таңдау уран минералдануының формасымен және кен шоғырларының және олардың сыйысатын жыныстарының заттық құрамымен негізделеді. Гидрометаллургиялық өңдеу тұрғысынан і уран кендері уран минералдарының термиялық табиғатына және олардың сілтілеу кезіндегі тәртібіне байланысты бес негізгі минералогиялық кластарға бөлінеді.

- 1) Құрамында төртвалентті уран – эндогенді минералдар бар кендер (уранинит, настуран, уваровит);
- 2) Құрамында алты валентті уран бар кендер – экзогенді минералдар (уран сиялары, туюмунит, карнотит);
- 3) Құрамында еруі қиын уран минералдары бар кендер (давидит, браннерит);
- 4) Уран және көміртегі ассоциациясындағы кен;
- 5) Фосфат және өзге де кендер.

Олардың ішінде жер асты ұңғымалы шаймалау әдісімен кенді өңдеу үшін ең қолайлы бірінші екі сынып болып табылады.

Уран жер асты ұңғымалы шаймалау үшін құрамында ерігіш уран минералдары бар кендер аз жарамды, өйткені оларды шаймалау әдетте қышқылдың жоғары концентрациясы мен температураны ұстап тұруды талап етеді. Бірінші және екінші класты кендер қышқылды да, карбонатты да сілтілеуге ұшырауы мүмкін.

Шаймалаудың қышқылдық тәсілі карбонатты тәсілмен салыстырғанда уранды жоғары дәрежеде бөліп алуға мүмкіндік береді, дегенмен келесідей кемшіліктері де бар:

- 1) Салыстырмалы жоғары агрессивтілік, кендегі ураннан басқа да компоненттердің, бос жыныстардың еруіне алып келеді және қышқылдың көп жұмсалуына әкеледі;
- 2) 2%-дан астам карбонаттары бар кен денелерін өңдеу үшін әдісті қолданудың мүмкін еместігі;
- 3) Ұңғыманы арнайы қымбат тұратын материалдан жасалған құбырлардың үлкен тереңдігіне шегендеу кезінде конструкциялық материалдар ретінде пайдалану қажеттілігі.

Ал, карбонаттық тәсілдің келесідей артықшылықтары бар:

1) Процестің жоғары таңдамалылығы, осыған байланысты реагенттің шығымы әдетте жоғары емес және жер қойнауында айналатын ерітінділер басқа компоненттермен ластанбайды;

2) Тотығуға қарсы аппаратура мен материалдар орнату талап етілмейді;

3) Кенде және кен сыйатын жыныстарда карбонаттардың құрамы бойынша шектеулердің болмауы.

Карбонат тәсілінің кемшіліктері:

1) Жер асты қабатының бастапқы сүзілуімен салыстырғанда кендердің сыйымды жыныстарының өткізгіштігі нашарлайды;

2) Уранды тиімді алуға қол жеткізу тотықтырғыштарды міндетті түрде пайдалануды талап етеді.

Ең арзан еріткіш – күкірт қышқылы.

Жер қойнауында шаймалау процесі уран минералдарын қатты фазадан олардың химиялық реагентпен өзара әрекеттесуі есебінен сұйық фазаға ауыстыруға әкеп соғады.

Тотыққан минералдарды қышқылмен шаймалау кезінде уран уранил-ион түріндегі ерітіндіге ауысады:



Сұйық фазада уранил сульфатымен қатар уранилдің кешенді сульфаттары да түзіледі:



Уран минералдарын шаймалау үшін оңтайлы қышқылдық $\text{pH}=1,5$ мен $2,0$ арасы болып табылады.

Қышқылдың ең жоғары концентрациясы уран минералдарының беріктігімен және тау жыныстарының адсорбциялық қабілеттілігімен анықталады.

3.2 Уран өндірісіндегі негізгі заңдылықтар

Өнімді ерітінділерден уран сорбция статикасының негізгі заңдылықтары: Стиролға уранилсульфатты кешендерді барынша сіңіру триметиламмоний типті винилбензол аниониттерінде $\text{pH}=2,0$ мен $3,5$ аралық аймағында байқалады. $5-10$ г/л-ға тең өнімді ерітінділердің артық қышқылдығы кезінде осы компоненттердің таралу коэффициенттері $20-100$ есе аз, бұл іс жүзінде қолайлы болып табылады, 1 г/л уранның тепе-тең концентрациясы кезінде 1 мл сорбентке $30-70$ мг U_3O_8 сыйымдылығына дейін аниониттердің қанықтырылуын қамтамасыз етуге болады.

Күкірт қышқыл ерітінділерінің жоғары артық қышқылдығы аймағында анионит сыйымдылығы мен таралу коэффициенттері шамалы, сондықтан $10-15\%$ күкірт қышқылының ерітінділері уранды десорбциялау үшін жиі қолданылады.

Өнімді ерітінділерде уран концентрациясы кең шектерде өзгеруі мүмкін. $pH=1,0$ мен $2,0$ кезіндегі уран сорбциясының изотермалары бойынша әртүрлі зерттеушілердің мәліметтерін жинақтай отырып, изотермиялық сипаттарды фрейндлих теңдеуіне бағындыра отырып, шығыңқы сипатын атап өтуге болады, бұл уранды толық алу үшін қажетті теориялық тарелкалардың аз санын алдын ала анықтайды, сондай-ақ триметиламмоний типті аниониттерді сорбентке $8-15$ мг/мл тең u_3O_8 бойынша сыйымдылыққа дейін қанықтыру мүмкіндігін куәландырады. Нақты жағдайларда бұл мән балластты, депрессивті және ынталандырушы қоспалардың санына байланысты өзгереді.

Концентрациясы төмен ерітінділерден уран сорбциясының кинетикалық ерекшеліктері: ион алмасу процесінде уақыт пен кеңістік бойынша бірнеше бөлек кезеңді бөлуге болады:

- 1) Шекаралық беттік қабат арқылы жұтылған ионның диффузиясы;
- 2) Сіңірілетін ионды сорбент немесе ионит түйіршігінің бетінен оның көлемі ішіндегі кез келген нүктеге ауыстыру;
- 3) Ион алмасу немесе сорбциялық өзара іс-қимыл;
- 4) Ығыстырылған ионды алмасу орнынан сорбент немесе ионит түйіршігінің бетіне бұру;
- 5) Шекаралық беттіу қабат арқылы ығыстырылған ионның диффузиясы;

Процестің бірінші және соңғы сатысы масса ауыстырымдылық, екінші және төртінші - массаны тарату және үшінші - химиялық процесті сипаттайды.

Ерітінділерді сорбциялық өңдеу динамикасының заңдылықтары: Ерітінділерді сорбциялық өңдеу кезінде өзекті міндеттердің бірі сорбентті толық қанықтыру кезінде құнды компонентті алудың толықтығы болып табылады. Бұл өңделетін ерітіндінің сол бір үлесіндегі аниониттің әртүрлі үлестері бар, онда сорбцияланатын компоненттің құрамы біртіндеп жойылатын бірнеше рет байланыс есебінен қол жеткізіледі. Ерітіндіні ионит қабаты арқылы сүзгілеу кезінде колонналарда пайдалы компонент концентрациясының азаюы байқалады. Ионит қабаты, оның өту кезінде бағалы компоненттің концентрациясы бастапқы мәннен оның шығару құрамына дейін, Н.А. Шилова ұсынысы бойынша жұмыс қабатының ұзындығы деп аталады.

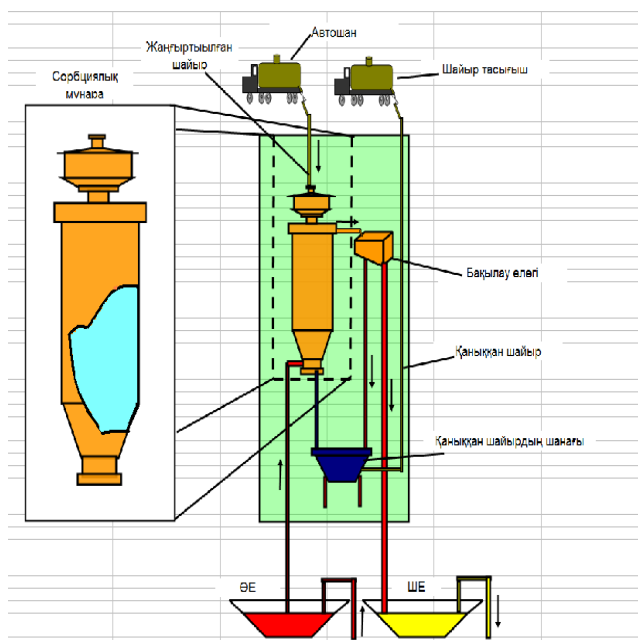
Бағалы компоненттің төмен концентрациясы кезінде ($0,01$ Н төмен) жұтылу пленкалы кинетикасы басым. Бұл жағдайда сіңірілген иондар ионит немесе сорбент түйіршігінің ішіне пленкадан тезірек бөлінеді.

Жұмыс істеп тұрған қабаттың немесе сорбция фронтының қалыптасуы аяқталғаннан кейін оның параллель ауысуы басталады. Қабаттың артық биіктігі аппараттың қайта өңделген ерітінділерде бағалы компоненттің концентрациясын оның шығуында өзгертпей ұзақ жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Сондықтан сорбенттің жұмыс қабатының ұзындығы жұмыс істеп тұрған қабаттың ұзындығынан және сорбенттің қабат биіктігінің артығынан тұрады.

Сорбенттің жұмыс істеп тұрған қабатының тиімділігін осы бағалау алмасудың теориялық сатылары немесе осы қабаттағы масса ауыстырымдылық

бірліктерінің саны немесе 1 м қабатқа есептегенде, сондай-ақ теориялық тарелканың биіктігі болып табылады.

Сорбциялық бағананың шектеулі ұзындығы кезінде сорбент қабатынан шығатын ерітіндідегі бағалы компоненттің концентрациясы берілген ең төменгі мәннен сорбенттің барлық колоннада толық қанығуы кезінде қол жеткізілетін бастапқы мәнге дейін артады.



2 сурет - Уранды сорбциялау қондырғысының сұлбасы

Шығару ерітіндісінде бағалы компонент концентрациясының ұлғаюы алмасу константасы немесе тарату коэффициенті аз болған сайын тез жүреді. Ерітіндіні сүзу жылдамдығының диффузия коэффициентіне қатынасы көп болған сайын және колонна диаметрлері мен сорбент түйіршіктерінің қатынасы аз болған сайын тез жүретінін байқауға болады.

Қаныққан уран сорбентінің регенерациясы

Десорбция – сорбенттен немесе иониттен сорбцияланған бағалы компонентті алып тастау. Регенерация – иониттің сорбциялық қасиеттерін қалпына келтіру.

Десорбция процесінде иониттегі бағалы компоненттің құрамы ерітінділердің құрамы бойынша тастандыны алуды қамтамасыз ететін кейбір шекті рұқсат етілген мәнге дейін біртіндеп азаяды. Регенерацияланған иониттің бұл сыйымдылығы қалдық деп аталады және ол сорбциялық аппараттағы сорбенттің тепе-тең сыйымдылығының 10-20%-ынан аспауы тиіс, ал регенерацияланған иониттегі элюирлеуші ионның құрамы қайта өңделетін өнімдік ерітінділерге бағалы компонентті сіңіру депрессиясын туындататын мөлшерде осы заттардың түсуін болдырмауы тиіс.

Элюирлеуші ерітінділерді ионит қабаты арқылы сүзу кезінде бағалы компоненттің ауыспалы концентрациясы бар ерітінділер алынады, олардың

ішінен ең жоғары үлестер одан әрі өңдеуге тауарлық фракция түрінде шығарылады, ал қалған фракциялар - бағалы компоненттің неғұрлым төмен концентрациясы бар - айналмалы элюирлеуші ерітінділер ретінде пайдаланылады.

Уранды элюирлеу

Элюирлеу – қаныққан сорбенттен бағалы компонентті таза еріткішпен жуу, мысалы, күкірт қышқылды ерітінділерді өңдеу кезінде сіңірілген уранилсульфатты иондарды-көбінесе күкірт қышқылды элюенттермен жүргізіледі. Бұл жағдайда бағалы компонентті элюирлеуден кейін регенерацияланған сорбент немесе ионит ерітіндіні сорбциялық өңдеу кезінде пайдаланылатын тұз нысанында қалады.

Аниониттен уран десорбциясы процесінің ұзақтығы бөлме температурасында 30-дан 40 сағатқа дейін жүргізіледі. Элюентті 20-дан 60°C-қа дейін қыздыру кезінде десорбцияланған уран саны екі есе артады. Тауарлық регенераттың жоғары қалдық қышқылдылығына байланысты оны экстракциялық тазалауға ұшыратады, ол кезде уран ди-2-этилгексилфосфор қышқылының триалкиламин керосинді ерітіндісімен алынады. Аздаған рафинаттарды элюирлеуші ерітіндіні дайындауға немесе уран кенін сілтілеуге қайтарады.

Уранды ығыстыру

Ығыстыру – бағалы компоненттің сорбцияланатын ионмен немесе затпен десорбциясы. Бұл өңделген сорбент немесе ионит ион түрінде қалады, демек, осы ионды аниониттен алып тастау үшін оны бағалы компонентті неғұрлым тиімді алуды қамтамасыз ететін жұмыс иондық нысанға ауыстыру мақсатында арнайы өңдеуді қажет етеді.

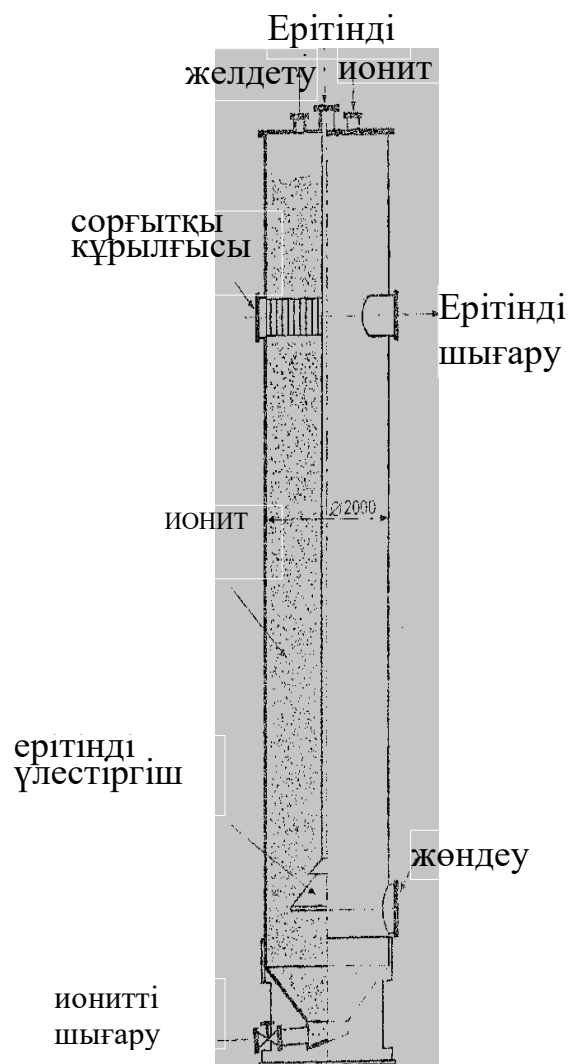
Уран гидрометаллургиясында уранилсульфатты кешенді иондардың аниониттерінен нитраттармен және хлоридтермен ығыстыру тәсілдері кеңінен таралған.

Уранилсульфатты иондардың десорбциясының тиімділігі хлорид-ион байланысты катионның табиғатына байланысты.

Регенераттың ең аз шығуына аммоний хлоридін пайдалану кезінде қол жеткізіледі. Элюенттер ретінде натрий және магний хлоридтерін пайдаланған кезде регенераттың шығымы 1,5-2,0 есе артады.

Экстракциялық десорбция (ЭД-процесс)

Органикалық заттарды су элюентіне енгізгенде диэлектрлік константа азаяды және ионит пен ерітінді арасында бағалы компоненттің таралу коэффициенті өзгереді. Органикалық зат ретінде экстрагенттер ерітінділерін жиі қолданады.



3 сурет – Пик түріндегі десорбциялық мұнараның құрылғысы

Пайдаланылатын элюирлеуші заттардың физикалық-химиялық ерекшеліктері бойынша оларды бірқатар кластарға бөлуге болады: ацетон, спирттер немесе кетондар түріндегі суда еритін органикалық заттар; экстрагенттер түріндегі минералды заттар мен ерімейтін органикалық заттардың су ерітіндісінің эмульсиясы (триалкиламин, трибутилфосфат).

3.3 Уран технологиясындағы аффинаж

Аффинаждың мақсаты – белгілі бір талаптарға жауап беретін уран қосылыстарын алу. Қазіргі уақытта ураннан қажетті тазалыққа дейін қоспаларды бөлуге мүмкіндік беретін әмбебап әдіс жоқ. Сондықтан іс жүзінде қажетті жоғары сапалы соңғы өнімді алу үшін бірнеше әдістердің комбинациясына жүргізіледі.

Уранды аффинаждау әдісімен таңдау көптеген факторларға байланысты, олардың ішіндегі ең маңыздысына мыналар жатады: тазалаудың талап етілетін

дәрежесі; қоспалардың табиғаты, саны; пайдаланылатын реактивтердің түпкілікті өнімнің тазалығына әсер етуінің жол берілуі.

Қазіргі уақытта тек үш әдіс практикалық мәнге ие.

Пероксидті тазалау

Бұл әдіс уран пероксиді ерітіндісінен $UO_4 \cdot 2H_2O$ бөлуге негізделген, бұл уранға тән қосылыс ерітіндідегі уран тұзына пергидролдың (30% H_2O_2) әсерімен алынады. Бұл өте нәзік және күрделі процесс. Уранның шөгуі мынадай реакция бойынша өтеді:



Бұл реакцияның өтуі үшін сутегі тотығының артық болуы және азот қышқылын аммиакпен бейтараптандыру қажет. Бұл ретте сутегі тотығының ыдырауы салдарынан қызудан аулақ болу керек.

Жақсы сүзілген тұнбаны алу үшін тұнбаны баяу құю керек. Осы реакцияның практикада өту режимі: 100-120 г/л ерітіндідегі уранның концентрациясы, азот қышқылының концентрациясы 30 г/л бөлме температурасында, 100% артық сутегі тотығы, осы жағдайларда уранды бөліп алу 99%-ға жетеді.

Карбонатты тазалау

Бұл уранды тазартудың жетілдірілген және тиімді әдісі. Үш карбонатты тазалау тұрақты кешенді қосылыстың алты валентті уранына тән пайда болуына негізделген.

$(NH_4)_4[UO_2(CO_3)_3]$ — бұл жасыл-сары кристалдар, суда жақсы ериді, бірақ аттас ион әсерінен ғана шығарылады. Аммоний карбонаты, $(NH_4)_4[UO_2(CO_3)_3]$ түріндегі уран қоспасымен толығымен шөгіндіге бөлінеді. Бұл әдіс канадада, швецияда және ішінара тмд-да қолданылады.

Экстракциялық тазалау

Бұл әдіс алғаш рет 1842 жылы пелигоны қолданды, экстрагент ретінде диэтил эфирін қолданды. Осы эфирді 100 жыл өткеннен кейін ақш-та бірінші атом бомбасын жасау кезінде U_3O_8 жұқа тазалау үшін пайдаланды.

Бұл әдістің артықшылығы:

- 1) Экстракция кезінде тұнба жоқ, демек, қоспаларды тұнбамен алып тастау;
- 2) Уранды органикалық фазаға және резекстрактіге салыстырмалы түрде шығару бастапқы шоғырлануға аз тәуелді. Уранды экстракциялық алу кезінде ағызу ерітінділерінің көлемі күрт төмендейді;
- 3) Тұндыру және жауын-шашынның кристалдануы — бұл салыстырмалы ұзақ және күрделі процесс, ал экстракциялық тепе-теңдік бірнеше минут ішінде келеді;

3.4 «Элюэкс-процесс» материалдық балансын есептеу

Сорбцияның материалдық балансы: жобаланатын цехтың өнімділігі жылына 700 тонна уран тотығы-тотығы. Практика мәліметтері бойынша ерітіндідегі U_3O_8 құрамы 70 мг/л немесе 70 г/м³. U_3O_8 бөліп алу дәрежесі сорбция 99%, десорбция 99%, экстракция 99%, реэкстракция 99%, шөгу 98%, кептіру және тесу 99%.

Сол кезде сорбцияға берілетін U_3O_8 саны сағатына болады:

$$700\,000/0,99*0,99*0,99*0,99*0,99*0,98*24*330=94,83 \text{ кг } U_3O_8$$

Содан кейін сорбцияға берілетін өнімді ерітіндінің мөлшері болады:

$$94830/70=1354,7 \text{ м}^3/\text{сағ}$$

Процесс сорбент – ерітінді тұманға қарсы режимінде жұмыс істейтін сорбциялық колонналарда жүзеге асырылады. Пайдаланылатын амп-п сорбент ретінде үлес шығыны 40 г/кг құрайды. АМП-П сипаттамалары: Гост 95.291-75,79;

- поралардың жалпы көлемі 0,78 м³/сағ;

- меншікті беті 35 м³/сағ;

- ісіну коэффициенті 2,7 бірлік

Сорбция үшін О:В=1:6 қатынасты қолданамыз. Өнімді ерітіндіден уранды сорбциялау үшін амп-п типті шайырдың қажетті мөлшерін есептейміз.

АМП-П типті шайырдың қажетті мөлшері:

$$V_c = \frac{V}{K_k}$$

$$1354,7/6=225,8 \text{ м}^3$$

Сорбция кезінде келесі реакциялар жүреді:



Бастапқы деректерге сәйкес 99% шайыр бетіне уранның сорбция коэффициенті. Шайыр бетіне алынған уран саны болады:

$$94,83*0,99=93,88 \text{ кг}$$

Ерітіндіде қалды:

$$94,83-93,88=0,95 \text{ кг амп-п шайырының тығыздығы } 1,1 \text{ г/см}^3:$$

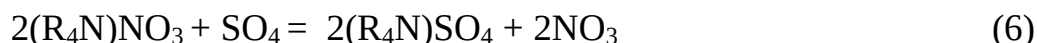
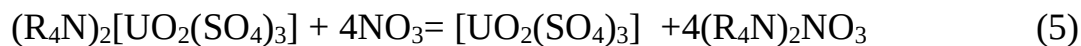
$$225,8 * 1,1=248,4 \text{ кг шайыр сорбцияға берілетін ерітіндінің тығыздығы } 1,02 \text{ г/см}^3:$$

$$1354,7*1,02=1381,1 \text{ кг сорбцияның материалдық балансын түземіз.}$$

Десорбцияның материалдық балансы

Процесс тұманға қарсы режимде жұмыс істейтін десорбция каскадының аппараттарында жүзеге асырылады. Десорбция процесінің ұзақтығы 30-дан 40 сағатқа дейін ауытқиды.

Қолданылатын десорбция ерітіндісіне байланысты мынадай реакциялар өтеді:



Десорбция ерітіндісі ретінде 15% күкірт қышқылының ерітіндісін қолданамыз. Десорбцияға ерітіндінің шығынын анықтаймыз, сорбция осіндегі уранның құрамы 10 г/л U_3O_8 болуы тиіс.

Себілген уранның саны 93,88 кг, онда десорбциялық ерітіндінің саны болады:

$$93,88/10=9,388 \text{ м}^3$$

Десорбция ерітіндісінің тығыздығы 1,035 кг/м³, демек:

$$9388 \cdot 1,035 = 9716,58 \text{ кг}$$

Десорбция кезінде бөліп алу коэффициенті 99%, онда ерітіндіге алынған уран мөлшері:

$$93,88 \cdot 0,99 = 92,94 \text{ кг}$$

Шайырда қалғаны:

$$93,88 - 92,94 = 0,94 \text{ кг}$$

Десорбцияның материалдық балансын құрамыз.

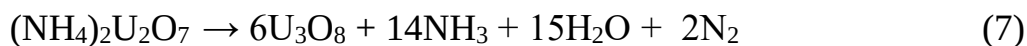
Регенерат құрамында 10 г/л U_3O_8 бар, тұндыру каскадына мұндай ерітіндіні жіберуге болмайды, өйткені ол тым кедей, осыған байланысты регенерат концентрациясына дейін онда U_3O_8 20 г/л, демек шөгуге келе жатқан десорбциядан кейінгі ерітіндінің мөлшері 2 есе аз болады, яғни

$$9809,52/2=4904,76 \text{ кг.}$$

Тұндырудың материалдық балансы-десорбциядан кейін ерітіндіден уранның таза тұзын тұндыру әдісімен алуға болады. Уранды тұндыру кезінде 98%-ға жетеді. Себілген уран санын есептеу:

$$\text{Ерітіндіде тұнған тұнба: } 92,94 - 91,08 = 1,86 \text{ кг.}$$

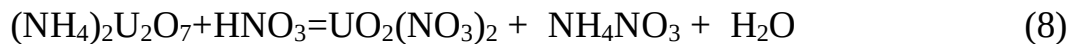
Аммоний диуранаты түріндегі уранның шөгуі мынадай реакция бойынша жүреді:



Реакцияға сәйкес аммиактың шығыны: 23,18 кг. Аммиак шөгуінің материалдық балансын құрайық.

Аффинаж

Аффинажға 114,26 кг аммоний диуранаты беріледі. Біз оны азот қышқылында ерітеміз (60%). Ерігенде келесі реакция төмендегідей жүреді:



Қышқылдың қажетті мөлшері 64,2 кг құрайды.

Экстракцияның материалдық балансы

Тұнба ерігеннен кейін алынған ерітінді экстракцияға ұшырайды. Практикалық деректер бойынша фазалардың арақатынасы $\text{O}:\text{B}=1:5$. Экстрагенттің қажетті санын келесідей есептейміз:

$155,28 = 31,056$ кг экстрагент.

Экстракцияның материалдық балансын құрайық.

Экстракция кезінде уранның экстракцияға өту коэффициенті 99%, демек:

$$91,08 \cdot 0,99 = 90,17 \text{ кг}$$

Рафинатқа өтеді:

$$91,08 - 90,17 = 0,91 \text{ кг.}$$

Реэкстракцияның материалдық балансы

Мен деминерализацияланған сумен өткіземін. Деминерализацияланған судың мөлшері, практикалық деректерге сәйкес экстракттан 2 есе көп аламыз, демек:

$$121,226 \cdot 2 = 24,452 \text{ кг.}$$

Реэкстракция кезінде уранның су фазасына өту коэффициенті 0.9 демек:

$$90,17 \cdot 0,99 = 89,27 \text{ кг в}$$

Экстрактта қалады: $90,17 - 89,27 = 0,9$ кг.

Тұндырудың материалдық тепе-теңдігі

Тұндыруды аммиакпен жүргіземіз:

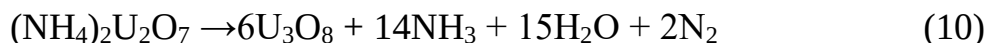


Реакциядан аммиак шығыны: 22,3 кг

Қыздырудың материалдық тепе-теңдігі

Алынған тұнбаны $600-900^\circ\text{C}$ температурада қыздырамыз. Қыздырғаннан кейін дайын U_3O_8 өнімді аламыз.

Қыздыру кезінде келесі реакция жүреді:



Қыздыру кезінде уранды бөліп алу дәрежесі 99%:

$$89,27 \cdot 0,99 = 88,384 \text{ кг.}$$

Алынған өнім дайын өнімнің сапасына қойылатын талаптарға сәйкес келеді. Мен алған өнімде қыздырғаннан кейін: 55% U_3O_8 ; 20% су және 25% қоспа бар.

3.5 Жабдықты есептеу және таңдау

Сорбция жабдығын есептеу және таңдау

СНК колоннасының диаметрі 3 метр, биіктігі 12 метр. Осы деректерге сүйене отырып, колонна көлемін анықтаймыз:

$$V_c = \frac{V}{K_k}$$

$$V = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot H$$

Сорбция бағанасының көлденең қимасының ауданын анықтаймыз:

Ерітіндіні колоннаға беру жылдамдығын анықтау үшін ерітіндіні колоннаға берудің желілік жылдамдығын білу қажет.

Алынған деректерге сүйене отырып, сорбция колоннасына ерітіндіні беру жылдамдығын анықтаймыз:

$$u = C_n.$$

Белгілі диаметрде сорбенттің жұмыс қабатының биіктігін анықтаймын,
ол:

$$h_m = X_m \cdot \frac{V_m}{S}$$
$$H = D \cdot 3.5$$

Сорбент қабатының қорғау әсерінің коэффициентін келесідей анықтаймыз:

$$K = c_{\text{рлу}} \cdot c_{\text{пр}} = 0,046 / 0,00007 \cdot 2,06 = 319 \text{ с/см}$$

Алынған мәліметтер бойынша менің жылдамдық практикадан көп, практикалық жылдамдық 0,0097 м/с немесе 35 м/с. Жылдамдықты талап етілетін деңгейге дейін азайту үшін 6 сорбция бағанасын есептеу арқылы қою қажет.

Десорбция жабдықтарын таңдау және есептеу

Десорбциялық бағаналарды есептеу классикалық әдіс бойынша жүргізіледі.

Десорбция бағанасының есептік диаметрі өлшенген қабатта шайырды ұстау шартымен десорбциялайтын ерітіндінің қозғалысының кіріс жылдамдығына байланысты анықталады:

СДК-2000 колоннасының диаметрі 2 м^2 , ол есепті диаметрге жақын болып табылады, СК - 2000 басқа СДК-1500 тағы бір стандартты колонна бар, оның диаметрі $1,5 \text{ м}^2$.

Бағанның биіктігі мынадай формула бойынша есептеледі:

Бағанның стандартты биіктігі СНК-2000 7,5 метр. Қондырғыға 3 десорбция бағанасын, 3 ұстап тұру бағанасын және 3 қанықтыру бағанасын қабылдаймыз. Соңғысының габариттік өлшемдері десорбция бағаналары сияқты. Десорбция процесі барлық кезеңдерді қоса алғанда 10 сағат шамасында жүреді.

Барабанды електерді таңдау

Буферлік сыйымдылықтан ұстау колоннасына берер алдында қанық анионит сумен жуылады. Бүгінгі күні шайырларды жуу үшін барабанды електерді пайдалану ең тиімді болып саналады. Анионитті жүктеу колоннасына ең жоғары бір реттік тиеу 5 м^3 құрайды. Бұл көлемге анионит бойынша өнімділігі $25 \text{ м}^3/\text{сағ}$ БГ-1 барабанды електері сәйкес келеді.

Анионитті жуу денитрациялау алдында және SO_4^{2-} пішінде қайта зарядтау алдында қажет.

Қондырғыға 3 барабанды електер БГ-1 қабылданады.

Тұндыру колонналарын есептеу және таңдау

Тұндыру колоннасын таңдау циклге бір сағатта келіп түсетін тұндыру көлеміне байланысты жүргізіледі.

Тұндыру процесінде тауарлық регенераттың рН-і рН-1,2-ден 7,5-ке дейін біртіндеп бейтараптандырылады. Тәжірибе тауарлық регенератты бейтараптандырудың баяу жүрген сайын, сары кек кристалдарының сапалық физикалық параметрлері соғұрлым сапалылығын көрсетеді.

Сондықтан қондырғыға АОП-1500 (буды тұндыру аппараты), көлемі 18 м^3 қабылдаймыз. Аппарат конструкциясының ерекшелігі тауарлық регенерат пен жоғарғы ағызуды төменгі жағынан беру, кейіннен келесі ұқсас бағананы төменге беру болып табылады. Бағананың құрылымы тауарлық регенераттың рН-ін біркелкі арттыруға мүмкіндік береді. Қондырғыға АОП-1500, $V=18 \text{ м}^3$, саны 3 дана қабылдайды.

Фильтрсүзгіні таңдау және есептеу

Есептеу үшін ФПАКМ-12 сүзгісін аламыз.

ФПАКМ-12 сүзгісінің техникалық деректері:

- сүзу беті	40 м ² ;
- рамалық кеңістіктің көлемі	1,15 м ³ ;
- жұмыс қысымы	0,5 мпа;
- қысқыш плитаның максималды жүрісі	550 мм;
- салмағы	5130 кг;
- жарықтың өлшемі	890×890 мм;
- раманың қалыңдығы	40 мм;
- қысуды күшейту	40 000 кгс;
- габариттік өлшемдері: ұзындығы	4705 мм;
ені	1675 мм;
биіктігі	2000 мм.

Фильтрпресс өнімділігін мына формула бойынша анықтаймыз: $O_{\phi} = 40 \cdot 38 = 1520$ кг/сағ.

Қосалқы сүзгішті орнату қажеттілігін ескере отырып, 2 дана ФПАКМ-12 маркасын қабылдаймыз.

3.6 Экстракция жабдықтарын таңдау және есептеу

Ортадан тепкіш подбильяка экстракторының негізгі габариттік өлшемдері:

- биіктігі	1200 мм
- ені	1200 мм
- ұзындығы	1200 мм
- ротордың айналу жылдамдығы	1250 айналым/сек
- фазалар көлемдерінің қатынасы О:В=1:6	120 м/сағ,

Қондырғыға 2 подбильянка экстракорын қабылдаймыз, өйткені менің өнімділігім 160 м³- тан сәл жоғары.

3.7 Резэкстракция жабдықтарын таңдау

Резэкстракцияны ұқсас экстракторларда өткіземіз, бірақ олардың өлшемдері сәл кіші.

Резэкстрактордың негізгі габариттік өлшемдері:

- ені	1000 мм
-ұзындығы	1000 мм
-биіктігі	1000 мм
- фазалар көлемінің қатынасы О:В	10:1

Резэкстракция кемінде 99% өтеді. Орнату үшін 2 подбильянка типті резэкстракторды қабылдадым.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындылай келе бұл жобада «Қанжуған» кен орнының өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десорбатын алудың технологиясын қарастырдық. Уранның тауарлы десорбатын алу кезіндегі біз жылына өнімді ерітіндіден 2000 тонна тауарлы десорбат алдық. Өнімді алу жолында ерітіндіні ең алдымен дайындап, сорбция үрдісімен жүргіздік, сорбциядан кейінгі үрдіс десорбция үрдісімен және соңында денитрациямен өнімді ерітіндіні осы үрдістерден өткіздік. Жобада әрбір үрдіске технологиялық және аппаратуралық сұлбалары келтірілген. Жұмысшылар үшін толықтай жағдай жасалынған. Бұл технологияны іске асыру үшін біз алдын ала экономикалық, еңбек қорғау құрылыс шешімдер және металлургиялық шешімдер мен шығындар, бөлімдері орындалған.

Цехта 125 жұмыс істейтін болады, цех қажеттіліктерін қамтамасыз ету үшін көлік жолдары, насосы станция жеңіл және ауыр жүк көліктері цехтың қажеттіліктерін орындау үшін әрқашанда дайын. Сондай-ақ қауіпсіздік шаралары медициналық көмек көрсету тағы басқа да жағдайлары жасалынған.

Сонымен қорыта айтқанда бұл жобаны орындау тиімді болып келеді. Сондай-ақ жобаны іске асыру үшін шамамен есептегеніміздей 515 млн. тг қаражат жұмсалу қажет. Ал шығынды ақтау үшін шамамен 1 жылдай уақыт ішінде ақтауға толық мүмкіндік бар.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Петросьянц А.М Современные проблемы атомной науки и техники в СССР Изд 3-е –М Атомиздат , 1977
2. Комплексные соединения урана Под ред И.И.Черняева –М Наука ,1964
3. Исследования в области химии уран Под ред В.И.Спицина –М Изд-во МГУ , 1961
4. Харрингтон Ч.Рюэле А Технология производства урана Перевод с англ Под ред А.С.Займовского и Г.Л Зверева –М Атомиздат ,1961
5. Переработка глинисто-пиритных руд, содержащих уран, фосфор и редкие земли Доклад на Международном симпозиуме в Сан-Пауло Бразилия , 1970 Авт А.П.Зефилов Д.И.Скороваров Б.В.Невский и др
6. Исследование технологии извлечения урана и других ценных компонентов из урансодержащих сланцев Доклад на Международным симпозиуме в Сан-Пауло Бразилия 1970 А.П.Зефилов Г.Ф.Иванов В.Д. Носов и др
7. Переработка бедных урановых руд в СССР Доклад на конференции группы экспертов МАГАТЭ Вашингтон 1975 Автор Д. И.Скороваров Б.Н.Ласкорин Б.В.Невский и др
8. Извлечение урана из природных вод Доклад на Международной конференции МАГАТЭ по ядерной энергетике и ее топливному циклу Автор Б.Н.Ласкорин С.С.Метальников Г.И.Смолина
9. Радиометрическое обогащение бедных урановых руд Доклад на Международной конференции МАГАТЭ по ядерной энергетике и ее топливному циклу Авт М.Л.Скрипиченко А.П Татарников А.И.Горшков и др
10. Нормы радиационной безопасности –М , Атомиздат 1978