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

Есіркеп Абылай Адайұлы

«Өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десорбатын алу өндірісінің жобасы» тақырыбына.

Дипломдық жобаға

**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

Мамандығы: 5В070900 – Металлургия

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

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

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:**
МжПҚБ кафедра меңгерушісі
тех.ғыл.кандидаты
_____Барменшинова М.Б.
«30» 05 2022 ж.

Дипломдық жобаға
**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

Тақырыбы: «Өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десорбатын алу өндірісінің жобасы» тақырыбына

Мамандығы: 5В070900 – Металлургия

Орындаған : Есіркеп Абылай Адайұлы

Пікір жазушы:
техн.ғыл.канд.
Флотораегенттер және байыту зертханасының ЖҒҚ, МжБИ АҚ
_____Турысбеков Д.К
«26» 05 2022 ж

Ғылыми жетекші
PhD докторы, МжПҚБ сениор-лекторы
_____ Мамбеталиева А.Р.
«25» 05 2022 ж

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

**БЕКІТЕМІН:**
МжПҚБ кафедра меңгерушісі
тех.ғыл.канд.
_____М.Б. Барменшинова
«___» 01 2022 ж.

**ТАПСЫРМА**
дипломдық жобаны орындауға

Білім алушы Есіркеп Абылай Адайұлы
Тақырып: «Өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десорбатын алу өндірісінің жобасы»
Университет ректорының *2021 жылғы «24 желтоқсан» № 489 бұйрығымен бекітілген*
Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «25» 05 2022 ж.
Дипломдық жобаның бастапқы берілістері:
*Кеннің гидрометаллургиялық қайта бөлінуі, ертіндіден десорбатты алу*
Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:
*а) Кіріспе бөлім*
*б) Негізгі бөлім*
*в) Технологиялық бөлім*
Графикалық материалдың тізбесі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):
жұмыс презентациясының 12 слайдтары ұсынылды
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:


1. Шумилин М.В., Муромцев Н.Н., Бровин К.Г. Разведка месторождений урана для отработки методом подземного выщелачивания. – М: Недра, 1985 г.
2. Утвержденный регламент действующего предприятия. Месторождение «Қызылқұм». – Алматы, 2018

Дипломдық жобаны дайындау

**КЕСТЕСІ**

| атауы, әзірленетін мәселелер тізбесі | Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі | Ескертпе |
|---|---|---|
| Кіріспе бөлім | 5.01.2022-30.01.2022 | |
| Негізгі бөлім | 4.02.2022-25.02.2022 | |
| Технологиялық бөлім | 10.03.2022-10.04.2022 | |

Дипломдық жобаның бөлімдерінің кеңесшілері мен нормалық бақылаушының аяқталған жобаға қойған

**қолтаңбалары**

| Бөлімдердің атауы | Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жені, тегі, ғылыми дережесі, атағы) | Қолтаңба қойылған мерзімі | Қолы |
|---|---|---|---|
| Жобаның технологиялық бөлімі | Мамбеталиева А.Р. PhD докторы, МжПҚБ сениор-лекторы | 25. 05. 2022 | |
| Норма бақылау | Джуманкулова С.К. PhD докторы | 27. 05. 2022 | К. Джуманкулова |

Ғылыми жетекшісі _____ Мамбеталиева А.Р.
(қолы)

Тапсырманы орындауға білім алушы Есіркеп А.А.

Күні «28» 05 2022 ж.

# АҢДАТПА

Қазіргі ұсынылып отырған дипломдық жоба болып табылады және өнімді ерітіділерден уранның тауарлы десорбатын алу өндірісінің жобасына арналған.

Бұл дипломдық жобаның мақсаты: ураны бар кендердегі, өнімді ерітінділердің жер асты шаймалау арқылы уранның тауарлы десорбатын алудың ең тиімді, экономикалық және жалпы технологиялық жолымен өндіру болып табылады.

Осы технологиямен өндіргенде құрамындағы жоғары сапалы уран алу үшін, біз қазіргі заманғы жаңа аппараттар мен үрдістерді қолданамыз. Дипломдық жобада құрамында ураны бар кендердің өңдеу тәсілдері қарастырылған, өндіріс аппаратура-технологиялық тізбегіне түсініктеме берілген, металлургиялық аппарттар мен үрдістердің металлургиялық шешімдер есептеулері, материалдық балансы келтірілген.

# АННОТАЦИЯ

Настоящая работа является дипломным проектом и посвящена переработке урансодержащего продуктивного раствора с получением товарного десорбата.

Целью дипломного проекта является разработка эффективный, экономическии целесообразной технологии получения товарного десорбата из продуктивных растворов подземного выщелачивания ураносодержащих руд. Для получения высококачественного урана в производстве по этой технологии мы поддерживаем новые современные аппараты и тенденции.

В дипломном проекте рассмотрен опыт переработки урансодержащих руд, включены в аппаратурно-технологический список производства, приведены расчеты металлургических решений металлургических применений и процессов, материальные балансы.

# ANNOTATION

This work is a diploma project and is devoted to the processing of uranium-containing productive solution to obtain marketable desorbate.

The goal of the diploma project is to develop an efficient, economically feasible technology for obtaining marketable desorbate from productive solutions of uranium-bearing ore in-situ leaching. In order to obtain high quality uranium in the production of this technology, we support new modern apparatuses and trends.

In the diploma project the experience of uranium-containing ores processing is considered, the hardware and technology list of production is included, calculations of metallurgical solutions of metallurgical applications and processes, material balances are given.

# МАЗМҰНЫ


| | | |
|---|---|---|
| | Кіріспе | 9 |
| 1 | Кенорын  және оның ауданы туралы жалпы мағлұмат | 10 |
| 1.1 | Жобаланатын көсіпорынның орналасқан ауданының физикалық-географиялық, климаттық, экономикалық жағдайларының қысқаша сипаттамасы | 10 |
| 1.2 | Тауарлық десорбаттың негізгі физикалық-химиялық қасиеттері | 11 |
| 1.3 | Кендерден уранды бөліп алу тәсілдері | 13 |
| 1.3.1 | Уранды өнімдіреді  өңдеу тәсілдеріне негіздеме | 14 |
| 2 | Уранды жерасты ұңғымалық шаймалаудың өнімді ерітінділерін сорбция үшін дайындау | 16 |
| 2.1 | Өнімді ерітінділерден уранды сорбциялау | 16 |
| 2.2 | Қаныққан анионитті механикалық қоспалардан жуу | 18 |
| 2.3 | СДК-1500 колонналарында тауарлық десорбат алумен анионитті қанықтыру және десорбциялау | 19 |
| 2.4 | СДК-1500 жұмысын басқарудың сипаттамасы | 21 |
| 2.5 | СДК-1500 оңтайлы технологиялық жұмыс режимі | 23 |
| 2.6 | Десорбцияланған анониттен денитрация | 27 |
| 2.7 | Денитрацияланған анионитті жуу және оны уран сорбциясына қайтар | 28 |
| 2.8 | Тауарлық десорбатты аффинаж өндірісіне немесе одан әрі қайта өңдеу зауытына тасымалдау | 28 |
| 2.9 | Дайын өнімді алу | 28 |
| 3 | Металлургиялық шешімдер | 30 |
| 3.1 | Уранның тауарлы десорбаттың рационалдық құрамын есептеу | 30 |
| 3.2 | Технологиялық үрдістердің материалдық  баланстарын есептеу | 36 |
| 3.2.1 | Адсорбция  үрдісінің материалдық  балансын есептеу | 36 |
| 3.2.1.1 | Таралу және ажырату коэффицентін есептеу | 36 |
| 3.2.1.2 | Адсорбер  қондырғысын есептеу | 44 |
| | Қорытынды | 45 |
| | Пайдаланылған әдебиеттер тізімі | 46 |

# КІРІСПЕ

Қазіргі заманғы әлемдік металлургия өндірісінде объективті себептерге байланысты металдардың пайда болуы артып, олардың минералды-шикізат базасы үнемі өзгеріп, сапалы нашарлай бастаған кезде қайшылықты жағдай бұрыннан қалыптасқан. Концентраттар алынған кендер кедей бола бастайды. Кен өндіруге арналған Тау-кен машиналары күшейе түсуде, концентраттарды байыту және алу процесінде барған сайын улы заттар мен реагенттер қолданылады. Металлургиялық зауыттарда концентраттардың өсіп келе жатқан көлемін өңдеу кезінде отын мен ағындардың көбірек мөлшері тұтынылады.

Қазіргі уақытта республикада өндірілетін барлық уран жерасты шаймалау тәсілімен өндіріледі.

Жер асты шаймалау кезінде металл реагент ерітінділерінің табиғи немесе жасанды түрде жасалған өткізгіштігі бар массив арқылы басқарылатын қозғалысы кезінде иондық алмасу арқылы алынады. Оны қолданудың қажетті шарттары-минералды немесе органикалық қышқылдармен, сілтілермен және тұз ерітінділерімен еритін қосылыстарда пайдалы компоненттің болуы, кендердің табиғи жеткілікті сулануы, кенге реагент беруді және өнімді ерітінділерді соруды жүзеге асыруға мүмкіндік беретін қолайлы тау-кен геологиялық және гидрогеологиялық жағдайлар, бұл дипломдық жобада тауарлы уран десорбатын өндірудің рационалдық құрамы, материалдық құрамы және де экономикалық бөлімдерін қарастырамыз.

Соңғы кездері уранды тұтынудың дамуында және дамуында және уран өндірісінің жаңадан жоғарлауына себепші болатын атомдық энергетияны пайдалануда анық айқындалған саспалы жаңа беталыс байқалды. Уран атом энергетикасы дамушы елдер үшін өте қажет.

Сондай-ақ өнімді ерітінділерден пайдалы компонентті тиімді алу мүмкіндігі.

Технологиялық сұлба бойынша уранды кендерді шаймалап уранды өнімділік ерітіндіге көшіреді, ал одан уранды сорбция, десорбция, тұндыру әдістерімен «сары кек» деген өнімге шығарып алады.

Жер шарының әртүрлі елдеріндегі (АҚШ, Швеция және т.б.) урандық құрамы кедей кендердің (фосфориттер, лигниттер, көмірлер және т.б.) орасан зор қорлары - өнеркәсіптік мақсаттар үшін қажет уранның болашағы және мықты қайнар көзі. Энергетикалық дағдарыс салдарынан капиталистік елдерде орын алған, отын бағасының өсуі – атомдық энергетикада неғұрлым қымбатырақ уранды үнемді пайдалануға және уранға кедей кен орындарын өңдеуге мүмкіндік берді. Егер уранның бағасы 4 есе өссе де, оған деген сұраныс өзінің деңгейінде қалады. Бірақ қаншалықты жаңалық деп қабылдасақ та, энергетикалық дағдарыс нәтижесінде атомдық энергетиканың отындық базасы едәуір молаяды.

## 1 Кенорын және оның ауданы туралы жалпы мағлұмат

### 1.1 Жобаланатын көсіпорынның орналасқан ауданының физикалық-географиялық, климаттық, экономикалық жағдайларының қысқаша сипаттамасы

Солтүстік Хорасан-Қазақстанның ірі уран кен орны, Сырдарияның сол жағалауында, Жаңақорғаннан 34 км жерде орналасқан. 1979 жылы ашылған.

Оның ашылуы өзі орналасқан Қызылорда облысының Жаңақорған ауданына 450 жұмыс орнын, ілеспе өндірістерді есепке алғанда 800 - ден астам жұмыс орнын ашады.

Кен шоғырларының ұзындығы 10-12 км, ені 200-250 М, жатыс тереңдігі 200-ден 800 м-ге дейін.

Кен орнының жиынтық қоры 160 мың тонна уранға, жыл сайынғы өндіру көлемі 0,18 мың тоннадан астамға бағаланады. Өндіру жерасты ұңғымалық шаймалау әдісімен жүзеге асырылады.

Әзірлеуге Қызылқұм ЖШС лицензиясы бар. Қызылқұм ЖШС құрылтайшылары Қазатомөнеркәсіп (30%), жапондық энергетикалық компаниялар консорциумы — Energy Asia Ltd (40%) және UrAsia London Ltd (30%) болып табылады. Сондай-ақ әзірлеу лицензиясына Байкен-U Energy Asia Ltd ЖШС 45% және Қазатомөнеркәсіп 55% .

"Қазатомөнеркәсіптің" деректері бойынша, 2009 жылы мұнда 180 тонна уран, 2010 жылы - 1000 тонна, 2011 жылы - 1500 тонна, 2012 жылы - 2000 тонна, ал 2014 жылы - жылына 3000 тонна уранға тең толық жобалық қуатқа шығу жоспарлануда. Бұл Қазақстанда осындай өндірістік қуаты бар алғашқы кеніш. 2009 жылғы 1 сәуірдегі жағдай бойынша Солтүстік Харасан кен орнының Хорасан-1 учаскесінің мемлекеттік балансында 21 000 тонна уран бар. Мұнда өндіру МАГАТЭ әлемдегі ең экологиялық таза және қауіпсіз деп таныған жерасты ұңғымалық шаймалау (ПВ) әдісімен жүзеге асырылады. ПВ әдісімен уран өндіру 2053 жылға дейін жоспарланып отыр.

Қазіргі кезде гидрометаллургиялық үдірістерді уран кенін өндіру үшін пайдалану ауқымы әжептәуір кеңейтілді. Гидрометаллургиялық үдірістердің артықшылығы; олар қалыпты температурада реогенттерді аз жұмсап, қарапайым құрал-жабдықтарды пайдалана отырып, тек белгілі бір металды ғана бөліп алуға мүмкіндік береді.

Сілтілендіру (шаймалау) - бұл жатқан жерінде кеннің бойынан тек белгілі пайдалы компонентті таңдап ерітіп ажырататын гидрометаллургиялық үдіріс. Жер бетіне кен есем - металл иондары бар химиялық ерітінді шығарылады, содан соң сорбция тәсілімен ажыратылады. Жерасты сілтілеу үдірісі кезінде, кен қатпарына немесе скальді (қатты) монолитте, тесіктер және капиллярлармен арнаулы жүйедегі соратын және құрғататын (дренеж) құрылғылардың және реагент ерітіндісі шығаратын жасанды ағын арқылы ерітінді қозғалысқа түседі.

Жерасты сілтілендіру үдірісінің әсерлі атқарылуына қажетті негізгі жағдайлар:

1) металдың ерітіндіге айналу үдірісі қабылданған жылдамдықпен жүруі тиіс;

2) кен массиві ішінде ерітінді айналысы шығу үшін жағдай болуы, яғни кенді жыныс ерітінді өткізгіш болуы керек;

3) еріткіш басқа жыныстарға тимей, белгілі бір өндірілетін металдың минералын ерітеді;

4) еріткіш пен алынған химиялық ерітінділер сілтіленген кеннің капилляры мен тесіктерін белгілі бір дәрежеде бітемейді;

5) төселген және қапталған жыныстардың көшу құбылысы аз болуы керек.

Тығыз кенорналасқан массивтерден жерасты сілтілендіру үдірісі арқылы металдарды алу үшін, кен кесектерін қажетті іріліктегі кесекктерге дейін жарып, бұрғылау жұмыстарының көмегімен алдын-ала уатады.

Жерасты сілтілендіру басқа технологиялық үдірістер секілді, белгілі сұлба бойынша оптималды шама-шарттар мен техника-экономикалық көрсеткіштерге сәйкес жүргізілуі тиіс.

## 1.2 Тауарлық десорбаттың негізгі физикалық-химиялық қасиеттері

Тауарлық десорбат 14-2014 «Десорбциядан кейін құрамында уран бар технологиялық ерітінділер. Техникалық шарттар».

Физикалық-химиялық көрсеткіштер бойынша құрамында уран бар ерітінді 1-кестеде көрсетілген нормаларға сәйкес келуі тиіс.

1 Кесте – Тауарлық десорбаттың физикалық-химиялық көрсеткіштері

| Көрсеткіш атауының ауқымы | Диапазон |
|---|---|
| Уранның массалық шоғырлануы, г / дм$^3$, кемінде | 30,0 |
| $H_2SO_4$ қайта есептегендегі қышқылдығы, г/дм$^3$ | 40,0 артық емес |
| Нитрат-ионның массалық концентрациясы, г / дм$^3$ | 40,0 артық емес |
| Хлорид-ионның массалық концентрациясы, г / дм$^3$ | 4,2 артық емес |

Құрамында уран бар десорбаттардың сипаттамасы және қасиеттері:

– ерітінді тығыздығы 1,05-1,07 кг/дм$^3$;

– төмен радиоактивті, меншікті белсенділігі 0,1 – 0,2 мкКи/г аспайтын;

– химиялық оптимист екені таңқаларлық емес;

– 0°С температурада қату температурасы;

– қайнау температурасы-100°С;

– нақты түс-сарыдан қоңыр-сарыға дейін;

– иіссіз;

– тұздың жауын-шашынсыз суда шексіз сұйылтылады;

Тауарлық десорбаттарда көзге көрінетін бөгде қосындылардың (жыныс, ағаш, металл кесектері, ион алмасу шайыры және т. б.) болуына жол берілмейді.

*Өнімнің мақсаты мен қолданылу саласы*: табиғи уранның химиялық концентраты уранның шала тотығы-тотығын – $U_3O_8$ алу циклiндегі аралық өнім болып табылады.

*Химиялық формула:* каустикалық содамен тұндырылған ХКПУ-бұл келесі құрамдағы табиғи уран тұздарының қоспасы: натрий диуранаты ($Na_2U2O_7$) және ауыспалы құрамдағы натрий полиуранаттары ($Na_2U_7O_{22}$, $Na_2U_4O_{13}$ және т. б.) және нитрат-уранил ($UO_2(NO_3)_2$) немесе сульфат-уранил ($UO_2SO_4$); аммиактың сулы ерітіндісімен тұндырылған кезде химиялық формула: каустикалық содамен тұндырылған ХКПУ-бұл келесі құрамдағы табиғи уран тұздарының қоспасы: натрий диуранаты ($Na_2U_2O_7$) және ауыспалы құрамдағы натрий полиуранаттары ($Na_2U_7O_{22}$, $Na_2U_4O_{13}$ және т. б.) және нитрат-уранил ($UO_2(NO_3)_2$) немесе сульфат-уранил ($UO_2SO_4$).

*Табиғи уранның химиялық концентратының негізгі физикалық-химиялық қасиеттері:* концентрат СТ НАК 12-2007 «Уран концентраты. Техникалық шарттар».

Физикалық-химиялық көрсеткіштер бойынша концентрат 2-кестеде көрсетілген талаптарға сәйкес келуі тиіс.

2 Кесте – ХКПУ негізгі физикалық-химиялық көрсеткіштері

| Көрсеткіш атауының ауқымы | Норма |
|---|---|
| Уранның массалық үлесі, % кем емес | 35,0 |
| Азот қышқылында ерімейтін қалдықтың массалық үлесі, % артық емес | 1,2 |
| Ылғалдың массалық үлесі, % артық емес | 30,0 |

*Уран концентратының сипаттамасы және қасиеттері:*

– тұз кристалдары мен қоспалардың қатынасына байланысты табиғи уранның химиялық концентраты сарыдан қоңырға дейін болады;

– диаметрі 0,1-1,0 мм кристалдар;

– үлес салмағы 1,9-2,2 кг / см3;

– қышқыл ерітінділерде жақсы ериді;

– суда аз ериді;

– химиялық концентрат әлсіз радиоактивті, меншікті белсенділігі 0,238-0,340 мкКи/г;

– химиялық концентратта көзге көрінетін бөгде заттардың (жыныс, ағаш, металл кесектері және т.б.) болуына жол берілмейді.

*Бастапқы шикізаттың, материалдар мен жартылай өнімдердің сипаттамасы*

Уран алу үшін бастапқы шикізат геотехнологиялық алаңнан берілетін өнімді ерітінділер болып табылады. Өнімді ерітінділердің тұзды құрамы 3-кестеде келтірілген.

3 Кесте – Өнімді ерітінділердің тұзды құрамы

| Атауы | Құрамы |
|---|---|
| U | Кем емес 0,03 г/дм$^3$ |
| $Fe_{жалпы.}$ | Көп емес 1,0 г/дм$^3$ |
| Қышқылдық | Көп емес 2,0 г/дм$^3$ |
| Мех. өлшемі | Көп емес 0,05 г/дм$^3$ |
| pH | 1,8 ÷ 2,2 ед. pH |

### 1.3 Кендерден уранды бөліп алу тәсілдері

Бұдан бұрынғы кезеңдерде атом бағдарламаларын іс жүзіне асыруда барлық уранды, ванадий мен радий бөліп алу үшін жасақталып игерілген технологияның түрлендірілген түрі болып келетін әдістермен алынған.

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

Құрамында ураны бар минералдар мен кендердің көптеген түрлеріне қарамас- тан ұқсатып өңдеудің 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 мумкін. Біріншілікті кендердегі уран тотықсыздандырылған күйде болады, ал екіншіліктіде — жартылай немесе толығымен тотыққан күйде. Осындай пегматиттер сскілді біріншілікті кендердің құрамында әр түрлі қиын еритін оксидтермен байланыскан (химиялы) уран болады, мысалы сирек жер элементтері, титан және торий оксидтерімен. Мұндай кендердің құрамыңда болатын минералдарды ыдырату үшін концентрленген қышқыл керек болады. Мүндай кендер сілтілермен ыдыратылмайды.

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

Әдетте уран өндірісі уран кендерін өндіруден басталады (жерасты ұңғымалы шаймалаудан (ЖҮИГ) басқасы). Кен, оны ұсақтап, ұнтақтап өңдейтін зауытка беріледі. Уран кендерін байытудың физикалық әдістер аймағындағы

зерттеулер оң нәтижелер бермеді. Құрамында сульфидтері бар кендер біршама ойдағыдай флотацияланады.

### 1.3.1 Уранды өнімдіреді өңдеу тәсілдеріне негіздеме

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

Уран кендерін ыдырату ор түрлі тосщдермен эдеттегі жабдықтарда іс жүзіне асырылуда: сүзгіш түбі бар солалғышта шаймалаумен немесе механикалық ойтпесе ауалы араластырылатын аппараттарда. Араластыргыштардагы шаймалау бір немесе бірнеше сатылы жүргізілуі мүмкін. Ауамен араластырудың артықшылығы бұлармен қоса бір мезгілде уранның тотығуы жүруінде. Көптеген зауыттарда аса тиімді рстінде үздіксіз шаймалау қолданылады. Бірақта кейбір зауыттарда бақылау үшін оте ыңғайлысы ретінде артығырак корінетіні 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 боліп алудың жылдамдығы мен дәрежісіне белгілі бір түрде әсер стетіндер: температура, шаймалау уақыты (жіңішкелілігі, бөлшектер өлшемі), кышқыл мен сілтілер концентрациясы, Қ:С-тың қатынасы, тотыктырғыш шығыны және т.б. Уранды бөліп алудың жоғарыдағы факторларға тәуелділігінің жалпы сипаты мыналарды көрсетеді: температураны 20 °С-дан 90 °С-га дейін өсіргенде, шаймалау ұзақтығын бірнеше сагаттан бастап бірнеше тәулікке дейін көбейткснде, бос кышқылдықты 15-20 г/л дейін арттырғанда, Қ:С-ың 1:1-дсн 1:2-ге дейін төмендеткенде, кен бөлшектерінің мөлшерін 10-нан 200 мсшқа дейін азайтқанда уранды боліп алу дорежесі 70%-дан 90%-га дейін өседі. Кенде төртвалентті уран болғанда, құрамында біріншілікті минералдар мен сульфидтері бар кснді ұқсатып өңдеу кезінде тотықтырғыштарды қолдану көздеген мақсатқа сәйкес келеді. Тотықтырғыштың шығыны (әдетге пиролюзит пайдаланылады) кеннің қасиеттсріне және оның химиялық құрамына (уран минералдарын ашу қиындықтары) байланысты бір тонна кенге 5 кг-нан 20 кг- га дейін өзгереді.

*Карбонатты шаймалауда* и(IУ)тің II(Y1)-ға дейін тотығудың улкен мәні бар, өйткені сріту үшін карбонатты ерітіндідсгі уран тотыққаң алтывалентті күйінде болуы тиіс. Тотықтырғыштың шығыны кеннің құрамына тәуелді жөне ол негізінен төртвалентті уранның мөлшерімен анықталады. Аса белсенді

тотықтырғыш атмосфс ралық қысымда қиын ыдырайтын кендерді шаймалау барысында, калий перманганаты болып табылады. Автоклавта қысыммен шаймалауда тотықтыргыш регінде ауаны пайдаланган кездегі нөтижелер сияқты қорытындылар алынды.

Кейбір кендерді *күйдіру уран бөліп алуда* едәуір тиімділік береді және кенді ұқсатып өндеу жағдайларын (тұндыру және сүзу жағдайлары) жақсартады. Көбінесе сүзу және түндыру процестері кенді алдын ала өңдемегенде өте баяу жүреді немесе жүрмейді дерлік. Мұндай жағдайда кенді термиялык өндеу, шүбәсіз, сүзу мен түңдыруды жақсартуға өсерін тигізеді.

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

Ең қарапайым процесс тікелей химиялық тұндыру болып табылады. Бұл кезде ерітіндіні толық мөлдірлету және содан кейін түндырғыш реагенттсрді қосуды талап етіледі. Тұндыру әдісінің артыкшылығы опрерациялардың карапайымдылығы және жүйелігі, соңғы өнімді тұндыру және сүзуге қатты мсн суйық фазаларды бөлу кезінде жай жабдықтарды колдану мүмкіндігінде болып саналады.

## 2 Уранды жерасты ұңғымалық шаймалаудың өнімді ерітінділерін сорбция үшін дайындау

Уранды жерасты ұңғымалық шаймалаудың өнімді ерітінділері геотехнологиялық өрістің пайдалану блоктарында орналасқан айдау ұңғымаларынан жұмыс құм тұндырғышына батырылатын сорғылармен көтеріледі.
Құм Тұндырғышта ауырлық күшінің әсерінен қатты механикалық қоспалардан (құмдар, тұнбалар) ПР тұнып, жеңілдейді, ерітіндідегі уран концентрациясы да орташа болады.
Қатты тұнба жиналуына қарай құмтастардан шығарылады және қатты НРО-ны уақытша сақтау алаңына шығарылады, одан әрі ол көмуге тасымалданады.
ПР жұмыс құм тұндырғышынан алынған ағартылған өнімді ерітінділер сору коллекторлары арқылы № 1 ТНС технологиялық сорғы станциясының сорғыларымен уранның сорбциясына ЦППР-ға беріледі.

### 2.1 Өнімді ерітінділерден уранды сорбциялау

Уран бойынша концентрациясы 60-100 мг/дм$^3$ ТНС № 1 ағартылған өнімді ерітінділер СНК-3М қысымды сорбциялық колонналарының төменгі бөлігіне уранды сорбциялауға сорғылармен беріледі. 104/1-14).
Сорбциялық колонналар ретінде барлық жерде пайдаланылатын, пайдалануда сенімді және жұмыстың жақсы технологиялық параметрлерін көрсететін-СНК-3М анониттің жұмыс қабатының биіктігі 6,5 м және ұяшығының өлшемі 300 ± 50 мкм шпальт сымнан жасалған дренаждардың диаметрі (D = 460 мм) ұлғайтылған. Сорбция үшін Ambersep 920USO4 (немесе оның аналогтары) жоғары негізді анионды типті сорбент қолданылады. СНК-3М құрылғысы 1-суретте көрсетілген.
СНК-3М цилиндрлік корпус – ернеуден, жоғарғы дренажды құрылғы – кассетадан, бақылау елегі бар және ерітінділерді ағызу келте құбыры бар МС – "қалта" жинағынан, аппараттың қимасы бойынша оның ағынын конус таратқышы бар ПР енгізу құрылғысынан - "грибоктан", қаныққан ион алмасу шайырын түсіруге арналған құрылғыдан, қалпына келтірілген тиеуге арналған арынды бункерден тұрады шайырлар.

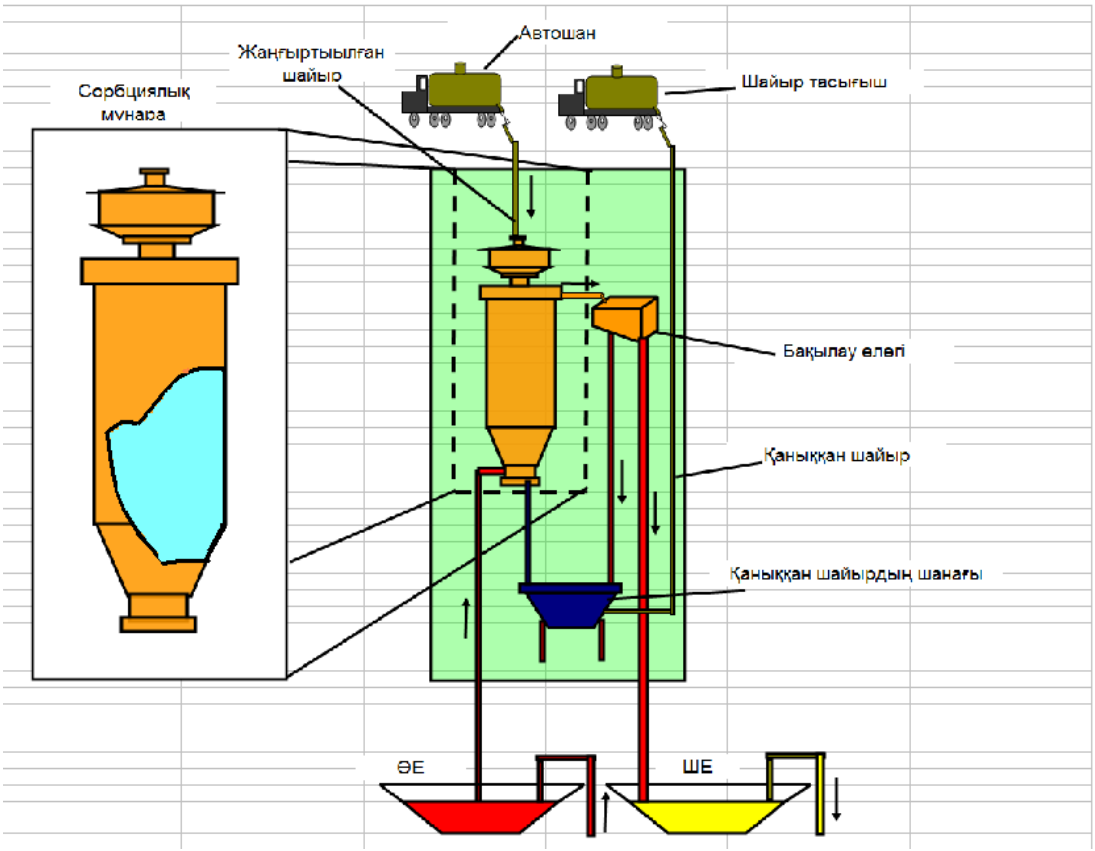
Жұмыс жағдайында колоннаның бүкіл көлемі сорбентпен толтырылады және ерітінді оның тығыз қабаты арқылы төменнен жоғары қарай сүзіледі, ол түйіршікті сүзгі бола отырып, ерітінділерден пр-да орналаспайтын механикалық суспензиялардың жұқа фракцияларын алады. Сорбенттің жұмыс қабатын тығыздау және қысу колонна корпусының жоғарғы бөлігінде дренаж құрылғыларын орнатумен және тиеу бункерін қоса алғанда, дренаж құрылғыларынан жоғары сусыздандырылған шайыр қабатының болуымен қамтамасыз етіледі. СНК – 3м-де уранды сорбциялық алу динамикалық режимде

өтеді, онда сорбенттің қозғалмайтын қабаты арқылы ерітіндінің жұмыс ағыны сүзіледі.
ПР құрамындағы уран химиялық реакция бойынша өтетін иондық алмасу нәтижесінде анионит кеуектеріндегі белсенді алмасу орталықтарында тіркеледі:

$$2(R_4N)_2^{+}\text{-}(SO_4)^{2-}+[(UO_2)^{2+}\text{-}(SO_4)_3^{2-}]^{4-}=(R_4N)_4^{+-}[(UO_2)^{2+}\text{–}(SO_4)_3^{2-}]^{4-} + 2SO_4^{2-} \qquad (1)$$

МС СНК – 3м колоннасының жоғарғы бөлігінде орнатылған шпальтты дренаждық кассеталар арқылы шығарылады. Сорбциялық бағандардан кейін анионитті бақылау үшін пластикаттан саңырау немесе сүзгі түбі бар тот баспайтын болаттан жасалған картридж тұзақтары орнатылды.
Ұсталған анионит мерзімді түрде қалыпқа бас жуудың буферлік бағандары арқылы қайтарылады 201/1-2.

Әрбір СНК – 3М-ден МС Шығу құбырлары коллекторларға біріктіріледі, олар бойынша ерітінділер өздігінен ағатын ВР құм тұндырғышына жіберіледі. ВР құм тұндырғышынан алынған ерітінділер № 2 ТНС сорғыларымен геотехнологиялық полигонға қышқылдандырудың технологиялық тораптарына (ТСА) беріледі, онда қоймадан түсетін күкірт қышқылымен бекемделеді, содан кейін айдау ұңғымаларына беріледі.




1 Сурет – СНК-3М құрылғысы

Анионит уранмен қаныққан сайын СНК-3М колонналары (қалып. 104/1-14) қаныққан анионитті түсіру және қалпына келтірілген анионитті тиеу үшін тоқтатылады. Регенерацияланған анониттің жаңа порциясын тиеу, сондай – ақ қайта тиеу СНК-3М қабылдау бункерлерінде белгіленген бақылау деңгейлеріне дейін жүргізіледі. СНК-3м колоннасынан анионитті айдау сызығындағы клапан автоматты түрде жабылады. Анионитті қабылдау бункеріне тиеу кезінде жоғарғы деңгейге жеткен кезде СНК-3м бункеріне анионитті беру желісіндегі клапан автоматты түрде жабылады.

СНК-3М жұмысы ПР сүзгілеу режимінде колоннадан шығу кезінде МС-ға уранның 3,0 мг/дм$^3$ өтуіне дейін жүзеге асырылады, бұл анониттің шамадан тыс жүктелуіне сәйкес келеді-толық алмасу динамикалық сыйымдылығы. СНК-3М жартылай үздіксіз әрекет режимінде жұмыс істейді.

Әр бағанға ПР шығыны реттеледі және бағанға кіретін қысым кезінде орташа есеппен 200 ÷ 300 м$^3$/сағ құрайды 0,2-ден 0,6 МПа-ға дейін. Әрбір СНК - 3М үшін ПР ағынын бақылау шығын өлшегіштің көмегімен жүзеге асырылады, ал ағынды реттеу СНК - 3М-ге ПР жеткізу құбырында орнатылған реттеу клапаны арқылы жүзеге асырылады. СНК – 3М – ден қаныққан анионитті порциялық түсіру (10 м$^3$ дейін) СНК-3М-нің төменгі бөлігінен құбыр арқылы 6 ÷ 12 сағат ішінде бір рет жүзеге асырылады.

Колонналардан қаныққан анионитті түсіру жуу колонналарына (сығылған ауаның көмегімен эрлифттермен өндіріледі. Артқы жуу колонналарынан алынған регенерленген анионит, эрлифт көмегімен СНК-3м сорбциялық колонналарының арынды бункерлеріне түседі.

## 2.2 Қаныққан анионитті механикалық қоспалардан жуу

Қаныққан анионитті алдын-ала жуу қосымша суспензиялар мен жұқа бөлшектердің бірқатарынан ішінара арылуға мүмкіндік береді, осылайша десорбция кезеңінде таза ТД алуға мүмкіндік береді.

ДНК-2000 жуу колонналарында қаныққан анионитті жуу қысымды ыдыстан берілетін техникалық сумен жүзеге асырылады немесе ВР сызығынан. Техникалық су колоннаның төменгі бөлігіне беріледі. Жуу бағанына техникалық су беру С /Қ = 1,0 ÷ 1,5 қатынасында жүзеге асырылады. Тұтыну орташа есеппен 4-тен 12 м3/сағ-қа дейін.

Ерітіндінің қозғалысы анионит қозғалысына қатысты төменнен жоғары қарай қарсы ағынмен жүзеге асырылады. Тұнбалар және басқа механикалық қосындылар сұйықтық ағынымен колоннаның бетіне шығарылады. Маточниктер жуу келген бағаналардың шайыр ұстағыш арқылы шлам тұндырғышқа жіберіледі. Әрі қарай, сүзгіленгеннен кейін, бұл ерітінділер ПР құм тұндырғышына немесе СНК-3М бағаналарына жіберіледі. Жуылған қаныққан сорбентті ДНК-2000 жуу колоннасынан түсіру сорбентті түсірудің эрлифт құбырына сығылған ауаны бере отырып, эрлифт әдісімен жүргізіледі.

ДНК-2000 жуу бағанасының төменгі бөлігінен тұнбалар мен механикалық жүзінділерден жуылған қаныққан сорбент эрлифтпен СДК-1500 аппаратының арынды бункерлеріне беріледі.

### 2.3 СДК-1500 колонналарында тауарлық десорбат алумен анионитті қанықтыру және десорбциялау

Сорбцияланған металды десорбциялау-бұл ең күрделі және көп еңбекті қажет ететін технологиялық операция. Десорбция процесі кейбір химиялық қосылыстардың белгілі бір жағдайларда сорбентті элементтерді Сорбент құрылымынан ығыстыру қабілетіне негізделген, оны тиісті қарсы иондармен, нақты жағдайда нитрат иондарымен алмастырады.
Десорбция процестерінің заңдылықтары көбінесе сорбциялық процестер схемаларына ұқсас. Қаныққан анониттен уранды десорбциялық шоғырландыру процестерін жүзеге асыру мақсатында СДК-1500 U – тәрізді аппаратын пайдалану көзделген. Тиісті аймақтардың СДК-1500 бағандарында орналасуы 2-суретте көрсетілген.

СДК-1500 (қалып. 203/1-5)-тығыз оралған анионитпен толтырылған тороидальды бөліктің астына қосылған 2 тік цилиндрлік бағандардан (бұтақтардан) тұратын U-тәрізді аппарат.

Буферлік ыдыстардан эрлифтпен қаныққан және жуылған анионит СДК-1500 колонналарының тиеу бункерлеріне түседі. СДК-1500 аппаратында сорбент ерітінділердің қарама-қарсы қозғалысымен сығылған ауаның (пневмоимпульстің) көмегімен циклді қозғалады және біртіндеп қанықтыру аймағынан өтеді, содан кейін десорбция және т.б. алу аймағына түседі. Жуылған сорбентті СДК – 1500 аппаратының қабылдау бункеріне тиеу сорбентті колоннаның өзінде жылжытқаннан кейін жүргізіледі. СДК-1500 аппаратының жұмыс процесінде анионит келесі процестерге сәйкес келетін бірқатар аймақтардан өтеді (анионит қозғалысы бойынша):

– ТД бөлігінен уранды қанықтыру-сорбциялау;

– анониттен уранның нитратты десорбциясы.

Ерітінділерді иониттің бекітілген қабаты арқылы сүзу циклі анониттің қысқа мерзімді қозғалыс циклімен ауысады. СДК-1500 аппараты жұмыс істеген кезде уранмен сорбция кезеңінде қаныққан анионит қанықтыру аймағына түседі, онда ТД бөлігінен уранның сорбциясы есебінен анониттің қосымша қанықтылығы жүреді. Құрылымдық жағынан, бұл аймақ аппараттың тороидальдық бөлігінің төменгі бөлігінде орналасқан ТД – ның "бай" фракциясының шығару келте құбырынан басталатын және аппараттың сол жақ тік бөлігінің жоғарғы бөлігінде орналасқан МД аппаратынан шығару келте құбырымен аяқталатын СДК-1500 аппаратының сол жақ тік бөлігіне сәйкес келеді.

Анионитті қанықтыру СДК – 1500 аппаратының десорбция аймағынан қанықтыру аймағына түсетін тауарлық десорбаттың бір бөлігімен жүргізіледі.

Қанықтыру аймағына ТД – ның түсуі аппараттағы ерітінділер ағынын реттеумен және ТД-ны АМК-1 500 аппаратының төменгі бөлігінен шығарумен қамтамасыз етіледі. Анониттің уран бойынша қанығуы анониттегі уран құрамын арттыруға, уранның негізгі анионитке көбірек жақындығы есебінен қоспалар құрамын азайтуға және сол арқылы ТҚ-да уран концентрациясын арттыруға мүмкіндік береді. Қанықтыру аймағы өтпелі аймақ болып табылады. Құрылымдық жағынан, бұл аймақ аппараттың төменгі тороидальды бөлігіне сәйкес келеді. Мұнда анионит пен ТД анионитте де, ерітіндіде де уранның тепе-теңдік шоғырлану нүктесінен өтеді. Осы нүктеден ТД құрама сыйымдылыққа шығарылады, қайдан сорғыштар ХКПУ цехының тұндыру каскадына жіберіледі немесе автомашиналарға құйылады және одан әрі "Байкен-U" ЖШС өңдеуге жіберіледі.

МД СДК – 1500 аппаратының сол жақ тармағынан СДК – 1500 аппаратының қанықтыру аймағының жоғарғы бөлігінде орнатылған шпальт кассеталары арқылы өтіп, СДК – 1500 аппаратының қысым бункерінен көлік ерітіндісімен біріктіріліп , ұстау бағаналарына түседі, содан кейін шлам тұндырғышқа жіберіледі. Әрі қарай, сүзгіленгеннен кейін, бұл ерітінділер ПР құм тұндырғышына немесе СНК-3М бағаналарына жіберіледі. СДК – 100 аппаратының МД-дағы уранның құрамы 0,5 г/дм$^3$ аспауы тиіс. Анионит толу бағаналарынан кейін қаныққанда, сондай-ақ СДК-1500 бағандарына оралады.

Анионит баған арқылы одан әрі жылжу процесінде нитратты десорбция аймағы дәйекті түрде өтеді, онда уранның қаныққан анониттен десорбциясы жүреді. Десорбция аймағы СДК-1500 аппаратының оң тік тармағында орналасқан. Десорбция аймағы аппараттың оң тік бөлігінің оң жақ бөлігінде орналасқан ДР аппаратына беру келте құбырынан басталады және аппараттың төменгі тороидальдық бөлігінде орналасқан ТД шығару келте құбырының орналасу орнымен аяқталады.

Десорбция аймағына СДК-1500 бағандары бастапқы десорбциялы ерітінді орталықтан тепкіш сорғылармен шығындалу ыдыстарынан беріледі.
Десорбцалайтын ерітіндіні СДК-1500 колоннасына беру Vp:Vc = 1:1,48 қатынасында жүзеге асырылады (Vp – ерітіндінің көлемі/Vc – шамадан тыс жүктелген анионит көлемі), бұл ретте десорбациялайтын ерітіндінің шығыны бір бағанға 1-6 м$^3$/сағ құрайды (берілген концентрациялары бар ерітінділерді беру көлемін түзету және Анониттіи қайта тиеу ФХЛ талдауларының нәтижелері бойынша цех технологымен белгіленеді).

ДР жоғарыдан төменге қарай СДК – 1500 аппаратының оң тармағында орналасқан қаныққан Сорбент қабаты арқылы өтеді және аппараттың төменгі (тороидальды) бөлігіне дейін жетеді. ДР қаныққан Сорбент қабаты арқылы өткен сайын онда (сорбентте) уран атомдарын нитрат-иондарға алмастырудың массалық алмасу процесі жүреді.

Уранның десорбция процесі келесі реакция теңдеуімен сипатталады:

$$(R_4N)_4^+\text{-}[(UO_2)^{2+}\text{-}(SO_4)_3^{2-}]^{4-} + 4\,NO_3^- = 4\,(R_4N)^+\text{-}(NO_3)^- + [(UO_2)^{2+}\text{-}(SO_4)_3^{2-}]^{4-} \qquad (2)$$

СДК-1500 - де анионитті қозғалу жиілігі сорбциялық қайта бөлу жұмысына байланысты жүргізіледі, сүзу уақыты 1 ÷ 2 сағат, қозғалатын Сорбент көлемі - 4 ÷ 6 $м^3$/сағ.
СДК – 1500 аппаратының төменгі (тороидалды) бөлігінде (поз. 203/1-5) сорбент пен ерітінді (ТД) сорбентте де, ерітіндіде де уранның ең жоғары шоғырлану нүктесінен өтеді. Осы аймақтың төменгі бөлігінен ТД фракциясы құрама сыйымдылыққа шығарылады, сол жерден сорғыштармен ХКПУ цехының тұндыру каскадына жіберіледі немесе автомашиналарға құйылады және одан әрі "Байкен-U" ЖШС өңдеуге жіберіледі.

СДК – 1500 аппаратынан оны шығару процесінде ТД-дағы уранның құрамы (поз. 203/1 - 5) ФХЛ-да химиялық талдау көмегімен бақыланады, ал ТД – ның шығарылатын көлемінің шығыны СДК-1500 аппаратынан ТД шығару құбырында орнатылған өлшегіштің көмегімен бақыланады (поз. 203/1-5).

## 2.4 СДК-1500 жұмысын басқарудың сипаттамасы

СДК-1500 ерітінділерді қозғалмайтын сорбент қабаты арқылы сүзу циклі бүкіл аппарат бойынша бір мезгілде жүзеге асырылатын сорбент қозғалысының қысқа мерзімді циклімен ауысқанда үздіксіз-мезгіл жұмыс істейді. Сорбенттің қозғалу жиілігі 1÷ 2 сағат ішінде 1 рет, сорбенттің қозғалу циклдерінің жиынтық уақыты аппараттың жалпы жұмыс уақытының 10-нан 20% - на дейін құрайды.

Сорбенттің қозғалыс циклінің ұзақтығы негізінен клапандардың жылдамдығымен анықталады. Сорбент қабатының тығыздығы мен тұтастығын бұзбай поршеньді аппараттағы қозғалыс режимі. Қозғалыс тәсілі гидравликалық. Аппарат жұмысы толықтай автоматтандырылған.

Колоннаның жұмысын басқару автоматты клапандардың көмегімен жүзеге асырылады, олардың жұмыс тәртібі циклограммамен анықталады. СДК – 1500 басқару схемасы және басқару клапандарының жұмыс тәртібі төменде сипатталған.

СДК-1500 колоннасының пульс-камерасына сорбенттің арынды бункері мен Дон қанықтыру аймағының жоғарғы бөлігінің арасында орналасқан, ашылатын клапан арқылы түсіру басына түсетін ерітінді мен сорбентті ығыстыруды жүзеге асыратын сығылған ауа беріледі. Түсірілетін сорбенттің мөлшері пульс-камераға сығылған ауаның берілу ұзақтығымен анықталады.

Сорбенттің қозғалысы түсіру тармағының жоғарғы бөлігінен сорбентті түсіру клапанын жапқан кезде аяқталады. Осы кезде (немесе сәл алдын-ала) қысылған ауаны импульстік камераға беру клапаны жабылады, сығылған ауаны шығару клапаны ашылады, колоннаның импульстік камерасынан желдету жүйесіне артық қысым төгіледі.

Қанықтыру аймағының жоғарғы бөлігіндегі босаған орынға қаныққан сорбентті тиеу тиеу клапанын ашу кезінде жүргізіледі. Қаныққан сорбентті жүктеумен бір мезгілде МД шығару клапаны ашылады.

Колонна сорбентпен толтырылғаннан кейін жүктеу клапаны жабылады, колонна сүзу циклына дайын. СДК – 1500 колоннасының бекіту клапандарының пневмоцилиндрлеріне сығылған ауаны беру электропневматикалық клапандар (ЭПК) арқылы жүреді, ЭПК -дағы басқару электр сигналы контроллерден келеді. Контроллердің электр тізбегі ЭПК арқылы құлыптау клапандарының тәртібі мен ұзақтығын анықтайтын бағдарламалық уақыт релесі негізінде жиналады. Пневмоцилиндрлердің әрқайсысын екі ЭПК басқарады, олардың біреуі әдетте ашық (н/о), ал екіншісі әдетте жабық (н/з).

Др – ны десорбция аймағына және ТД-ға СДК-1500 колоннасынан беру жұмыс цикліне қарамастан үздіксіз жүзеге асырылады, бұл десорбция, концентрация және қанықтыру аймағын араластыру қаупімен байланысты.

4 кестеде СДК-1500-дің жұмыс уақытында клапандардың жағдайы көрсетілген.

4 Кесте - СДК-1500-дің жұмыс уақытында клапандардың жағдайы

| **Клапан** | **Жағдайы** |
|---|---|
| **1** | **2** |
| Сорбенттің бастапқы жүктемесі | |
| маточникті қаныққанға дейін шығару | жабық |
| пульсті-камерадан сығылған ауаны шығару | жабық |
| сорбентті түсіру | ашық |
| Сорбенттің артық жүктемесі | |
| маточникті қаныққанға дейін шығару | жабық |
| пульсті-камерадан сығылған ауаны шығару | жабық |
| сорбентті түсіру | ашық |
| сығылған ауаны пульскамераға беру | ашық |
| Сорбентті тиеу | |
| сорбентті түсіру | жабық |
| сығылған ауаны пульскамераға беру | жабық |
| пульсті-камерадан сығылған ауаны шығару | ашық |
| маточникті қаныққанға дейін шығару | ашық |
| сорбентті қанықтыру аймағына тиеу | ашық |
| 1 | 2 |
| Цикл сүзу-қанықтыру | |
| сорбентті түсіру | жабық |
| сығылған ауаны пульскамераға беру | жабық |
| сорбентті қанықтыру аймағына тиеу | жабық |
| пульсті-камерадан сығылған ауаны шығару | ашық |
| маточникті қаныққанға дейін шығару | ашық |

СДК-1500/2000 U-тәрізді аппаратын пайдаланудың артықшылықтары мен кемшіліктері 7-кестеде көрсетілген.

5 Кесте – СДК-1500 колоннасының артықшылықтары мен кемшіліктері

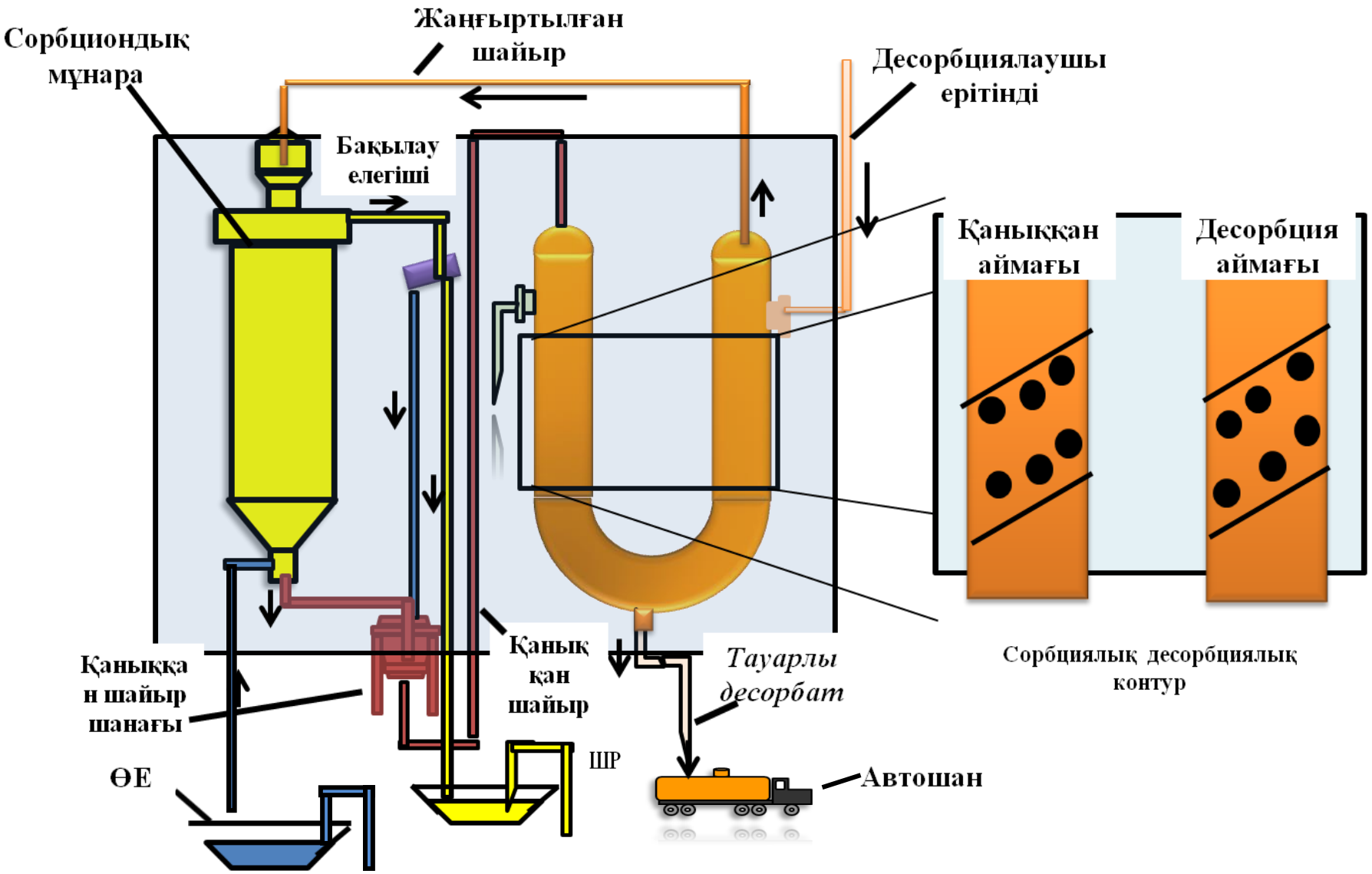
| Артықшылықтары | Кемшіліктері |
|---|---|
| Концентрациялау операциясы есебінен сіңірілетін элемент бойынша иониттің ең жоғары сыйымдылығын алу мүмкіндігі | Технологиялық процесті басқару қиындығы |
| Тауар фазасында алынатын элементтің елеулі концентрациясына қол жеткізу мүмкіндігі | Ерітінділер ағындарының берілген мәндерінен ауытқуы колоннаның бүкіл ұзындығы бойынша сорбцияланатын элемент концентрациясының ығысуына және соның салдарынан колоннаның оңтайлы жұмыс режимінің бұзылуына әкеледі |
| Метал бойынша соңғы концентрацияның артуы есебінен ТД көлемін қысқарту мүмкіндігі | Десорбциялық тармақтағы бағанға сығылған ауаны беру кезінде жоғары қарай қозғалыс ең алдымен анионит емес, ДР бастайды, ол анониттің төменгі қабаттарынан ТД бөлігімен араласады және ерітінділерде дебаланс түзе отырып, бағаннан шығарылады |
| Бір аппараттағы бірнеше процестердің үйлесуі | |
| Өндірістік аймақта жұмыс алаңын үнемдеу | |

## 2.5 СДК-1500 оңтайлы технологиялық жұмыс режимі

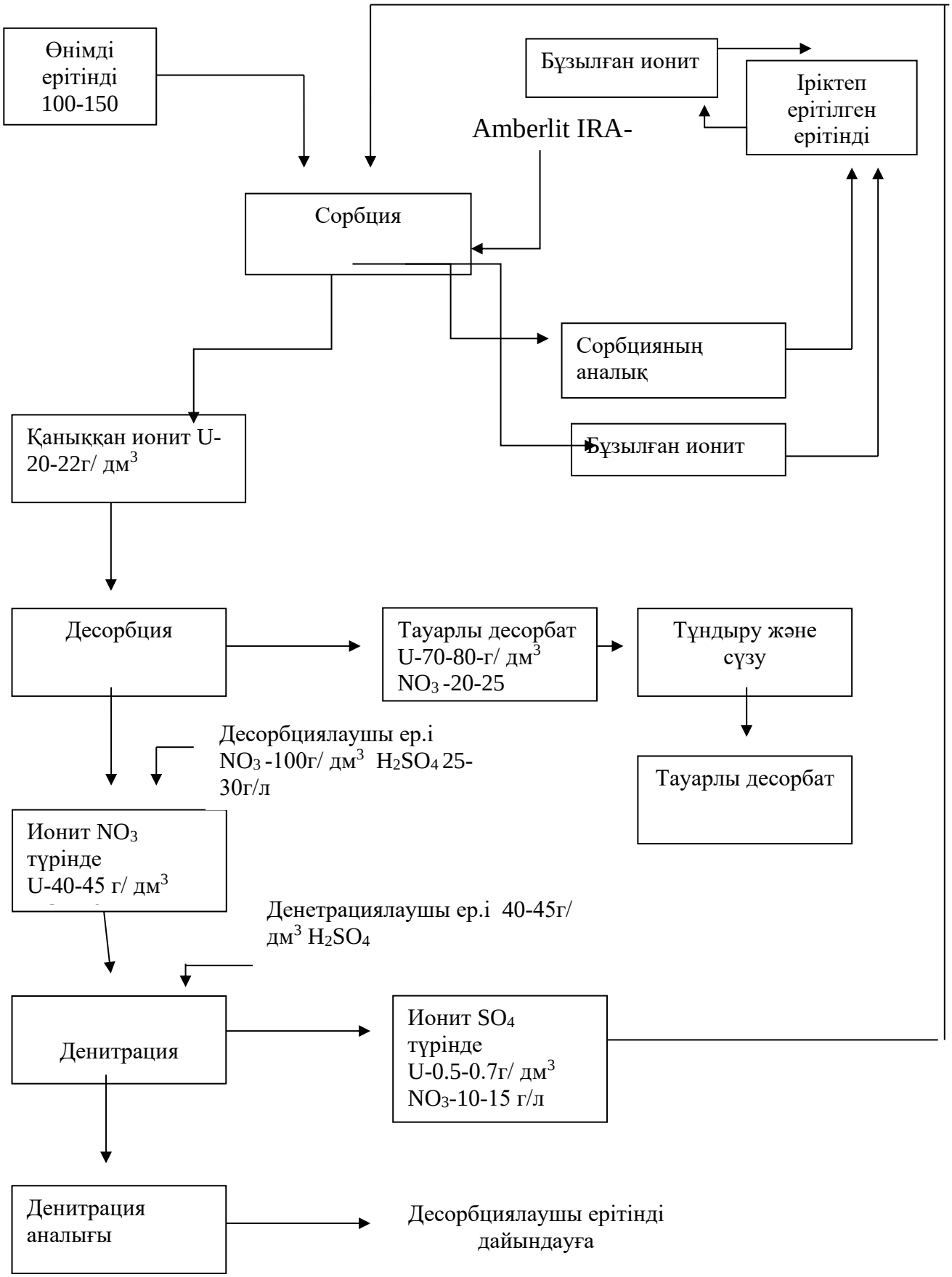
Колоннаның дизайны сізге автоматтандырудың максималды деңгейіне жетуге мүмкіндік береді, бұл техникалық қызмет көрсетудің минималды шығынын қамтамасыз етеді және құрылғының үздіксіз жұмыс режимін жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Жалған үздіксіз режимді анониттің шағын (жалпы көлемнің 0,1 ÷ 0,25%) порциясын 5 ÷ 10 минут шамадан тыс жүктеу арасында қысқа уақыт аралығымен артық жүктеу кезінде жүзеге асыруға болады. Процесті осындай ұйымдастырумен анониттің қорғаныш қабатын құрудың қажеті жоқ, өйткені қорғаныс әрекеті бірдей 5 ÷ 10 минутқа дейін қысқарады және іс жүзінде қаныққан және қалпына келтірілген жұмыс істемейтін анионит қабаты жоқ. Бұл жағдайда анионитті пайдалану коэффициенті 100% - ға жақындайды. Іс жүзінде, СДК – 1500 колоннасының жұмыс режимі қаныққан анионитті 4,0 ÷ 6,0 $м^3$ көлемінде бір реттік жүктеуді және тізбектегі әр 1,0 ÷ 2,0 сағат сайын денитрация бағанына бірдей мөлшерде қалпына келтірілген анионитті жүктеуді қамтиды. Нәтижесінде регенерация тармағының жоғарғы бөлігінде анониттің бір бөлігі (баған көлемінің 10 ÷ 12%) десорбция процесіне қатыспайды. Қанықтыру тармағының жоғарғы бөлігіндегі қаныққан анониттің осындай көлемі қорғаныш қабатының функцияларын орындайды және ерітіндіден уран алу процесіне де қатыспайды. Нәтижесінде процеске қатыспайтын анионит мөлшері 20 ÷ 25% жетеді. Анониттің осы көлемін бір рет жүктеу кезінде бағандағы жұмыс аймақтары 2,5 метр немесе одан да көп қашықтыққа ығысады, бұл тепе-теңдіктің бұзылуына әкеледі және анионитті қолдану жылдамдығын

төмендетеді. Сонымен қатар, анионитті СДК – 1500 бағанынан денитрация бағанына шамадан тыс жүктелуі көлік ерітіндісінің айтарлықтай алынуымен бірге жүреді, бұл технологиялық режимнің одан да көп теңгерімсіздігіне әкеледі.

Бұл құбылыстың себебін анықтау үшін анионит – ерітіндінің екі фазалы ортасының қозғалыс процесін қарастырған жөн. Ионит қабатының қозғалыс динамикасының негізі сұйық анионит интерфейсіндегі ерітіндіде анионитті тұну процесі болып табылады.




2 – сурет ЖҰШ-кенішінің, тауарлы десорбат шығаратын, уранның өнімді ерітінділерін ұқсатып өңдеу жөніндегі цехтың принциптік сұлбасы




3 Сурет – Өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десорбатын алу цехының технологиялық тізбегі

## 2.6 Десорбцияланған анониттен денитрация

Кәсіпорын анионит қабатының жұмыс биіктігін және байланыс уақытын арттыру үшін ДНК-2 000 маркасының үш бағанындағы денитрациялық ерітіндінің дәйекті, дәлдікке қарсы сүзілуін қамтамасыз ететін десорбцияланған анониттің қатардағы денитрация схемасын таңдады.
Денитрация операциясының мақсаты сорбентті бастапқы, сорбция процесі үшін жарамды сульфаттық қалыпқа регенерациялау, сондай-ақ десорбациялайтын реагенттерді тұтынудың үлестік нормаларын төмендету болып табылады. Аммиак селитрасының шығынын азайту мақсатында құрамында нитраты бар ерітінділер десорбациялайтын ерітінділерді дайындау үшін пайдаланылады-олар бастапқы десорбациялайтын ерітіндіні дайындау үшін ыдысқа жіберіледі .

Денитрация процесі ДНК-2000 бағандарында ұйымдастырылған, олар айналмалы ерітінділердің тік дренаж жүйесі бар сорбциялық типтегі цилиндрлік масса алмасу аппараттары болып табылады.
Анионитті нитрат формасынан сульфатқа түрлендіру процесі келесі реакция теңдеуімен сипатталады:

$$2\,(R_4N)^+\text{-}(NO_3)^- + SO_4^{2-} = (R_4N)_2^+\text{-}(SO_4)^{2-} + 2\,NO_3^- \qquad (3)$$

Десорбция аймағынан өткен анионит ДНК-2000 денитрация бағанына эрлифтпен түсіріледі . Денитрация процесі ДНК-2000 үш бағанасында қатар жүреді. Анионитті денитрациялауға арналған ерітінділер жуу колоннасынан түсетін жуу суларының негізінде оларды күкірт қышқылымен қышқылдың арынды багынан артық қышқылдылыққа дейін шамамен 80 г/дм3 дейін нығайта отырып, ыдыстарға дайындалады. Денитрациялық ерітінді орталықтан тепкіш сорғылармен "соңғы" бағанына беріледі . Колонналардан алынған денитрация маточнигі одан әрі тізбекте бағандарға беріледі . СДК – 1500 аппаратынан берілген десорбцияланған анионит денитрация бағаналары бойынша кері бағытта қозғалады. Алдымен ол денитрацияның "бас" бағанына түседі , содан кейін ДНР қозғалысына қарай жүреді.

Сорбентті "бас" бағанадан денитрация тізбегіндегі "соңғы" бағанаға айдау эрлифт әдісімен жүргізіледі.

Денитрация бағаналарындағы анионит пен ерітіндінің жанасу уақыты, сондай – ақ анониттің қозғалу жиілігі СДК-1500 аппаратын пайдаланудың технологиялық жағдайымен анықталады және 1,0÷2,0 сағат ішінде 4,0÷6,0м$^3$ құрайды. Сонымен қатар, ДНР жалпы шығыны 4,5÷12,0м$^3$/сағ. С:Қ параметрі десорбциямен бірдей.

## 2.7 Денитрацияланған анионитті жуу және оны уран сорбциясына қайтару

Құрамында уран бар ерітінділерді жер үстінде өңдеудің технологиялық схемасында қалпына келтірілген анионитті жуу операциясы қолдану қажеттілігі тұрғысынан өте маңызды процесс болып табылады. Кәсіпорынның пайдалану схемасында осы қайта бөлудің болуы күкірт қышқылы сияқты реагентті сандық тұтынуды азайтуға мүмкіндік береді-соңғысын ион алмасу материалынан ішінара жуу және оны денитрация процесіне айналмалы ерітінділермен қайтару арқылы. Анионитті техникалық сумен жуған жөн, Әйтпесе айналым ерітінділерін, сорбция маточнигін немесе тұндыру маточнигін пайдаланған кезде олардың құрамындағы фондық қоспалар ТҚ-ға өтіп, шығарылатын өнімнің сапасын төмендетеді. ДНК-2000 буферлік жуу бағанасында қалпына келтірілген анионит жоғары қалдық қышқылдықтан – техникалық сумен жуылады, ол колоннаның төменгі бөлігіне ерітінді көтергіші арқылы беріледі. ДНК-2000 буферлік жуу бағанына техникалық су беру қысым ыдысынан келеді .

Қышқылдығы 10-15 г/дм$^3$ дейін жуғаннан кейін ерітінді контейнерге түседі және денитрациялық ерітінді дайындау үшін бастапқы компонент ретінде қызмет етеді.

Эрлифт көмегімен жуу колонналарынан регенерацияланған анионит СНК-3М колонналарының анионитінің арынды бункерлеріне тасымалданады.

## 2.8 Тауарлық десорбатты аффинаж өндірісіне немесе одан әрі қайта өңдеу зауытына тасымалдау

Тауарлық десорбат одан әрі өңдеу үшін табиғи уранның химиялық концентраты цехына тасымалданады немесе құю торабы арқылы автоцистерналарға түседі және "Байкен-U" ЖШС "Харасан-2"кенішінің өнеркәсіптік алаңында орналасқан аффинаж өндірісіне жіберіледі.

## 2.9 Дайын өнімді алу

Тұндырылған пульпа мезгіл-мезгіл сүзгі прессіне беріледі . Ерітінділерді сорғылармен айдау торабы арқылы сүзу маточник аммиак селитрасы қоймасына ерітінді дайындау үшін аммиак селитрасы немесе шлам тұндырғышқа беріледі. Сүзгі прессінен мүмкін болатын сынықтар ерітінділерді айдау қондырғысына түседі , сол жерден натрий диуранаты (полиуранат) кристалдарын ұстау үшін сүзгі прессіне "өзі-өзіне" қағидаты бойынша қайта жіберіледі. Сүзу циклы аяқталғаннан кейін сүзгідегі тұнба техникалық сумен жуылады және сығылған ауамен үрленеді. Ерітінділерді айдау торабы арқылы жуу сулары десорбция үшін бастапқы ерітіндіні

дайындауға арналған ыдыстарға беріледі. Сүзгі фильтр-пресстерден дайын өнім – табиғи уранның химиялық концентраты ("сары кек") эструстар арқылы көлемі V=2,5м$^3$, ТУК-118 типті көліктік ыдыс-контейнерлерге түседі.

Технологиялық схемада едендерді су жинау кезінде ерітінділерді жинауға арналған жинау сорғылары бар шұңқырлардың, шлам тұндырғышқа айдалатын ерітінділердің кездейсоқ төгілуінің болуы көзделеді.

Сондай-ақ, ХКПУ цехында табиғи уранның химиялық концентратына дейін қайта өңдеу үшін "Байкен-U" ЖШС-мен тауарлық десорбат қабылдау торабы және "Байкен-U" ЖШС-нің "Харасан-2" кенішінде одан әрі қайта өңдеу үшін "Харасан-1" кенішінің тауарлық десорбат тиеу торабы көзделген.

## 3 Металлургиялық шешімдер

Өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десорбатын алу кезіндегі ең алдымен уранның рационалдық құрамын есептеу керек. 6-кестеде өнімді ерітінділердің мөлшерлік құрамы көрсетілген.

6 Кесте – Өнімді ерітінділердің мөлшерлік құрамы

| Компоненттердің аталуы | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Элементтер | U | $Fe_ж$ | Ca | Mg | Al | Si | Sc | Re | Na | Cl | $H_2SO_4$ | $H_2$ | $O_2$ | S |
| Құрамы % | 0,2 | 4,5 | 0,55 | 0,6 | 1,3 | 0,4 | 0,05 | 0,07 | 0,4 | 0,22 | 71,35 | 1,478 | 60,36 | 29,89 |

Фазалық құрамы: $H_2SO_4$ еркін, $[UO_2(SO_4)_3]$, $Fe_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$, $FeCl_2$, $FeCl_3$; $Al_2(SO_4)_3$, $AlCl_3$; $H_2SiO_3$, $SiCl_4$, $MgCl_2$,$MgSO_4$, $Na_2SO_4$, NaCl; $HReO_4$; $Sc_2(SO_4)_3$, $CaSO_4$, $CaCl_2$

$H_2SO_4$ еркін;

$[UO_2(SO_4)_3]$ – 100%

$Fe_2(SO_4)_3$ - 12%, $FeSO_4$ – 86,9%, $FeCl_2$ – 0,8%, $FeCl_3$ – 0,3%

$Al_2(SO_4)_3$ – 98,5%, $AlCl_3$ – 1,5%;

$H_2SiO_3$ – 97,9%, $SiCl_4$ -2,1%;

$MgCl_2$ – 1,4%, $MgSO_4$ – 98,6;

$Na_2SO_4$ – 99,2%, NaCl – 0,8%

$HReO_4$ – 100%, $Sc_2(SO_4)_3$ – 100%;

$CaSO_4$ – 98,9%, $CaCl_2$ – 1,1%:

### 3.1 Уранның тауарлы десорбаттың рационалдық құрамын есептеу

1. U = 0.2%,
а) $[UO_2(SO_4)_3]$ = м.с. 238 + 32 +96,3+ 192=558,2
0,2 – 238

x - 558,2 $x_{[UO_2(SO_4)_3]}$ = 0,47 кг

b) 0,47 - 558,2

$x_{O_2}$ - 32 $x_{O_2}$ = 0,027

c) 0,47 – 558,2

$X_S$ - 96,2 $X_S$ = 0,08

d) 0,47 – 558,2

$X_{O_2}$ - 192 $X_{O_2}$ = 0,16

2. $Fe_ж$ = 4.5%

M.C. = $Fe_2(SO_4)_3$ = 111,7

a) 4,5 – 100%

x – 12% x = 0,54

b) 0,54 – 111,7

$X_S$ - 96 $X_S$ = 0,464

c) 0,54 – 111,7

$X_{O_4}$ – 192 $X_{O_4}$ = 0,928

3. $FeSO_4$ = 86,90%

a) 4,5 – 100%

x – 86,9% x = 3,9105

b) 55,85 – 3,9105

32 – $x_s$ $x_s$ = 2,24

c) 55,85 – 3,9501

64 – $x_{O_4}$ $x_{O_4}$ = 4,48кг

4. $FeCl_2$ = 0,8%

a) 4,5 – 100%

70,90 – $x_{Cl}$ $x_{Cl}$ = 0,0457

b) 55,85 – 0,036

$x_{Fe}$ - 0,8% $x_{Fe}$ = 0,036

c) 55,85 – 0,036

70,90 – $x_{Cl}$ $x_{Cl}$ = 0,0457

5. $FeCl_3$ = 0,3%

a) 4,5 – 100%

$x_{Fe}$ – 0,3% $x_{Fe}$ = 0,0135

b) 55,85 – 0,0135%

106,35 – $x_{Cl}$ $x_{Cl}$ = 0,0257

6. Al = 1,3%

M.C. $Al_2(SO_4)_3$ = 53,962 $Al_2(SO_4)_3$ = 98,5%

a) 1,3 – 100%

$x_{Al_2}$ – 98,5% $x_{Al_2}$ = 1,2805

b) 1,2805 – 53,962

$x_S$ – 96 $x_S$ =2,278

c) 1,2805 – 53,962

$x_{O_{12}}$ – 192 $x_{O_{12}}$ =4,556

7. M.C $AlCl_3$=26.981

a) 1.3 – 100%
$x_{Al}$ – 1.5% $x_{Al}$ =0.0195

b) 0.0195 – 26.981
$x_{Cl_3}$ - 106.35 $x_{Cl_3} = 0{,}0768$

8. $H_2SiO_3$ =97.9% Si = 0.4%
M.C $H_2SiO_3$ = 28.085
a) 0.4 – 100%
$x_{Si}$ – 97.9% $x_{Si}$ = 0.3916

b) 0.3916 – 28.085
$x_{H_2}$ - 2 $x_{H_2}$ = 0.0278

c) 0.3916 – 28.085
$x_{O_3}$ - 48 $x_{O_3}$= 0,66928

9. $SiCl_4$ = 2.1%
M.C $SiCl_4$ = 28.0855 Si=0.4%
a) 0.4 – 100%
$x_{Si}$ – 2.1% $x_{Si}$ = 0,0084

b) 0.0084 – 28.0855
$x_{Si}$ – 141,812 $x_{Si}$ = 0,0424

10. $MgSO_4$ = 98.60%
M.C Mg = 24.305
a) 0.60 – 100%
$x_{Mg}$- 98.60 $x_{Mg}$=0.5916

b) 0.5916 – 24.305
$x_s$ - 32,066 $x_s$ = 0.7805

c) 0.5916 – 24.305
$x_{O_4}$ – 1.5578 $x_{O_4}$ = 1.5578

11. $MgCl_2$, = 1.4%
a) 0.60 – 100%
$x_{Mg}$ – 1.4% $x_{Mg} = 0.0084$

b) 0.0084 - 24.305
$x_{Cl_2}$ – 70.96 $x_{Cl_2}$ – 0.0245

12. $Na_2SO_4$ = 99.2% Na = 0.4%
M.C Na = 2*22.9897 = 45.9794
a) 0.4 – 100%
$x_{Na_2}$ – 99.2% $x_{Na_2} = 0.3968$

b) 0.3968 – 45.9794
$x_S$ – 32 $x_S =$ 0.2761

c) 0.3968 – 45.9794
$x_{O_4}$ – 64 $x_{O_4}$ – 0.552

13. NaCl = 0.8% Na = 0.4%
a) 0.4 – 100%
$x_{Na}$ – 0.8% $x_{Na}$ – 0.0032

b) 0.0032 – 22.9897
$x_{Cl}$ – 35.453 $x_{Cl}$ – 0.049

14. $HReO_4$ = 100% Re = 0.07%
M.C Re = 186.206
a) 0.07 – 100%
$x_{Re}$ – 100% $x_{Re}$ – 0.07

b) 0.07 – 186.206
$x_H$ – 1 $x_H$ – 0.0003759

c) 0.07 - 186.206
$x_{O_4}$ – 64 $x_{O_4}$ – 0,02405

15. $Sc_2(SO_4)_3$ = 100%  Sc =0.05%

M.C  Sc = 2*44.955 = 89.91

a) 0.05 – 100%

$x_{Sc_2} - 100\%$  $x_{Sc_2} - 0.05$

b) 0.05 – 89.91

$x_S - 96$  $x_S - 0.05338$

c) 0.05 – 89.91

$x_{O_{12}} - 192$  $x_{O_{12}} - 0.01067$

16. $CaSO_4$ = 98.9%  Ca = 0.55%

M.C  Ca = 40.076

a) 0.55 – 100%

$x_{Ca} - 98.9\%$  $x_{Ca} = 0.54395$

b) $0.54395 - 40.076$

$x_S - 32$  $x_S = 0.434$

c) $0.54395 - 40.076$

$x_{O_4} - 64$  $x_{O_4} = 0.6886$

17. $CaCl_2$ = 1.1%  Ca = 0.55

a) 0.55 – 100%

$x_{Ca} - 1.1\%$  $x_{Ca} = 0.00605$

b) 0.00605 - 40.076

$x_{Cl_2}$ - 70.96  $x_{Cl_2}$= 0.00107

Өнімді ерітінділерінің рационалдық құрамы 7 - кестеде келтірілген

7 Кесте – Өнімді ерітінділерінің рационалдық құрамы

| Химиялық құрамы | Элемент аты , тн | | | | | | | | | | | | | *Барлығы* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | U | $Fe_ж$ | Ca | Mg | Al | Si | Sc | Re | Na | Cl | $H_2$ | $O_2$ | S | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| $UO_2(SO_4)_3$ | 0.2 | | | | | | | | | | | 0.037 | 0.08 | 0,317 |
| $Fe_2(SO_4)$ | | 0.54 | | | | | | | | | | 0.928 | 0.464 | 1,932 |
| $FeSO_4$ | | 3.91 | | | | | | | | | | 4.48 | 2.24 | 10,63 |
| $FeCl_2$ | | 0.0365 | | | | | | | | 0.0457 | | | | 0,0817 |
| $FeCl_3$ | | 0.0135 | | | | | | | | 0.0257 | | | | 0.0392 |
| $Al_2(SO_4)_3$ | | | | | 1.2805 | | | | | | | 4.556 | 2.278 | 8.1145 |
| $AlCl_3$ | | | | | 0.0195 | | | | | 0.0768 | | | | 0.0963 |
| $H_2SiO_3$ | | | | | | 0.3916 | | | | | 0.0278 | 0.669 | | 1.0884 |
| $SiCl_4$ | | | | | | 0.0084 | | | | 0.0424 | | | | 0.05081 |
| $MgCl_2$ | | | | 0.5916 | | | | | | 0.0245 | | | | 2.9299 |
| $MgSO_4$ | | | | 0.0084 | | | | | | | | 1.5578 | 0.7805 | 0.0329 |
| $Na_2SO_4$ | | | | | | | | | 0.3968 | | | 0.552 | 0.2761 | 1.2248 |
| NaCl | | | | | | | | | 0.0032 | 0.004934 | | | | 0.008134 |
| $H_2SO_4$ | | | | | | | | | | | 1.45 | 46.59 | 23.29 | 71.35 |
| $HReO_4$ | | | | | | | | 0.07 | | | 0.0003759 | 0.02405 | | 0.0944 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $Sc_2(SO_4)_3$ | | | | | | | 0.05 | | | | | 0.1067 | 0.05338 | 0.21 |
| $CaSO_4$ | | | 0.54395 | | | | | | | | | 0.86 | 0.434 | 1.837 |
| $CaCl_2$ | | | 0.00605 | | | | | | | | | | | 0.0071 |
| *Барлығы* | 0.2 | 4.5 | 0.55 | 0.6 | 1.3 | 0.4 | 0.05 | 0.07 | 0.4 | 0.22 | 1.478 | 60.36 | 29.89 | *100* |

## 3.2 Технологиялық үрдістердің материалдық баланстарын есептеу

### 3.2.1 Адсорбция үрдісінің материалдық балансын есептеу

#### 3.2.1.1 Таралу және ажырату коэффицентін есептеу

Ажырату және таралу коэффицентін табу үшін ең алдымен ерітінділердің еру қабілетімен және сорбентке өту қабілеттерін есептеуіміз керек.

1. U = 0.2 $Д_о$ = 0.2 гр
$Y_{мл}$ = 1000мл
$X_{мл}$= сорбент – 1 гр

$$C_1 = \frac{Д_1}{Y} = \frac{0.08}{1000} = 0.0008$$

$$C_2 = \frac{0.2 - 0.08}{1} = 0.12$$

0.2 – 100%
X – 60% X = 0.12 гр
$Д_1$ = 0.2 – 0.12 = 0.08

$$Ku = \frac{0.12}{0.0008} = 150$$

2. Fe = 4.5
$Y_{мл}$ = 1000мл $Д_1$ = 4.5 – 0.0675 = 4.4325
$Д_о$ = 4.5
X – сорбент – 1гр 4.5 – 100%
X – 1.5 X = 0.0675

$$C_1 = \frac{4.4325}{1000} = 0.0044$$

$$C_2 = \frac{4.5 - 4.4325}{1} = 0.01$$

$$K_{Fe} = \frac{0.0675}{0.0044} = 15.34$$

$$ß = Ажырату = \frac{K_U}{K_{Fe}} = \frac{150}{15.34} = 9.78$$

Шығымы сорбентке Ш = (ß − 1)/ß = (9.78 - 1)/9.78 = 0.89=89%
Жалпы 100 – 89 = 11%
1.5 – 100% X – 11% қаныққан ионитте 0.495

3. Ca = 0.55

$Y_{мл}$ = 1000мл 0.55 – 100%
$Д_о$ = 0.55 гр x – 1.5 x = 0.011 гр
$Д_1$ = 0.55 – 0.011= 0.539

$$C_1 = \frac{0.539}{1000} = 0.000539$$

$$C_2 = \frac{0.55 + 0.539}{1} = 0.011$$

$$K_{Ca} = \frac{0.011}{0.000539} = 20.40$$

$$ß = \text{Ажырату} = \frac{K_U}{K_{Ca}} = \frac{150}{20.40} = 7.353$$

Шығымы сорбентке Ш = (ß − 1)/ß = (7.353 - 1)/7.353 = 0.86=86%
Жалпы 100 – 86 = 14%
0.55 – 100%
қаныққан ионитте x = 0.077 ерітіндіде 0.473

4. Mg =0.6
$Y_{мл}$ = 1000мл
$Д_о$ = 0.55 гр 0.6 – 100%
X – сорбент – 1гр x – 2.5 x = 0.015 $Д_1$ = 0.6 – 0.015= 0.585

$$C_1 = \frac{0.585}{1000} = 0.000585$$

$$C_2 = \frac{0.6 - 0.585}{1} = 0.015$$

$$K_{Mg} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{0.015}{0.000585} = 25.64$$

$$ß = \text{Ажырату} = \frac{K_U}{K_{Mg}} = \frac{150}{25.64} = 5.85$$

Шығымы сорбентке Ш = (ß − 1)/ß = (5.84 - 1)/5.85 = 0.82=82%
Жалпы 100 – 82 = 18%
0.6 – 100%
қаныққан ионитте x = 0.108 ерітіндіде 0.492

5. Al = 1.3
$Y_{мл}$ = 1000мл
$Д_о$ = 0.55 гр 1.3 – 100%
X – сорбент – 1гр x – 1.5 x = 0.0195
$Д_1$ = 1.3 – 0.0195= 1.2805

$$C_1 = \frac{1.2805}{1000} = 0.0012805$$

$$C_2 = \frac{1.3 - 1.2805}{1} = 0.0195$$

$$К_{Al} = \frac{0.0195}{0.0012805} = 15.22$$

$$ß = Ажырату = \frac{К_U}{К_{Al}} = \frac{150}{15.22} = 9.85$$

Шығымы сорбентке Ш = (ß − 1)/ß = (9.85 - 1)/9.85 = 0.89=89%
Жалпы 100 – 89 = 11%
1.3 – 100%
қаныққан ионитте х = 1.143 ерітіндіде 0.157

6. Si = 0.4
$Y_{мл}$ = 1000мл
$Д_о$ = 0.4 гр 0.4 – 100%
Х – сорбент – 1гр х – 2 х = 0.008
$Д_1$ = 0.4 – 0.008= 0.392

$$C_1 = \frac{0.392}{1000} = 0.00392$$

$$C_2 = \frac{0.4 - 0.392}{1} = 0.008$$

$$К_{Si} = \frac{0.008}{0.00392} = 20.40$$

$$ß = Ажырату = \frac{К_U}{К_{Si}} = \frac{150}{20.40} = 7.35$$

Шығымы сорбентке Ш = (ß − 1)/ß = (7.35 - 1)/7.35 = 0.86=86%
Жалпы 100 – 86 = 14%
0.4 – 100%
х – 14% қаныққан ионитте х = 0.056 ерітіндіде 0.344

7. Sc = 0.05
$Y_{мл}$ = 1000мл
$Д_о$ = 0.05 гр 0.05 – 100%
Х – сорбент – 1гр х – 2 х = 0.001
$Д_1$ = 0.05 – 0.001= 0.049

$$C_1 = \frac{0.049}{1000} = 0.000049$$

$$C_2 = \frac{0.05 - 0.49}{1} = 0.001$$

$$К_{Si} = \frac{0.001}{0.000049} = 20.40$$

$$ß = \text{Ажырату} = \frac{K_U}{K_{Sc}} = \frac{150}{20.40} = 7.35$$

Шығымы сорбентке Ш = (ß − 1)/ß = (7.35 - 1)/7.35 = 0.86=86%
Жалпы 100 – 86 = 14%
0.05 – 100%
қаныққан ионитте x = 0.007 ерітіндіде 0.043

8. Re = 0.07
$Y_{мл}$ = 1000мл
$Д_о$ = 0.07 гр 0.07 – 100%
X – сорбент – 1гр x – 2.5 x = 0.00175
$Д_1$ = 0.07 – 0.00175= 0.06825

$$C_1 = \frac{0.06825}{1000} = 0.0000683$$

$$C_2 = \frac{0.4 - 0.49}{1} = 0.00175$$

$$K_{Re} = \frac{0.00175}{0.0000683} = 25.62$$

$$ß = \text{Ажырату} = \frac{K_U}{K_{Re}} = \frac{150}{25.62} = 8.35$$

Шығымы сорбентке Ш = (ß − 1)/ß = (8.35 - 1)/8.35 = 0.82=82%
Жалпы 100 – 82 = 18%
0.07 – 100%
қаныққан ионитте x = 0.0126 ерітіндіде 0.574

1. Na = 0.4
$Y_{мл}$ = 1000мл
$Д_о$ = 0.4 гр 0.4 – 100%
X – сорбент – 1гр x – 1 x = 0.004

$Д_1$ = 0.4 – 0.004= 0.396

$$C_1 = \frac{0.396}{1000} = 0.000396$$

$$C_2 = \frac{0.4 - 0.396}{1} = 0.004$$

$$K_{Na} = \frac{0.004}{0.000396} = 10.1$$

$$ß = \text{Ажырату} = \frac{K_U}{K_{Na}} = \frac{150}{10.1} = 14.85$$

Шығымы сорбентке Ш = (ß − 1)/ß = (14.85 - 1)/14.85 = 0.93=93%
Жалпы 100 – 93 = 7%

0.4 – 100%
қаныққан ионитте x = 0.028 ерітіндіде 0.372

8 – кестеде таралу және ажырату коэффиценттері компоненттердің компоненттердің шығындары көрсетілген.

8 Кесте – Ажырату және таралу коэффицентінң кестесі

| Элемент | Мөлшері | Таралу коэфф $К_т$ | Ажырату коэфф ß, | Сорбент шығымы[%] | Мөлшері | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | қаныққан ионит | ерітінді |
| U | 0.2 | 150 | | 98.5 | 0.197 | 0.003 |
| Fe | 4.5 | 15.34 | 9.78 | 11 | 0.495 | 4.005 |
| Ca | 0.55 | 20.40 | 7.35 | 14 | 0.077 | 0.473 |
| Mg | 0.6 | 25.64 | 5.85 | 18 | 0.108 | 0.492 |
| Al | 1.3 | 15.22 | 9.85 | 11 | 1.143 | 0.157 |
| Si | 0.4 | 20.40 | 7.354 | 14 | 0.056 | 0.344 |
| Sc | 0.05 | 20.40 | 7.354 | 14 | 0.007 | 0.043 |
| Re | 0.07 | 25.62 | 5.85 | 18 | 0.0126 | 0.0574 |
| Na | 0.4 | 10.1 | 14.85 | 7 | 0.028 | 0.372 |

Технологиялық үрдістердің толық материалдық балансы 9 – кестеде көрсетілген.

9 – кесте Технологиялық үрдістердің толық материалдық балансы

| Үрдістердің аталуы | Өңделу өнімдері | U | | $Fe_ж$ | | Ca | | Mg | | Al | | Si | | Sc | | Re | | Na | | Cl | | $H_2$ | | $O_2$ | | S | | Барлығы |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,2 | | 4,5 | | 0,55 | | 0,6 | | 1,3 | | 0,4 | | 0,05 | | 0,07 | | 0,4 | | 0,22 | | 1,478 | | 60,36 | | 29,89 | | 100 |
| | | % | тн | % | тн | % | тн | % | тн | % | тн | % | тн | % | тн | % | тн | % | тн | % | тн | % | тн | % | тн | % | тн | тн |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| Сорбция | Қаныққан ионит | 98.5 | 0.196 | 10.8 | 0.493 | 13.6 | 0.076 | 17.8 | 0.105 | 10.7 | 1.138 | 13.5 | 0.052 | 13.5 | 0.006 | 17.8 | 0.0570 | 6.7 | 0.025 | 2.55 | 0.0056 | 1.8 | 0.027 | 1.6 | 0.96 | 4.1 | 1.23 | 4.37 |
| | Ерітінді | 1.0 | 0.003 | 89 | 4.005 | 86 | 0.473 | 82 | 0.492 | 89 | 0.157 | 86 | 0.344 | 86 | 0.043 | 82 | 0.0574 | 93 | 0.372 | 97.3 | 0.21 | 98.1 | 1.45 | 98.2 | 59.27 | 95.6 | 28.57 | 95.44 |
| | Бұзылған ионит | 0.5 | 0.000985 | 0.2 | 0.002 | 0.4 | 0.001 | 0.2 | 0.003 | 0.3 | 0.005 | 0.5 | 0.0004 | 0.5 | 0.001 | 0.2 | 0.0004 | 0.3 | 0.003 | 0.15 | 0.000344 | 0.1 | 0.0014 | 0.2 | 0.13 | 0.3 | 0.09 | 0.19 |

9 – кестенің жалғасы

| Денитрация | | Десорбция | | 1 |
|---|---|---|---|---|
| Денитрация ерітіндісі | Тазартылған ионит | Ионит тазартылған | Тауарлы десорбат | 2 |
| 98 | 2 | 2.2 | 97.8 | 3 |
| 0.00098 | 0.0001 | 0.001 | 0.195 | 4 |
| 96 | [illegible] | 99.2 | 0.8 | 5 |
| 0.496 | 0.01956 | 0.489 | 0.00394 | 6 |
| 97.3 | 2.7 | 98.5 | 1.5 | 7 |
| 0.0072 | 0.000202 | 0.007488 | 0.00114 | 8 |
| 95,8 | 4.2 | 95.4 | 4.6 | 9 |
| 0.09593 | 0.0042 | 0.10017 | 0.00483 | 10 |
| 98.1 | 1.9 | 94.2 | 5.8 | 11 |
| 1.0515 | 0.0202 | 1.0719 | 0.066 | 12 |
| 97 | 3 | | 35 | 13 |
| 0.0327 | 0.001014 | 0.0332 | 0.0182 | 14 |
| 96.54 | 3.6 | 55 | 45 | 15 |
| 0.00318 | 0.000118 | 0.0033 | 0.0027 | 16 |
| 99 | 1 | 80 | 20 | 17 |
| 0.0451 | 0.000450 | 0.0456 | 0.0114 | 18 |
| 95 | 5 | 57 | 43 | 19 |
| 0.01853 | 0.000712 | 0.01425 | 0.01075 | 20 |
| 96.1 | 53.9 | 15 | 85 | 21 |
| 0.0008032 | 0.000032 | 0.00084 | 0.00458 | 22 |
| 97.2 | 2.4 | 10 | 90 | 23 |
| 0.0026352 | 0.000064 | 0.0027 | 0.0243 | 24 |
| 98.2 | 1.8 | 98 | 2 | 25 |
| 0.009236 | 0.000160 | 0.0094 | 0.0192 | 26 |
| 95.9 | [illegible] | 97 | 3 | 27 |
| 1.14408 | [illegible] | 1.193 | 0.0369 | 28 |
| 2.883 | 0.088 | 2.971 | 0.398 | 29 |

Сорбция үрдісі Amberlit IRA – 910 Cl маркалы шайыры анониттерге қатты негізделген. СНК – 3 типті колонналар жүргіледі. Сорбция үрдісі келесі реакциялар арқылы өтеді $2(R_4N)SO_4 + [UO_2(SO_4)_3] = (R_4N)_2[UO_2(SO_4)_3] + 2SO_4$ Сорбцияда өнімді ерітіндіні өткізген кезде өнімді ерітіндінің 1% амберлит беріледі. 10 – кестеде сорбция үрдісінің сеппелі балансы көрсетілген

10 Кесте – Сорбция үрдісінің материалдық балансы

| Келуі | | | Шығымы | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Компонент-тердің аталуы | Мөлшері | | Компонент-тердің аталуы | Мөлшері | |
| | тн | % | | тн | % |
| Өнімді ерітінді | 100 | 99% | Қаныққан ионит | 4.37+85% =5.22 | 5.16% |
| | | | Ерітінді | 95.44 | 94.5% |
| Амберлит IRA -910 | 1 | 1% | Бұзылған ионит | 0.34 | 0.34% |
| *Барлығы* | *101 тн* | *100%* | *Барлығы* | *101 тн* | *100%* |

Сорбция үрдісі 10 – кестеде көрсетілгендей толық материалдық баланс көрсеткіштерінен алынған

Нитратты десорбция ($NH_4NO_3$) үрдісі СДК – 1500 типті сорбциялы және десорбциялы аппараттарда жүргізіледі. Десорбция үрдісі келесі реакциялар арқылы өтеді: $(R_4N)_2[UO_2(SO_4)_3] + 4NO_3 = [UO_2(SO_4)_3] + 4(R_4N)_2NO_3$ Десорбция үрдісінің материалдық балансы 11 – кестеде көрсетілген.

11 Кесте – Десорбция үрдісінің материалдық балансы

| Келуі | | | Шығымы | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Компоненттер дің аталуы | Мөлшері | | Компоненттер дің аталуы | Мөлшері | |
| | тн | % | | тн | % |
| Қаныққан ионит | 5.22 | 20% | Тауарлы десорбат | 19.60 | 75.1% |
| $HNO_3$ ерітінді | 20.88 | 80% | Пайдаланылған ионит | 6.496 | 24.9 |
| *Барлығы* | *26.1* | *100%* | *Барлығы* | *26.1* | *100%* |

Десорбция үрдісінің материалдық шығыны 11 – кестесінен алынған.

Денитрация үрдісі: $2(R_4N)NO_3 + SO_4 = 2(R_4N)SO_4 + 2NO_3$ Ал денитрация $H_2SO_4$ ерітіндісімен ДНК – 2 десорбционды нитратты колонналарды жүргізіледі.

Денитрация үрдісінің материалдық балансы 12– кестеде келтірілген.

12 Кесте – Денитрация үрдісінің материалдық балансы

| Келуі | | | Шығымы | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Компоненттердің аталуы | Мөлшері | | Компоненттердің аталуы | Мөлшері | |
| | тн | % | | тн | % |
| Пайдаланылған амберлит | 6.496 | 19.488 | Тазартылған ионит | 1.698 | 6.5 |
| $H_2SO_4$ | 3.248 | | ерітінді | 24.286 | 93.5 |
| с:к = 3:1 $H_2O$ | 10.24 | | | | |
| *Барлығы* | *25.984* | *100%* | *Барлығы* | *25.984* | *100%* |

### 3.2.1.2 Адсорбер қондырғысын есептеу

Амберлиттің мөлшерін, оның қабат биіктіліг, және адсорбердің диамерін анықтау. Өнімділік ерітіндінің шығыны 105,1 м$^3$сағ.

Бастапқы уранның концентрациясы ,$C_o$= 0,026 кг/м$^3$. Ерітіндінің адсорберден өтетін жылдамдығы 0,02м/с . Амберлиттің динамикалық активтілігі сыйымдылығы 20% (масса) десорбциядан кейінгі қалдық активтілігі 0,3% (масса) Амберлиттің тығыздығы 700 кг/м$^3$

Амберлитті десорбциялау кептіру және суыту уақыты 5-сағат.

$$G = \frac{105.1 \cdot 5 \cdot 0{,}026}{0{,}2 - 0{,}003} = 803$$

Адсорбердің диаметрін табатын болсақ мына формуламен табылады.

$$D = \sqrt{\frac{10{,}51}{3600 \cdot 0{,}785 \cdot 0{,}02}} = 1{,}36 \text{ метр}$$

Сорбент қабатының биіктігі:

$$H = \frac{803}{700 \cdot 0.785 \cdot (1.3)^2} = 0{,}86 \text{ метр}$$

# ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындылай келе бұл жобада «Қызылқұм» Қазақстанның ірі уран кен орны, Сырдарияның сол жағалауында, Жаңақорғаннан 34 км жерде орналасқан 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 аппартуралық сұлбалары келтірілген. Бұл технологияны іске асыру үшін металлургиялық шешімдер мен шығындар, бөлімдері орындалған.

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 Концепция развития урановой промышленности и атомной энергетики Республики Казахстана 2002-2030 годы, Постановление Правительства Республики Казахстан от 20 августа 2002 года. – №926.

2 Язиков В.Г. Особенности изучения геотехнологических свойств руд и геотехнологических условий гидрогенного типа, проектирование комплекса работ при подземном скважинном выщелачивании металлов: Учеб. пособие / В.Г. Язиков, ТПУ. – 2014.

3 Бугенов Е.С. Василевский О.В. Табиғи уранның химиялық концентраттарын алудың физика-химиялық негіздері және технологиясы. – Алматы. – 2007.

4 Жерасты шаймалау әдістерімен уран өндіру / В.А.Мамилов ред. – М.: Атомиздат. – 1980.

5 Комплексные соединения урана. Под.ред. И.И.Черняева . – М.: «Наука», 1969.

6 Харлингтов Ч., Рюэле А. Технология производства урана. Пер.с анг. Под.ред А.С. Займовского и Г.А. Зверева . – М.: Атомиздат, 1961.

7 . Переработка урановых руд. Учебное пособие для ВУЗов. КазНТУ. − Алматы, 2000. – 140 с.

8 В.В.Громов. Уранның химиялық технологиясына кіріспе . – М.: Атомиздат, 1978.

9 Жерасты шаймалау әдістерімен уран өндіру / В.А.Мамилов ред. – М.: Атомиздат, 1980.

10 Бугенов Е.С. Василевский О.В. Табиғи уранның химиялық концентраттарын алудың физика-химиялық негіздері және технологиясы. – Алматы, 2007.

11 Зеликман А.Н. Торий және уранның, сирек жер металдарының металлургиясы. Аударғандар: Ә.Меңлібаев, Б.О. Дүйсебаев, Ж.К. Шайдарбекова т.с.с. - Алматы. «Бастау», 2004.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ**

**СЫН-ПІКІР**

Дипломдық жобаға
(жұмыс түрінің атауы)
Есіркеп Абылай Адайұлы
(оқушының Т.А.Ж.)
5В070900 – Металлургия
(мамандық шифры, атауы)

Тақырыбына ««Өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десарбатын алу өндірісінің жобасы»

Студент Есіркеп Абылай Адайұлы тапсырма бойынша өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десарбатын алу өндірісінің жобасын 46 беттік компьютерлендірілген түсіндірме жазбамен қамтыды. Уранның тауарлы десорбатын алу кезінде жылына өнімді ерітіндіден 2000 тонна тауарлы десорбат алынды. Өнімді алу жолында ерітіндіні ең алдымен дайындап, сорбция, десорбция, денитрация үрдістері арқылы өнімді ерітінді алынды. Жобада әрбір үрдіске технологиялық және аппараттық сұлбалар келтірілген. Бұл технологияны іске асыру үшін металлургиялық шешімдер мен шығындар бөлімдері орындалған.

Жобада берілген тапсырмаға қарасты шешілетін барлық сұрақтар толығымен дұрыс орындалған.

Студент Есіркеп Абылай Адайұлы жоба бойынша берілген тапсырмаларды өз мүмкіндігінше толықтай орындап, белсенділік танытты. Пікірге ұсынылған дипломдық жоба оған қойылатын талаптарға сай орындалған. Жобалау нәтижесін ескере отырып (92%) деген баға беруге болады және оның авторы 5В070900 – Металлургия мамандығының бакалавры деген атқа лайықты деп санаймын.

**Ғылыми жетекші PhD доктор**
(лауазым,ғылыми дәрежесі,атағы)
Мамбеталиева А.Р.
(А.Ж.қолы)

«25» 05 2022 ж

Ф КазНИТУ 706-17. Пікір

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ**

**СЫН-ПІКІР**

Дипломдық жобаға
(жұмыс түрінің атауы)
Есіркеп Абылай Адайұлы
(оқушының Т.А.Ж.)
5В070900 – Металлургия
(мамандық шифры, атауы)

Тақырыбына ««Өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десарбатын алу өндірісінің жобасы»

Студент Есіркеп Абылай Адайұлы тапсырма бойынша өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десарбатын алу өндірісінің жобасын 46 беттік компьютерлендірілген түсіндірме жазбамен қамтыды. Уранның тауарлы десорбатын алу кезінде жылына өнімді ерітіндіден 2000 тонна тауарлы десорбат алынды. Өнімді алу жолында ерітіндіні ең алдымен дайындап, сорбция, десорбция, денитрация үрдістері арқылы өнімді ерітінді алынды. Жобада әрбір үрдіске технологиялық және аппараттық сұлбалар келтірілген. Бұл технологияны іске асыру үшін металлургиялық шешімдер мен шығындар бөлімдері орындалған.

Жобада берілген тапсырмаға қарасты шешілетін барлық сұрақтар толығымен дұрыс орындалған.

Студент Есіркеп Абылай Адайұлы жоба бойынша берілген тапсырмаларды өз мүмкіндігінше толықтай орындап, белсенділік танытты. Пікірге ұсынылған дипломдық жоба оған қойылатын талаптарға сай орындалған. Жобалау нәтижесін ескере отырып (92%) деген баға беруге болады және оның авторы 5В070900 – Металлургия мамандығының бакалавры деген атқа лайықты деп санаймын.

**Ғылыми жетекші PhD доктор**
(лауазым,ғылыми дәрежесі,атағы)
Мамбеталиева А.Р.
(А.Ж.қолы)

«25» 05 2022 ж

Ф КазНИТУ 706-17. Пікір

**Протокол**

**о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)**

**Автор:** Есіркеп Абылай Адайұлы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Өнімді ерітіділерден уранның тауарлы десорбатын алу өндірісінің жобасы

**Научный руководитель:** Алима Мамбеталиева

**Коэффициент Подобия 1:** 2

**Коэффициент Подобия 2:** 0.5

**Микропробелы:** 0

**Знаки из здругих алфавитов:** 35

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

*Дата* 24-05-2022

*Заведующий кафедрой* МиОПИ Бырменинова М.Б.

**Протокол**

**о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)**

**Автор:** Есіркеп Абылай Адайұлы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Өнімді ерітіділерден уранның тауарлы десорбатын алу өндірісінің жобасы

**Научный руководитель:** Алима Мамбеталиева

**Коэффициент Подобия 1:** 2

**Коэффициент Подобия 2:** 0.5

**Микропробелы:** 0

**Знаки из здругих алфавитов:** 35

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

*Дата*
24.05.22

Мамбеталиева А.Р.
*проверяющий эксперт*

StrikePlagiarism.com SATBAYEV UNIVERSITY

Дата отчета 5/23/2022

Дата редактирования —

Отчет не был оценен.

## Метаданные

Название

**Өнімді өрітділерден уранның тауарлы десорбатын алу өндірісінің жобасы**

Автор

**Есіркеп Абылай Адайұлы**

Научный руководитель

**Алима Мамбеталиева**

Подразделение

**Г_М_И**

## Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся манипуляций в тексте, с целью изменить результаты проверки. Для того, кто оценивает работу на бумажном носителе или в электронном формате, манипуляции могут быть невидимы (может быть также целенаправленное вписывание ошибок). Следует оценить, являются ли изменения преднамеренными или нет.

| | | |
|---|---|---|
| Замена букв | B | 35 |
| Интервалы | A→ | 0 |
| Микропробелы | | 0 |
| Белые знаки | | 0 |
| Парафразы (SmartMarks) | a | 9 |

## Объем найденных подобий

Обратите внимание!Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.

| КП1 | КП2 | КЦ |
|---|---|---|
| 1.99% / 1.88% | 0.51% / 0.61% | 0.72% / 0.72% |
| **25** | **5133** | **41432** |
| Длина фразы для коэффициента подобия 2 | Количество слов | Количество символов |

## Подобия по списку источников

Просмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают КП №2 (выделенные жирным шрифтом). Используйте ссылку «Обозначить фрагмент» и обратите внимание на то, являются ли выделенные фрагменты повторяющимися короткими фразами, разбросанными в документе (совпадающие сходства), многочисленными короткими фразами расположенные рядом друг с другом (парафразирование) или обширными фрагментами без указания источника ("криптоцитаты").

### 10 самых длинных фраз

Цвет текста

| ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР | НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ) | КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ) | |
|---|---|---|---|
| 1 | https://stud.kz/referat/show/36282 | 26 | 0.51 % |
| 2 | https://stud.kz/referat/show/36282 | 23 | 0.45 % |
| 3 | https://stud.kz/referat/show/36282 | 17 | 0.33 % |
| 4 | АҚ БӨ «Ақбастау» жағдайында қуатылығы 1200 т/жылына натрий диуранаты өндірісінің цехын жобалау<br>[redacted] 5/16/2019<br>M.Auezov South Kazakhstan State University (ВШ Химической инженерии и биотехнологии ) | 13 | 0.25 % |