

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Тәңірбергенов Думан Бақтиярұлы

«Оңтүстік Инкай» кен орны бойынша өнімділігі жылына 600 тонналақ тауарлық десорбатты өндіріп алу цехын жобалау»

Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

5B070900 – Металлургия мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

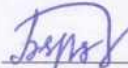
Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

МжПҚБ кафедрасының  
меңгерушісі,  
техн. ғыл. канд.,

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

Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

Тақырыбы: «Оңтүстік Инкай» кен орны бойынша өнімділігі жылына 600  
тонналақ тауарлық десорбатты өндіріп алу цехын жобалау»

5B070900 – Металлургия

Орындаған

Тәңірбергенов Думан Бактиярұлы

Ғылыми жетекші  
PhD докторы, лектор

 Б.Т. Алтайбаев

« 20 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B070900 - Металлургия

БЕКІТЕМІН

МЖТҚБ кафедрасының

менгерушісі

техн. ғыл. канд.



М.Б. Барменшинова

2019 ж.

Дипломдық жобаны орындауға  
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Тәңірберген Думан Бақтиярұлы

Тақырыбы: «Оңтүстік Инкай» кен орны бойынша өнімділігі жылына 600 тонналақ тауарлық десорбатты өндіріп алу цехын жобалау»

Университеттің №1113-б "08" қазан 2018 жылғы бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы " " "

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Кендерден уранды бөліп алу тәсілдері, құрамында ураны жоғары тауарлы десорбатты алудың технологиясы.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Өндірістің технологиялық үдірістері; металлургиялық есептеулер;

б) Арнайы бөлім;

в) Экономика бөлімі;

г) Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

16 - кесте, 8 - сурет, 10 слайдта көрсетілген




Ұсынылатын негізгі әдебиет барлығы 22 атау.

Дипломдық жобаны дайындау

**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	11.03.2019 ж.	Орындалды
Әдебиетке шолу	25.03.2019 ж.	Орындалды
Жобаның технологиялық есептеулері мен шешімдері	08.04.2019 ж.	Орындалды
Экономика бөлімі	15.04.2019 ж.	Орындалды
Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	19.04.2019 ж.	Орындалды
Қорытынды	22.04.2019 ж.	Орындалды

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа (жобаға) қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономика бөлімі	Алтайбаев Б.Т., PhD, лектор	15.04.2019	
Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	Алтайбаев Б.Т., PhD, лектор	19.04.2019	
Норма бақылау	Таймасова А.Н., магистр	20.05.2019	

Ғылыми жетекші:



Алтайбаев Б.Т.

Тапсырманы орындаған білім алушы:



Тәнірберген Д.Б.

Күні:

" 14 " 01 2019 ж.

## АҢДАТПА

Қазіргі ұсынылып отырған жұмысымыз 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 аппараттар мен үрдістердің шешімдері, сондай-ақ тіршілік қауіпсіздігі мен еңбек қорғау бөлімі жасалынған және құрылыс шешімдері мен экономикалық бөлімдері есептеулері келтірілген.

## АННОТАЦИЯ

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

Целью дипломного проекта является разработка эффективной, экономически целесообразной технологии получения товарного десорбата из продуктивных растворов подземного выщелачивания ураносодержащих руд.

В разработанный технологии использования современные процессы и аппараты, позволяющие с высокой степенью извлечения получения урансодержащий продукт. В дипломном проекте рассмотрены способы переработки урансодержащих руд, дано обоснование выбора разрабатываемой технологической схемы, выполнены металлургические расчеты процессов и аппаратов, а также разделы охрана труда, строительные решения и экономические.

## ANNOTATION

This work is diploma Projects devoted to processing uranium-containing solution to yield a productive commodity desorbata.

The aim is to develop a diploma Projects Effectiveness, economic tseleobraznoy technology for commercial desorbata of productive solutions containing uranium ore leaching.

In the developed technology of the modern processes and devices that enable a high degree of extraction of obtaining uranium product. In the capstone Projects considered ways of processing uranium ore, given the rationale for the choice of the technological scheme developed, performed metallurgical calculations and processes that use vehicles, as well as sections of the health and safety, and economic construction solutions.



## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Уранды өнімдерді өңдеу тәсілдеріне негіздеме	11
1.1	Кендерден уранды бөліп алу тәсілдері	11
1.2	Уран бөліп алудың десорбция тәсілдері	16
1.2.1	Элюэкс десорбцияның ығыстыру тәсілі	17
1.2.2	ЭД- үрдісі. (Уранды шайғандай десорбциялау)	18
1.2.3	Десорбцияның нитратты тәсілі	19
1.2.4	Уранның қатты фазалы десорбциясы	20
1.3	Уран ерітінділерін өңдеудің экстракциялық әдістері	21
1.4	Уранды сорбциялау процесінің физика-химиялық негіздері	23
1.4.1	Ион алмасу статикасы	23
1.4.2	Күкірт қышқылды ерітінділерден уранды сорбциялық бөліп алу	25
1.4.3	Сорбция процесінің негізгі заңдылықтары	30
1.5	Құрамында ураны бар кендерді өңдейтін АО «Инкай» өнеркәсіп туралы қысқаша мәліметтер	33
2	Өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десорбатын алудың технологиялық тізбектері	35
2.1	Құрамында ураны жоғары тауарлы десорбатты алудың технологиялық тізбекке негіздеме	37
2.2	Тауарлы десорбаттың ұқсатып өңделуі	41
2.3	Технологиялық үрдістердің құрылғысы және жұмыс істеу принциптері	42
2.3.1	ДАМ (ДНК) түріндегі сорбциялық арынды мұнара құрылғысы мен жұмыс принципі.	42
2.3.2	Сорбция – десорбциялық контурдың СДК – 1500 құрылғысы және жұмыс істеу принципі	45
	Қорытынды	48
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	49
	А қосымшасы Металлургиялық шешімдер	50
	Б қосымшасы Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	65
	В қосымшасы Экономикалық бөлім	71



## КІРІСПЕ

Қазіргі кезде отындық шикізатты шектеуге және қоршаған ортаны қорғауға қатысты сұрақтар қойылып жүр. Сол себепті энергия көзінің перспективті және негізгілерінің біреуіне қатысты әлемдік уран өндірісі өз айқындамаларын сақтап келеді. Әлемдегі бесінші электроэнергетика атомдық электростанцияларда, уран диоксидінен тұратын жылу бөлетін элементтерде өндіріледі. Электроэнергетикадағы уранның үлесін арттыру табиғи газбен, мұнаймен, көмерімен жұмыс істейтін жылу электр станцияларының алдындағы уран өндірісінің ерекшеліктерімен байланысты.

Уранды 1789 жылы неміс химигі Клапрот шайырлы кеннің үлгісі ретінде ашты, ал 1841 ж, Франция ғалымы Пелиго осының тетрахлоридін металдық калиймен тотықсыздандыра отыра уран алды.

1853 жылдан бастан уранның қосылыстарын шыныларды кызыл және жасыл туске бояу үшін түрлі түсті эмальдар, әрлендер және бояулар алу үшін шыны өнер-кәсібінде пайдалана бастады. Уран өнеркәсібі екінші дүние жүзілік соғыстың аяғынан бастап, халық шаруашылығының саласы ретінде бірқатар өнеркәсіптік дамыған елдерде пайда болып өркендей бастады.

«Қазатомөнеркәсіп» ҰАК корпорация шығаратын өнімінің саны мен сапасы Республика экономикасына әсері маңызды. Қазақстандағы уран қорының әлем бойынша шамамен бесінші бөлігі шоғырланған (21 % және әлем бойынша 2 орын). Уранның жалпы ресурсы шамамен 1,5 млн, олардың 1,1 млн.тоннаға жуығын жерасты сілтiсiздeндiру әдiсiмен алады. Қазақстанда 2009 жылы уран алу бойынша әлемде бірінші орынға шықты (13500 тонна уран алынған).

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

Осы сұлбада сорбция әдісі маңызды әдістердің бірі болып табылады.

Технико-экономикалық көрсеткіштері жоғары болуына қарамастан, бұл процесс ғылыми-техникалық, сонымен қатар патентті ақпараттарды талдау барысында анықталған себептерге байланысты жетілдіруді қажет етеді.

Қазіргі таңда уран өнеркәсібі көптеген елдерде қолдана бастады. Біз қарастыратын тауарлы уран десорбатын өндіру Қазақстанның көптеген жерлерінде қолданылады.

Бұл дипломдық жобада тауарлы уран десорбатын өндірудің рационалдық құрамы, материалдық құрамы және 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. 1 тонна байытылған уранның жылу бөлу қабілеті 1 миллион 350 мың тонна мұнай мен табиғи газға тең.

Дәстүрлі жылу электростанциясына қарағанда АЭС – сы атмосфераны, суды және топырақты мың есе ластайтындығының көңіліңе қонарлықтай мәні бар.

Қазіргі таңда Қазақстанда уран өндірісі қарқынды дамып келе жатыр, Қазақстанның Оңтүстік, Қызылорда облысы және тағы басқа өңірлерімізде уран өндіруде. Еліміздің шамамен 32 кен орын уран өндіруде. Сонымен ішінде бұл дипломдық жобада Инкай кен орны қарастырылады, кеніш шамамен жылына 1500-2000 тоннадай уран өндіреді. Жоба бойынша біз жылына 500 тонна уранның тауарлы десорбатын қарастырамыз.

Сонымен, таусылмайтын мүмкіндігінің барлығына сенімді, өзінің нақтылықты және тиімділігінің дәлелдеген жалғыз энергия көзі ол атом энергетикасы болып табылады.

Қазіргі кезде, гидротермалдық кен орындарының меншіктік салмағы 8%-ға дейін азайды. Соңғы 8-10 жылда капиталистік елдердегі уран кендерінің жалпы қорлары, уран өндірісі көбеймесе де біршама өсті. Бағалаулар бойынша, капиталистік және өркендеп келе жатқан елдерде барланған өнеркәсіптік уран қорлары шамамен 5 млн. т-ны құрайды. Бірақ бұл – жуықтап кенінің, одан өнеркәсіптік жолмен уранды бөліп алу үшін жарамды екендігін көрсететін құрамының (уран бойынша) төменгі шекарасының анық болмауымен түсіндіріледі. Бұл шекара, бай кен орындарын өңдеу нәтижесінде біртіндеп төмендеп отырады. 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 Уранды өнімдерді өңдеу тәсілдеріне негіздеме

### 1.1 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 алудың 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 жаратылымында болуы мүмкін. Біріншілікті кендердегі уран тотықсыздандырылған күйде болады, ал екіншілікте — жартылай немесе толығымен тотыққан күйде. Осындай пегматиттер сәйкес 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. Кендерде 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 процесі қолдану 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 өңдеуде қышқылдық тәсіл пайданылады.

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

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 қолданыс 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 стетіндер: 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 есептелінеді. 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 автоклавты 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 и (IV)тің II(YI)-ға дейін тотығудың үлкен мәні бар, өйткені сріту үшін карбонатты ерітіндісігі 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. Автоклакта 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 өндеуде лайлы тұнбаларды қойылту және сүзу көңіл аударуды талап ететін қиындықтар туысты. Бұл жіктеу операциясынан кейін қойыртпақтан немесе қойыртпақтан тікелей шаймалайтын күбіден уранды бөлігіт алу тәсілін жасақтап игсрудің қажеттілігін туғызды. Тәсілдің біреуін немесе басқасын тандау негізіпен экономикалық пікірлермен анықталады.

Кейбір кендерді күйдіру уран бөліп алуда едәуір тиімділік береді және кенді ұқсатып өндеу 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 өндеу, шүбәсіз, сүзу мен тұндыруды жақсартуға өсерін 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 тандауға 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 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 тұндырғыш реагенттерді қосуды талап етіледі. Тұндыру әдісінің артықшылығы операциялардың қарапайымдылығы және жүйелігі, соңғы өнімді тұндыру және сүзуге қатты мсн сұйық фазаларды бөлу кезінде жай жабдықтарды қолдану мүмкіндігінде болып

саналады. Шаймалауда жеңіл түрде молдірленген ерітінділерді алуға болатын кенді ұқсатып өндеуде тек қана осы әдісті пайдалануға болады. Қышқылдық өндеу жағдайында тұндыру әдісі өте қымбат, өйткені ерітінді құрамындағы барлық қышқылды бейтаптандыру үшін көп молшердегі 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, мөлдіретілген 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 электролитикалық 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 мөлдіретілген 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.

Ионалмасу 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/дм<sup>3</sup>-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 мөлдіретілген 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 операцияларың болдырмауға мүмкіндік береді. Содан кейін уранды десорбциялаған шайырды химиялық өндеу жолымен, мұнаралардағы шайырлар сияқты, элюонеленеді. Элюирлеуші ерітіндінің бір ұяшықтан екіншісіне қозғалған кезде себеттерде (көрзеңкелер), 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 бары- сында тапты. Қойыртпақтарды ионалмасулы сорбциялаудың дамуы негізінде жаңа және үдемелі үлес қосқандар, пневматикалық араластыратын арнайы құралымды аппараттарда сорбциялаудың үздіксіз сүзгісіз әдісін өндіріске еңгізген, кеңес ғалымдары болды. Ионитпен қойыртпақтың араластырылуы орталық аэролифті құбырдың көмегімен жүргізіледі. Іс жүзінде кезкелген тығыздықтағы қойыртпаны ұқсатып өндеуде, өнімділігі  $1\text{ м}^2$  тордың бетіне сағатына  $10\text{ Ом}^3$  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 түзілстін 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 арастастырғыштарда немесе мұнараларда түйістіріледі. Дәл осылай процесті дірілді мұнараларда және үйірткілер-түйістіргіштерде жүргізудің мүмкіндігі зерттелді.

Ерітінділерден уранды шаймалауда пайда болатын негізгі қиындықтар эмульсияның «үшінші фазаның» түзілуінде және сулы ерітінділермен шайғындатқының жоғалымдарынан тұрады. Оңтайлы жағдайда жабдықты дұрыстап тандап, процесті ойдағыдай жүргізгенде процестің барысын (жүрісін) немесе осы қиындықтарды жоюды (мысалы, «үшінші фазаның» түзуін жүйеге спирт құю арқылы жоюға болады) бақылауға болады. Органикалық еріткіш қабатын сулы (ураннан жұтандатылған) қабаттан 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 жөнсіту үшін, уран сүзгіленіп, ксптірілген тұнба (шөкпе) түрінде алынады. Алынатын өнім («сары кек») әдетте 50-80 %  $U_3O_8$  - інен тұрады. Сілтілі және қышқылды ерітінділер жағдайында да уранның жалпы 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.

## **1.2 Уран бөліп алудың десорбция тәсілдері**

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 таңдап алынуына жатады. 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. 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 тйімді десорбциялау үшін оны сорбциялағанда еңкөп басқыш реагенттерді қолданады.

Десорбция – сорбцияланған бағалы компонентті жою.

Десорбция үрдісінде белгілі дәрежеге дейін бағалы компонент ионитте ақырын 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.

### 1.2.1 Элюэкс десорбцияның ығыстыру тәсілі

Тәсілдің мағызыдылығы 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 жүргізіліеді.

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



Қорытындылай келе, қаныққан анионит үрдісінің сорбция реакция оңға қарай ығысыады, сульфат иондарының концентрациясы жоғарылайды үрдісіне енгізілген күкірт қышқылы және жаңырылып болған аниониттің десорбция үрдісінен шығарылып алынуынң 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 (30-40 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 жоңарылаын қажет етеді;

-десорбциялаушы ерітіндінің жоғары жемірілік белсенділігі.

### **1.2.2 ЭД- үрдісі (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/дм<sup>3</sup>) шайғындатқылардың үрдісінде пайдалану, уран бойынша шайғындатқының төменгі дәрежеде қанығуы (-60,г/дм<sup>3</sup>) және, нәтижесінде қайта шайғындау үрдісінің төменгі тиімділігіне әкеледі.

ИД-процесс. (Ион алмасу десорбциялық процесс)

Үрдістің маңыздылығы қаныққан ионитің 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-Юп түріндегі әлсіз негізді аниониттің жүзінділері пайдаланылады. Уран бойынша ЭДЭ-10п аниониттің жоғары сыйымдылығы салдарынан уранның сорбциялық концентрленуі, соған сәйкес, қайта тазалануы жүреді.

### 1.2.3 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 қоспасынад ерітінділердегі қағыққан 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 тікелей тиімді шайғындап өңлеудің мүмкіндігі, Олдардағы уранның жоғары құрамы химиялық концентратын шөктіру мүмкіндігі.

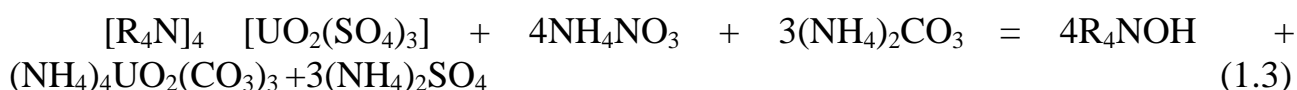
Кемшілігі:

- 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.

-Технологиянык үрдісте нитрат иондарының жинақталу уранды сорбциялық бөліп алу тиімділігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін.

### 1.2.4 Уранның қатты фазалы десорбциясы

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 көмір аммонийлін қайта тазалауды қолдаумен. Химиялық концентраттарының еруінің және ерітінділердің келесі шайғындап өңдеудің қажеттілігін жою;

- десорбция үрдісінің аппаратулық ресімдеудің қарапайымдылығымен оның қызмет көрсетуі.

Кемшіліктер:

- АУТК кристалдарын бөлуден кейін өзектерде уранның жоғары концентрациясы (3-5 г/дм<sup>3</sup>) үрдістің басына қарай уранның үлкен ауытқуын сорбцияға иониттің бекітпе қабатының биіктігінің өсуіне және анионитке уранды бөліп алу дәрежесінің төмендеуіне әкелетін аниониттің жоғары қалдық сыйымдылығын шарпайды;

- десорбцияға химиялық үрдісінің аппаратулық ресімдеудің қарапайымдылығы оның қызмет көрсетуі. Сорбция десорбция циклінің көп ретті алмастырумен ұзақ уақыт пайдалануда иониттің механикалық беріктігінің азаюы;

- АУТК кристалдарын және ионитті бөлу үрдісінің аппаратулық ресімделуінің жеткіліксіздігі ерекше иониттің механикалық жоғарлығының өсуіне әкеледі.

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 - 50-80 г/дм<sup>3</sup> аммоний және натрий сульфатының 40-70 г/дм<sup>3</sup> ал натрий концентрациясы 15-25г/дм<sup>3</sup>.

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

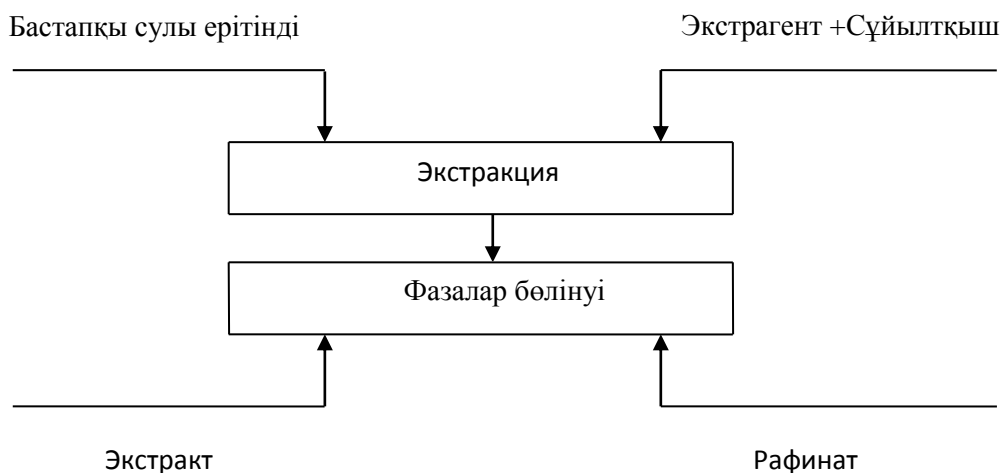
Аниониттердің төмен қалдық сыйымдылығын алуды қамтамасыз етуші десорбция үрдісінің жеткілікті жоғары кинетикасы.

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 .

### **1.3 Уран ерітінділерін өңдеудің экстракциялық әдістері**

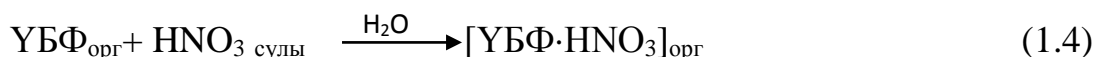
Экстракциялық тәжірибеде келесі терминология қабылданған. Сулы фазадан металдарды, оның қосылыстарын немесе қышқылдарды өзіне тартып алу қасиеті бар органикалық қосылыстарды экстрагенттер дейді. Оларды таза күйінде немесе қазіргі кезде баска органикалық сұйықтармен бірге қолданады. Бастапқы тұздарды 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. 1-суретте экстракцияның принциптік сұлбасы келтірілген.



1.1 Сурет – Экстракцияның принциптік сұлбасы

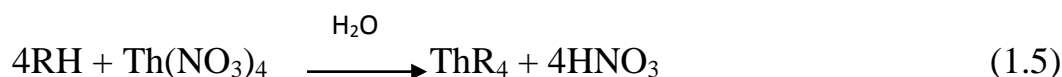
Экстракциялық жүйелерге фазалар ережелерін қолдану. Экстракциялық үрдістер гетерогенді, көп фазалы жүйеде өтеді. Фазалық тепе-теңдік жағдайда,  $K : F = k - \phi + 2$  жүйесіндегі бос дәреже саны- $F$ ,  $\phi$ -фазалар саны және тәуелсіз компоненттер саны- $K$  арасындағы қатынасты белгілейтін Гиббстің 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-теңдік жүйеде төрт зат бар: ҮБФ, 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 нәтижесінде бір емес, екі жаңа зат түзілуі мүмкін. Мысалы, катион алмасу механизмімен жұмыс істейтін экстрагент, бастапқыда  $\text{H}^+$  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, тендеуі түрінде жазуға болады.

$$C_{\text{орг}} = f(C_{\text{сулы}}, T) \quad (1.6)$$

Температура және қысым тұрақты болғанда, бұл тендеу экстракциялық изотермиялық түрін қабылдайды, ал жүйе моновариантты болады  $C_{\text{орг}}=f(C_{\text{сулы}})$ . Бұл, бір компонент концентрациясын (айталық, сулы фазада) өз ерікті тандап алуға болатындығын білдіреді, бірақ басқасын анықтағанда (органикалық фазада), өз ерікті алуға болмайды. Осылайша, тұрақты температурада белгілі бір тәуелділік болу керек  $C_{\text{орг}} = K (C_{\text{сулы}})$ .

Таралу заңы. Нернст-Шилловтың таралу заңын еске салсақ, ол В.Нернстпен 1891 ж. термодинамикалық негізделген, ал Бертелло 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,  $C'_{\text{орг}}/C'_{\text{сулы}} = C''_{\text{орг}}/C''_{\text{сулы}} = C'''_{\text{орг}}/C'''_{\text{сулы}} = \dots = \text{const}$ ;  $C_{\text{орг}}/C_{\text{сулы}} = D$  (таралу коэффициенті)

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

Нернст-Шилловтың таралу заңы - жеткілікті сұйықтарда 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.

## **1.4 Уранды сорбциялау процесінің физика-химиялық негіздері**

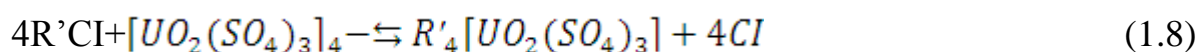
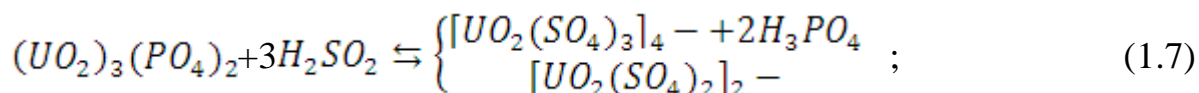
### **1.4.1 Ион алмасу статикасы**

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 УКА-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 («құм») 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 «құмды» бөліп алғаннан кейін құрамында 0,5-1,0 г/дм<sup>3</sup> ЦУддА бар сульфат иондардың концентрациясы 10-20 г/дм<sup>3</sup> теңелді; ерітіндінің

pH-ын 1,0-1,5-ке дейін жеткізді. Қойыртпақтағы С:Қ қатынасы 6:1-ді құрайды. Астаудағы қойыртпақтың көлемі 137м<sup>3</sup>, себеттің өлшемі 6,1 м<sup>3</sup> құрады. Әрбір астауга 2 себеттен келеді. Цикл ұзындығы 2-3 сағатқа тең болды; кезектестіріп 6-7 циклдер жүргізілді.

Жұту циклінен кейін десорбция циклімен жалғастырылады. Анионитті 0,9 NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> және 0.1 м HNO<sub>3</sub> 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.

#### **1.4.2 Күкірт қышқылды ерітінділерден уранды сорбциялық бөліп алу**

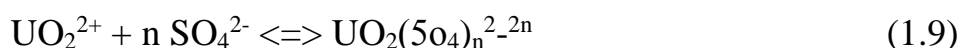
Қышқылды шаймалаумен жұтаң кендерді үксатыгі ондеуде құрамында көптеген қосымшалары бар (темір, магний, марганец, сілті, металда және т.б.) алынатын ерітінділер концентрациясы уранның концентрациясына қарағанда 10 және 100 есе асып түседі. Жұтаң және ластанған ерітінділерден уранды химиялық түндыру әдістері реагенттердің шығын көптігін талап стеді, уранның үлкен жоғалымдарына әкелді, және оның төменгі құрамды химиялық концентраттарын береді. Жұтаң кендерден, уранды алу мәселесі ион алмастырғыш шайырларды қоллану 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 бөлігі алу, технологиялық сұлбадан ерітіндіні шанмаланған 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 түсттейтін балшықты кендерді үқсатып өңдеуде ерекше маңызды.

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.

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 диамикалық тепе-теңдікте болатын уранил катион ( $UO_2^{3+}$ ) түрінде және анионды сульфаттық кешендер түрінде қатысуы мүмкін

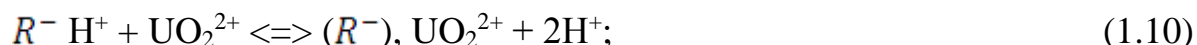


мұнда  $n=1, 2$  немесе  $3$ .

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:

а) катион алмастырғыш шайырмен уранды жұту



ә) анион алмастырғыш шайырмен уранды жұту



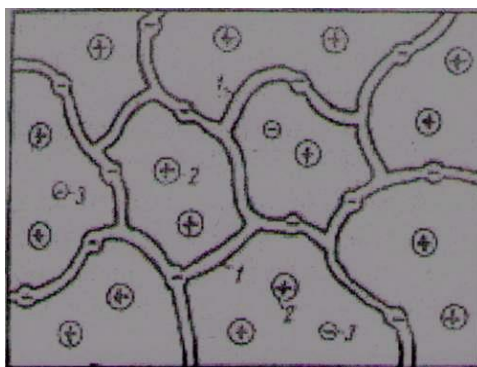
мұнда  $R$ - шайырдың белгіленген иондары;  $X$  -  $NO_3^-$ ;  $Cl^-$ .

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 шайырдыт алады.

Ион алмастырылған шайыр таңбасы сол сияқты заряды бар ерітінділерден немесе койыртпақтардан 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. 1.2-суретте синтетикалық ион алмастырғыш шайырдың сұлбалық көрінісі.



1 - матрица фиксирленген иондармен; 2 - қарсыиондар; 3 - катиониттер

### 1.2 Сурет- Синтетикалық ион алмастырғыш шайырдың сұлбалық көрінісі

Көрнектілік үшін иониттің үлгісі кеуектерінде қарсы иондары айналымда болатын (1.2 - сурет) кеуекысқыш түрінде болып келуі мүмкін. Егерде кеуекысқыш ерітіндіге батырылса, қарсы иондар одан кетуді және ерітіндіге өтуі мүмкін. Бірақта бұнымен электр бейтараптығы сақталуы тиіс, яғни кеуекысқыштың заряды әр сәтте қарсы иондардың зарядымен дәл толықтырылуы керек. Сонымен қарсы ион кеуекысқыштан кетуі мүмкін. Тек сол жағдайда, егер оның орнына басқа ион түссе және қаңқа зарядының толықтырылуына қатысса. Иониттегі қарсы иондардың алмасуына қабілетті құрамы немесе опың алмасу сыймдылығы қаңқаның зарядтарының

тығыздығымен анықталады, әрі қарсы иондар табиғатынан тәуелді. Алмасу сайма-сайлық үрдіс болып есептелінеді.

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 тепетендік 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 көретілгендей) болып саналады. Иониттің қозғалғыш ионмен электролит ионының алмасу үрдісі бес тізбектеліген сатылар арқылы өтеді:

а) жұтылатын ионның ерітінді көлемінен иониттің бетіне орын ауыстыруы;

ә) жұтылатын ионның түйіршіктің ішінен алмасу нүктесіне орын ауыстыруы;

б) иондардың қос алмасу реакциясы;

в) ығысатын ионның түйіршік ішінде алмасу нүктесінен бетіне орын ауыстыруы;

г) 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 есептелінеді. 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 салыстыру 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  $-SO_3^-$ ,  $-COO^-$ ,  $-PO_3^{2-}$ ; аниондарда  $-NH_3^+$ ;  $NH_2^+$ ;  $N^+$  қызмет атқарады.

Иониттің ұяқалыпы сутепкішті. 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 молскулалары 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, ұяшық 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, электроткізгіштігі 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 урдіңің 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 өндеу 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).

### **1.4.3 Сорбция процесінің негізгі заңдылықтары**

Сорбцияның үрдісінің ерекшелігі бірнеше негізгі технологиялық операциялардың жүргізілуінде болатын аппаратура дайындаудың қарапайымдылығы

және ықшамлығында болып келеді:

- бағалы құрауышты ионитке ион алмастырып бөліп алу,
  - оны тауарлы десорбаттың ыңғайлы элюенттерімен десорбциялау,
  - табиғи уранның химиялық концентратын алу мақсатымен тауарлы десорбатты қайта өңдеу
- ионитті сорбцияға дайындаумен (жуып тастау, қайта зарядтау), айналымдағы ерітінділерді пайдалану мен және т.б. байланысты қосымша операциялар

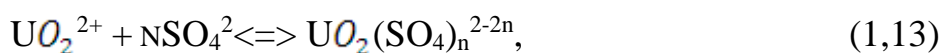
Сорбциялық үрдіс кезекті режимде қалай болса, үздіксіз қарсы ағынды да солай іс-жүзінде асырылуы мүмкін, едәуір оңай автоматтандырылады, жоғары өнімді және тиімді сорбция десорбциялық жабдықты пайдалануға мүмкіндік береді.

Бағалы құрауыштың сорбциялы бөліп алу пәрменділігі (кешенді шикізатты жа- сақтап өндеудегі бағалы құрауыштар) оның ионитке технологиялық ортадан бөліп алу дәрежесімен, ерітіндіге элюирленгеннен кейін ілеспелі қосымша элементтерден тазалау және концентрлеу дәрежесімен анықталады.

Осыдан үрдіске деген негізгі талаптар шығады - бөлініп алынатын құрауыштар бойынша ең үлкен сыйымдылық және талғамдылыққа ие болушы ионитті пайдалану және тандап алу.

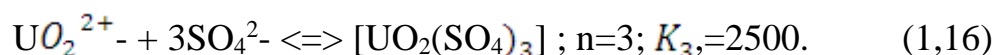
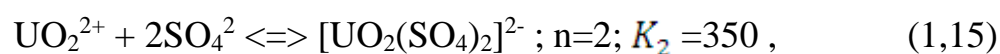
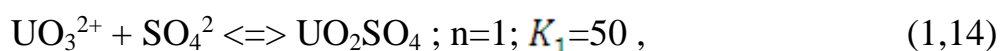
Уран кендерін күкірт қышқылды шаймалағаннан кейінгі ерітінділер уранды ион алмастырып бөліп алуға күшті әсер ететін күрделі құрамы бар, олардағы уранның мөлшері жиірек 0,2-ден 1,0 г/дм<sup>3</sup> дейінгі аралықта өзгереді, сульфат иондардың мөлшері 20-дан 100 г/дм<sup>3</sup> дейін өзгереді, қышқылдығы 1 литрге бірнеше граммнан рН=1-2 болғанша. Қосымшалардың мөлшері темір, алюминий, магний, марганец және т.б. сияқты жиірек уранның мөлшерінен едәуір көп.

Жоғарыда айтылғандай, күкірт қышқылы ерітінділерінде уранил ионы, сульфат ионымен қайтымды реакция бойынша анион сульфаты кешендерін түзуге қабілетті



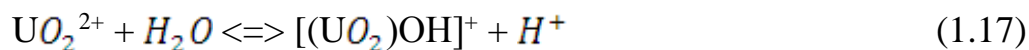
мұнда n=1;2 немесе 3.

Бұл кешендердің түзілу тұрақтысы құрайды

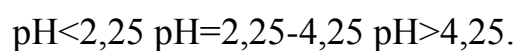


Қышқыл сульфатты ерітінділерде уранды табудың басым түрі үш сульфатты кешен  $[UO_2(SO_4)_3]^{4-}$ , болып табылады, уран осы түрінде де анион алмастырушы шайырлармен жұтылады. Анион сульфаты кешендерінің концентрациясы ерітінділердің қышқылдығы және ондағы сульфат-иондардың мөлшерінің өсуі кезінде жоғарылайды.

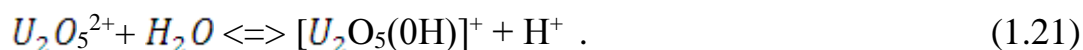
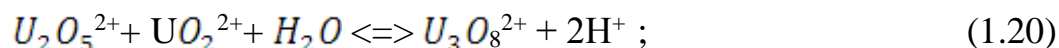
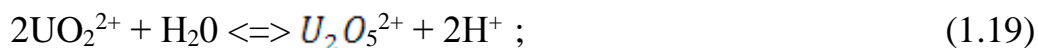
Қышқылдықтың азаюы кезінде уранил иондары гидролизге қабілетті. Гидро- ксидтің бөліне басталуының алдында бір зарядты катион тузілуі жүреді.



Уранның ерітіндідегі төмен концентрациясы (0.2 - 1,0 г/л) рН=2,25 болғанда бір зарядты катиондар пайда болады. рН=2,25—4,25 аралығында олардың мөлшері көбейеді және гидролиздің жүрісін мына сұлбамен корсетуге болады:



Уран концентрациясы көбеюімен бір зарядты катиондардың және толық гидролиз өнімдерінің түзілуі рН-тың төменірек мәндерінде байқалады. Одан басқа осы ерітінділерде полимерлі ионды қосылыстардың түзілуі жүреді.



Уран бойынша акрил және метакрил қышқылдарының полимерлестерінің сорбциялық сыйымдылығы байламның, химиялық табиғатынан және оның мөлшерінен тәуелді. 3.7. суреттен көрсетілгендей байлам мөлшерінің өсуімен ісіну коэффициенті 1-12% аралығында сызықты азаяды, сол екі арада құрамындағы полимерлестегі байланыс 3,5—5 % болғанда уран бойынша ең үлкен сорбциялық сыйымдылыққа жетеді.

СГ-1 шайыр рН=1,7-1,9 болғанда уран сорбциялана бастайды. Одан әрі рН 34-ке дейін жоғарылағанда уран бойынша сорбциялық сыйымдылық бірнеше есе өседі

СГ-1 гүрдегі карбоксил катионштерімен уранның жұтылуында (кезінде), рН=2,8-3,5-ке болғанда оңтайлысы болып есептелінеді. Бұл жағдайда уран бойынша жоғары сорбциялық сыйымдылыққа жеткізіледі және шайырдың талғамдық қасиеттері сақталады. Ион алмасу топтарының диссоциация

тұрақтысының өсуі салдарынан ерітіндінің рН-ы 3,8-4-ге дейін жоғарылауымен СГ-1 шайырдың алмасу сыйылшылығы артады. Сонымен бірге ілеспелі қосымшапардың жұтуы артады, бұл уран бойынша шайыр талғамдылығының төмендеуіне әкеледі.

### **1.5 Құрамында ураны бар кендерді өңдейтін АО «Инкай» өнеркәсіп туралы қысқаша мәліметтер**

Инкай кенорны Оңтүстік Қазақстан облысының Созақ ауданының жазық аймағында орналасқан. Аудан топографиясы жазық, теңіз деңгейінен 150-200 м биіктікте орналасқан. Сирек кездесетін өзен, көл немесе артезиандық су көздерінің маңындағы үлкен емес аудандарды есептемегенде, ағаш жоқ деп айтуға да болады. Климаты – континентальды, қысқы және жазғы температура айырмашылықтары -35-тен +40 °С дейін. Жел бағыты көбінесе – шығыстан, солтүстік-шығыстан.

Геологиялық барлау және өндіру жұмыстары жүргізілетін аймақ маңында Тайқоңыр елдімекені орналасқан, ол 1979 жылы құрылып №7 «Волковгеология» ААҚ-ның геологиялық барлау экспедициясының базасы болып табылады. Қазіргі таңда елдімекенде 500-ге жақын тұрғын бар, олардың жартысы жер асты ұңғымада сілтісіздендіру әдісімен кенорынды игретін НАК «Казатомпром» ЖАҚ, БК «Инкай» ЖШС және БК «КАТКО» ЖШС кәсіпорындарында жұмыс атқарады.

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:

а) металдың ерітіндіге айналу үдірісі қабылданған жылдамдықпен жүруі тиіс;

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

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

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

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

Тығыз кенорналасқан массивтерден жерасты сілтілендіру үдірісі арқылы металдарды алу үшін, кен кесектерін қажетті іріліктегі кесектерге 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

Оңтүстік Қазақстан облысы Отырар ауданындағы АО « Инкай» кен орны Оңтүстік Инкай және Солтүстік Инкай болып бөлінеді.

Инкай кен орны Қазақстанның АО «НАК « Казатомпром »,ОАО « Уран компаниясымен » ( Ресей Федерациясы ) және АО « Қарабалтық комбинаты » (Қырғызстан мемлекеті). Өндірісімен біріге отырып ашылған.

АО «Инкай» Кен орны 2001ж. 26 Желтоқсанынан бастап ЗАО НАК « Казатомпром »-45% үлесі.

ОАО «Атомредметзолото» (Ресей Федерациясы)-45% үлесі.

АО «Қарабалтық горно-рудный комбинаты» (Қырғызстан)-10% үлесіне қатысты.

## 2 Өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десорбатын алудың технологиялық тізбектері

Барлығын алғанда уранды ЖҰШ-дың өнімді ерітінділерін ұқсатып өңдеудің технологиялық сұлбасына мына сатылыары кіреді.

- Уранды жерасты ұңғымалық күкірт қышқылды ерітінділерімен шаймалауды өнімді ерітінділерді ӨЕ құрамдастырылған сорғылы немесе эрлифтілі ерітінді көтергішпен оларды ұқсатып өңдеуші кешенге тасымалдау.

- ВП -1Ап, АМ түріндегі күшті негізді аминиттерде немесе олардың шетелдік ұқсастарында (Lewfit K- 6367 U; Amberlit IRA – 910 CI) күкірт қышқылды өнімді ерітінділерден кешенді уранил – сульфатты иондарды сорбциялық бөліп алу.

- Уранмен қанықтырылған ионалмастырғыш шайырды сорбция өзектерімен механикалық жүзгіндерден шаю.

- Шаятын суларды механикалық жүзгіндіерден тазалау .

- Тауарлы десорбат ала отыра, қаныққан ионалмастырғыш шайырдан нитратты ерітінділермен уранил – сульфатты иондарды десорбциялау.

- Жаңғыртылған шайырды күкірт қышқылды ерітінділермен денитрациялау.

- Десорбцияланған ионалмастырғыш шайырды уран сорбциялауға қайтару.

- Таурлы десорбаттадан натрии диураннатның -  $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$  қойыртпақпағын ала отыра, каустикалық содамен немесе уранил-үшкарбонатының терамонийін –  $(\text{NH}_4) [\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3]$ ,яғни дайын өнімді - сары кекті ала отыра, көміраммонийлі тұздармен уранды тұндыру.

Кенішталдында қаойылған мақсаттар мен міндеттерден тәуелді уранды ЖҰШ – дағы өнімді ерітінділерді ұқсатып өңдудің технологиялық сұлбаларында айырмашылығы бар.

Өнімді ерітінділерді, шығаруға бағытталған, ұқсатып өңдеу бойынша цехтардығы өндіріс үрдісін ұйымдастыруды үш сұлбаға бөлуге болады;

- Уранмен қаныққан ионалмастырғыш шайырды;
- Құрамында ураны жоғары тауарлы десорбатты;
- «сары кекті»

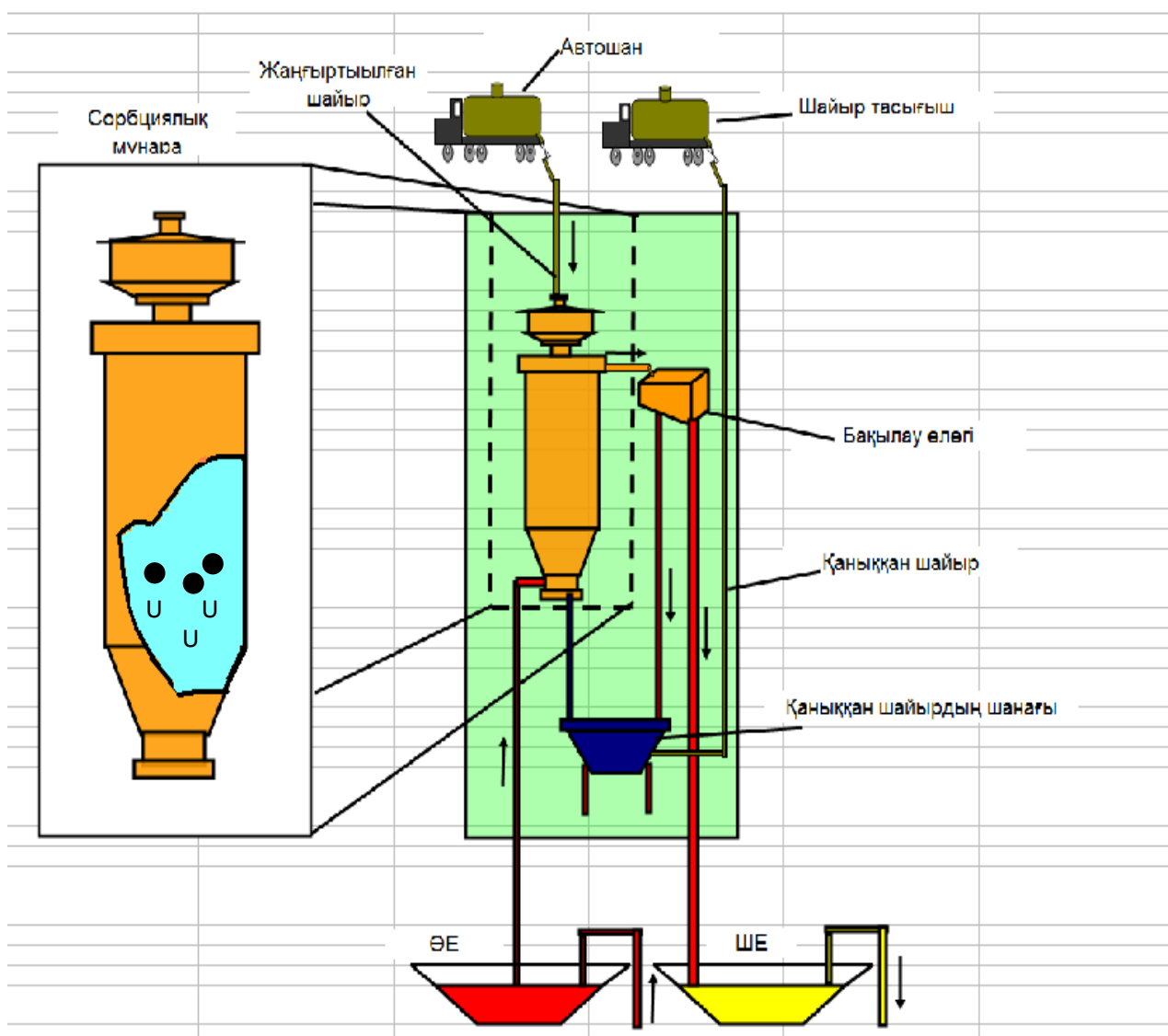
Уранмен қаныққан ионалмастырғыш шайыр шығаратын ӨЕҰӨҚ-ЦППР-дің технологиялық сұлбаларында келтірілген.

Уранмен қаныққан ионалмастырғыш шайыр түріндегі өнімді шығаратын кеніштер, әдетте, «сары кек» шығаратын негізгі ұқсатып өңдеуші кешендердерге (10-20 км-ден) тікелей жақынырақ орналасқан жылына беретін уранның өнімділігі 300-4000 тоннадай болатын өндірістер болып табылады. Уранды ЖҰШ-да ерітінділерді ұқсатып өңдеу бойынша осындай цехтардың басқаша аты – оқшаулы сорбциялық қондырғылар .

Технологиялық сұлбаларға ішіне кіретіндер.

- күшті негізді аниониттерде күкірт қышқылды өнімді ерітінділерден кешенді уранил – сульфатты иондарын сорбциялық бөліп алу;
- уранмен қаныққан ионалмыстырғыш шайырды сорбциялық өзектерімен механикалық жүзгіндерден тазарту;
- шаятын суларды механикалық жүзгіндерден тазарту;
- уранмен қаныққан ионалмастырғыш шайырды автошандар шайыр тасығыштарда негізгі ұқсатып өңдеуші кешендергі тасымалдау;
- жаңғыртылған шайырдың негізгі ӨЕҰӨЦ – автошандар – шайыр тасығыштармен ОСҚ-ларға қайтару.

Уранның сорбциялық қондырғысының сұлбасы 2.1- суретте көрсетілген.



2.1 Сурет - Уранды сорбциялау қондырғысының сұлбасы



## 2.1 Құрамында ураны жоғары тауарлы десорбатты алудың технологиялық тізбекке негіздеме

Құрамында ураны бар таурлы десорбаттар шығаруға бағдарланған кеніштердің өнімі, «сары кек» шығаратын негізгі ұқсатып өңдеуші кешендерге немесе тауарлы десорбаттарды тікелей табиғи уранның шала тотық-тотығына ұқсатып өңдейтін афинажды өндіріске жіберіледі. Уранды ЖҰШ-дың ерітінділерін ұқсатып өңдеу жөніндегі осындай цехтардың басқа дәстүрлі аты-оқшаулы ұқсатып өңдеу қондырғысы деп аталады.

Технологиялық сұлба уранмен қаныққан шайырды жаңғырту түзімінде (түйінінде) нитарттық десорбциялау кезінде құрамында уранның мөшері жоғары, 80-100г/л-дей, тауарлы десорбат алатын СДК-1500 түріндегі мұнараларды пайдалануды жормалдайды, бұл өнімді одан әрі ұқсатып өңдеуге тасымалдағанда көлік шығынын төмендетуге мүмкіндік береді, ал автошаннан ерітінділерді түсіргеннен кейін, оларға қайтар жолға кеніштерге күкірт қышқылын жеткізу орындалады.

Өндірісті ұйымдастырудың осындай сұлбасының ерекше өзгешеліктері болып тауарлы десорбаттан табиғи уранның шалоттығы – тотығын тікелей алу үшін, оны пайдалану мүмкіндігінің пайда болуы деп аесептеледі.

Кеніштердің негізгі кәсіпорындарынан қашықтығы жүздеген км-дей құрайды, өндірістердің өнімділігі - жылына 1000 тоннаға дейін уран.

Үрдістің негізгі сатылары ОСҚ (ЛСУ) – да пайдаланатын технологияны қайталайды, оларға қосымша кіретін мыналар:

- уранмен қаныққан шайырды СДК – 1500 мұнараларының толықтыра қанықтыруы 1 аймақтарында өнімді ерітінділермен толықтыра қанықтыру:

- СДК-1500 мұнараларының толықтыра қанықтыру 2 аймақтарында тауарлы десорбаттың бір бөлігімен шайырды толықтыра қанықтыру:

- СДК-1500 мұнараларынан құрамында ураны бар тауарлы десорбатты жинағыш сыйымдылыққа шығару:

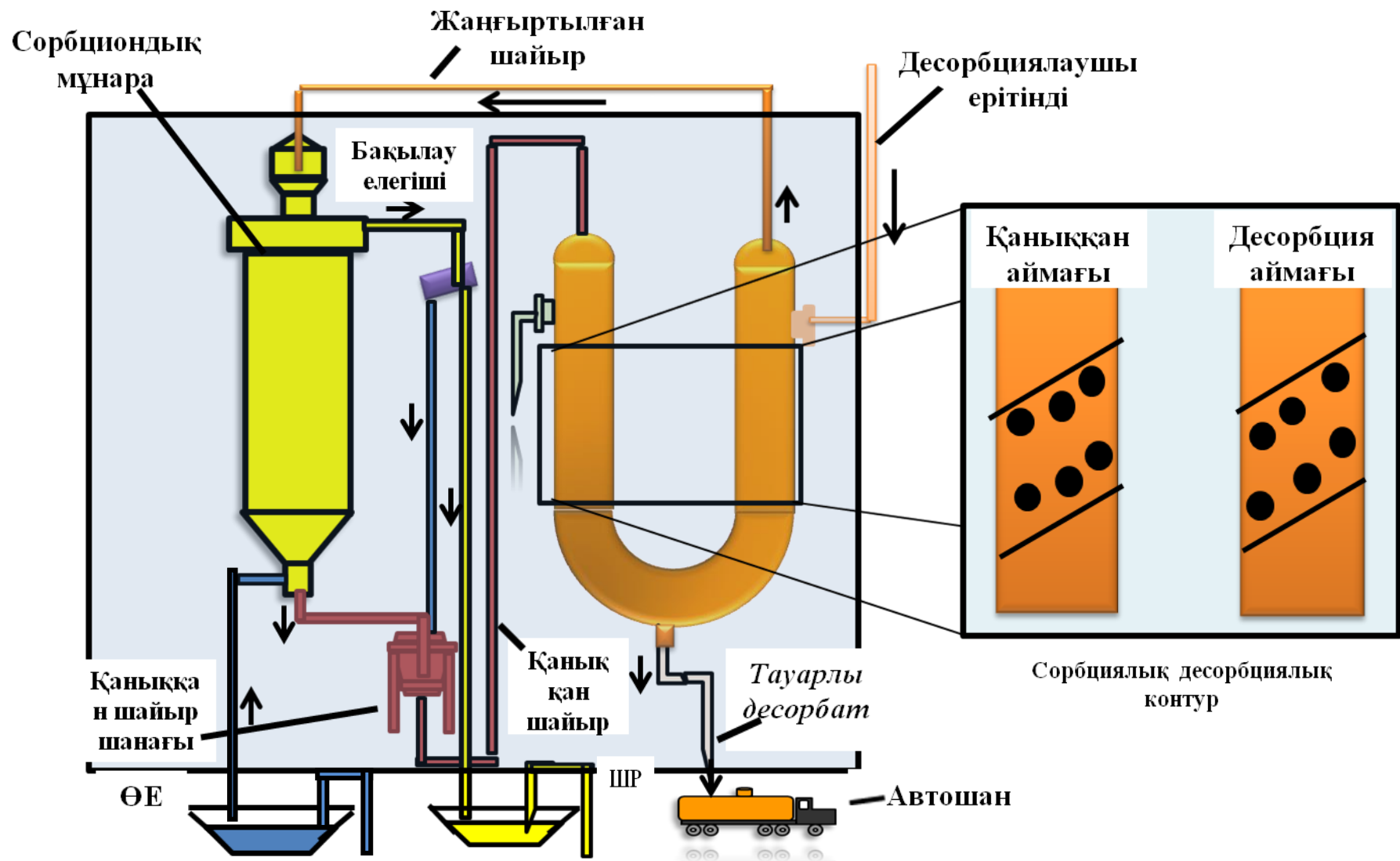
- СДК-1500 мұнараларының шаю аймақтарында десорбцияланған шайырды күкірт қышқылды ерітінділермен қр асы ағынды шаю;

- ДМК -2 (ДНК -2) түріндегі мұнараларда күкірт қышқылыды ерітінділермен шайырды денитрациялау;

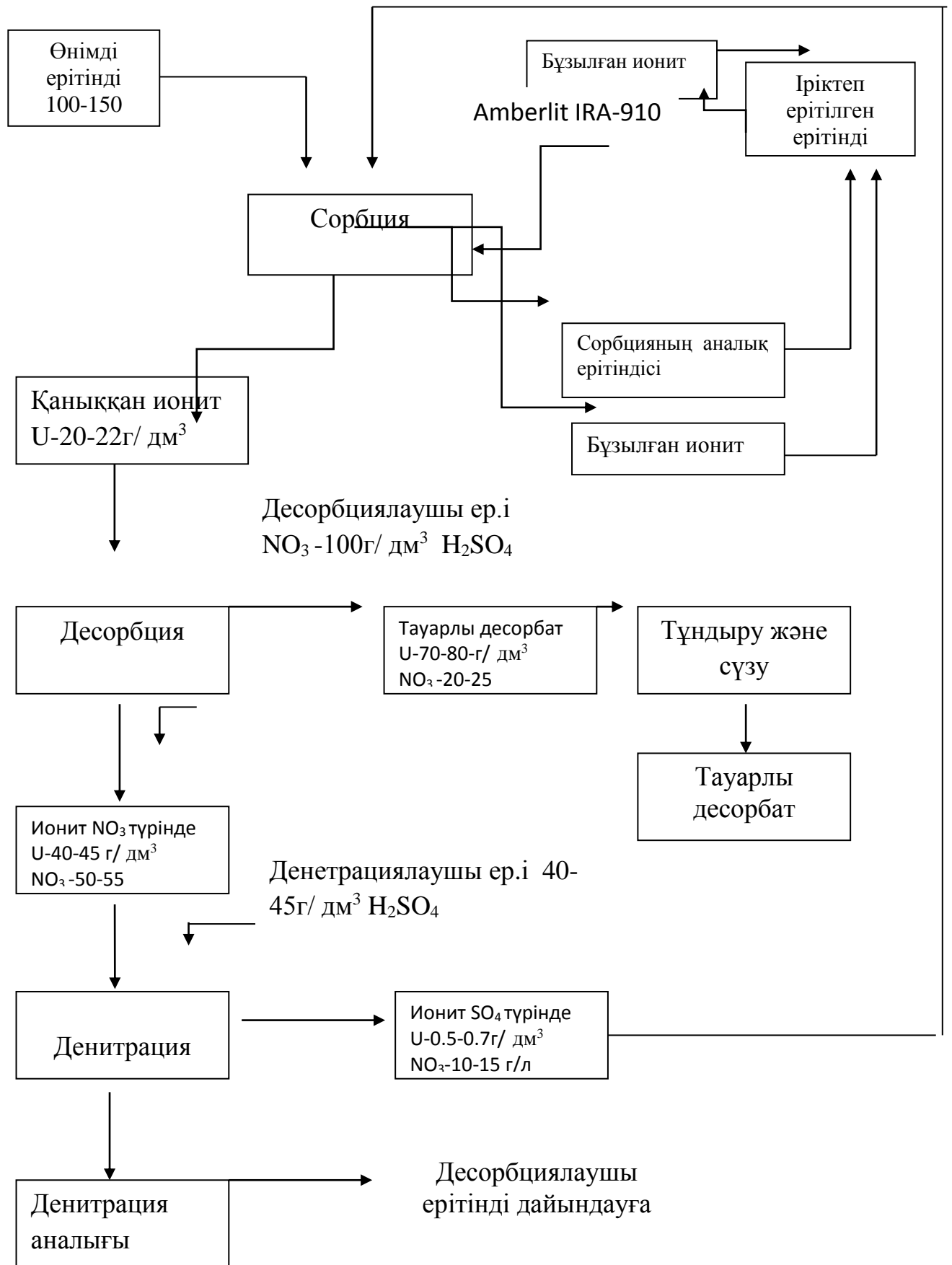
- ДМК -2 (ДНК -2) түріндегі мұнараларда күкірт қышқылыды ерітінділерден жаңғыртыны шайырды техникалық сумен шаю;

- шайылған жаңғыртылған ионалмастырғыш шайырды уран сорбциясына қайтару;

- құрамында ураны бар тауарлы десорбатты автошандар-қышқыл тасығыштарда «сары кекті» алу үшін, негізгі ұқсатып өңдейтін кешенге немесе табиғи уранның шалоттық – тотығын алу үшін аффинаждық өндіріске тасымалдау;



2.2 Сурет- Тауарлы десорбат шығаратын, цехтың принциптік сұлбасы



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

- негізгі кеніштің өнркәсіптік алаңынан (қышықыл қоймасынан) күкірт қышқылын автошаңдар – қышқылтасығыштармен жұмыс ЖҰШ кенішіне қайтару.

ЖҰШ-кенішінің, тауарлы десорбат шығаратын, уранның өнімді ерітінділерін ұқсатып өңдеу жөніндегі цехтың принциптік сұлбасы 2.2 – суретте көрсетілген

2.2-ші және 2.3-ші суреттерде көргеніңіздей уранның тауарлы десорбатын алудың технологиялық сұлбаларында ДАМ-2 немесе ПИК-2 түріндегі мұнаралардан тұратын тізбектерді қаныққан шайырды жаңғырту түзілімінде пайдалануды жорамалдайды. Нитраттық десорбцияда құрамындағы уранның мөлшері өтетөмен, 25-35г/л-дей, тауарлы десобаттар алынады. Тауарлы десорбаттардан каустикалық содамен немесе көмір аммонийлі тұздармен уранды тұндырғаннан кейін, қойыртпақты сүзу нәтижесінде алынатын табиғи уранның химиялық концентраты (ТУХК-ХКПУ) таситын ыдысқа тиеленді (контейнердің  $V=2.5\text{м}^3$  –тасып –буып-жинақтама ТБТЖ-118(ТУК - 118)) және темір жол көмегімен ГМЗ-ға жіберіледі.

Қазіргі кезде уранның тауарлы десорбатын алу цехында шамамен жылына 500 тоннадай тауарлы десорбат алынтаын болса, сондан 300- 500 тонна одан уран алады.

Үрдістің негізгі сатылары ОСҚ-да пайдаланатын технологияны қайталайды. Уранмен қаныққан ион алмастырғыш шайырдың жаңғырту түзілімінде ДАМ-2 немесе ПИК-2 түріндегі мұнараларды пайдаланылғандықтан тауарлы десорбаттарды алу бірнеше өзгертіледі:

- ДАМ-2 немесе ПИК-2 түріндегі мұнараларды тауарлы десорбаттың бір белгімен шайырды толықтыра қанықтыру;

- ДАМ-2 немесе ПИК-2 түріндегі десорбцияның 3-5 мұнараларынан тұратын тізбекті ион алмастырғыш шайырдан уранның қарсы ағынды нитраттық десорбциясы;

- ДАМ-2 немесе ПИК-2 түріндегі десорбцияның 1-2 мұнаралрынан тұратын тізбекте күкірт қышқылды ерітінділерден жаңғыртылған шайырды техникалық сумен шаю;

- Шайлап жаңғыртылған ион алмастырғыш шайырды уран сорбциясына қайтару;

- Тауарлы десорбаттардан каустикалық содамен немесе көмір аммонийлі тұздармен уранды тұндыру;

- Натрий диуранатының немесе уранил үшкарбонатты тетра-аммоний тұнбасын-дайын өнімді «сары кекті» ала отыра қойыртпақтты сүзу;

- Табиғи уранның химиялық концентратын (ТУХК –«сары кек») келесіде ГМЗ-на апару үшін тасу ыдысына (ТБТЖ - 118) тиеу,

Инкай кеніші уранның өнімді ерітінділерін ұқсатып өңдеу жөніндегі, ТУХК-ты шығаратын цехтың принциптік сұлбасы жоғарыдағы суреттерде көрсетілген.

## 2.2 Тауарлы десорбаттың ұқсатып өңделуі

Құрамына жаңғыртындысы бар тауарлы уран қиратылған иониттің және лайлы бөлшектер түріндегі механикалық қосымшаларды алып тастау үшін, тұндыру және сүзу операцияларына түсіріледі. Механикалық қосымшаларды, алдын- ала бөлудің толықтығы, дайын өнімде ерімейтін қосымшалардың мөлшері бойынша сапа талаптарымен сәйкес уран концентрациясының сапалы алынуын кепілдейді. Мөлдіретілген тауарлы жаңғыртындыны түйіспелі күбіде механикалық араластыру кезінде аммоний бикарбонатының жұмыс ерітіндісімен рН 4,5- 5,0- ге дейін алдын ала бейтараптандырады. одан әрі бейтараптандырылған ерітінді механикалық және пневматикалық араластыратын түйіспелі күбіге дайын өнім тұнбасының кристалл түзілу операциясына түседі. Сонымен бірге, түйіспелі күбінің көлемі осы операцияда кристаллдардың ірілігінің керектісін алу үшін сүзу жағдайын жақсарту және ылғалдың мөлшері бойынша ТЖ 640 ҚР 38229886-ЖАҚ-01-2000, талаптарға уран концентрациясының сәйкестігін қамтамасыз ету үшін 4-6 сағат кристаллданудың қажетті уақытымен анықталады.

Кристаллдардың оңтайлы ірілігі тұнбаның түзілу жағдайынан шөктірудің құламасының аппараттары және құбыр жолдары бойынша оларды тасымалдау мүмкіндігі таңдап алынады. Салыстырмалы ұсақ кристалдарда тұнбаның сүзгіштік қасиеттері төмендейді, бұл ТШ(ТУ) уран концентратының талаптарына сәйкес келуіне кедергі болады. Екінші жағынан «ірі» кристалдарды алуда технологиялық жол бойынша оларды тасымалдау үшін жағдайлар нашарлайды, кристалдардың тұндыру үрдісі және аппараттардың және құбыр жолдарының шодырлануы күшейе түседі. Соңғысы тұндыру құламасының аппаратуралық сұлбасын пайдалану кезінде қосымша қиындықтар мен шығындарға әкеледі, сонымен бірге: аппараттар мен құбыр жолдарының кезекті тазалануы үшін жұмыстың тоқтап қалуы, тұндырғыштар мен ағызынды құбыр жолдарының жүйелі «отырғызуы». Бұдан басқа механикалық тазалауда санитарлық жағдай да және радиациялық қауіпсіздік те нашарлайды, қышқыл ерітінділерімен өңдеуде – жабдықтардың жемірілуі күшейтіледі, еріген уран бойынша, пара- парлық санда көміраммонийлі тұздарының меншікті шығыны екі еселенеді.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отыра уран концентратының тұнбасында кристалдардың оңтайлы ірілігін, кристалдардың шекті өлшемдер аралығының орта бөлігінде, мақсатқа сәйкес таңдап алу.

Кристалдардың бөліну операциясынан кейін қойыртпақ уран концентраты кристалдарының тұндыруынан кейін өзекті ерітінділерде уранның қалдық қажетті мөлшерін алу мақсатымен рН 6,2- 6,8-ге дейін түзету операциясына түседі. Бұл үшін еріген көмір қышқыл газы жүйесінен майдалатылған сығылған ауамен үрлеп шығару қолданылады, реагенттерді коспай- ақ ерітінділердің рН- ның өсуіне әкеледі.

Сығылған ауаны, жүйенің рН-ы берілген аралықта шығынымен реттелетін, технологиялық реагент ретінде қарастыруға болады. Уран

концентратының тұнбасынан алынған қойыртпақ, конус түріндегі тұндырғыштарда ерітінділердің негізгі массасынан қойыртпақ, конус түріндегі тұндырғыштарда ерітінділердің негізгі массасынан қойылтылған өнімнен бөліп алу үшін, тұндыру операциясына түседі, олардан қойылтылған өнімнен бөліп алу үшін, тұндыру операциясына түседі, олардан қойылтылған өнім қойыртпақты бұлғауышты суылтқышқа жиналады және ФПАКМ түріндегі сығылған сүзгіште тұнбадан сулы фазаны нақтылап бөлу үшін, сорғымен дайын өнімді бөліп қойыртпақты бұлғауышты суылтқышқа жиналады және сорғымен дайын өнімді бөліп қотарылып ағылады. Осы сығылған сүзгіде уран концентратындағы ылғалдың қажетті мөлшеріне дейін қатты өнімді кептіру және сүзу, шаю, операциясына біріктіріледі.

Сүзілген тұнба контейнерге тиеледі, ВТК (ЖТК) – нің бақылаушыларымен сынамаланады және дайын өнім қоймасына жіберіледі.

Сүзінді мөлдіретілген ерітінділермен тұндыру сатысына біріктіріледі және одан әрі ионит жаңғыртуының технологиялық сұлбасында қайтымды ерітіндіде пайдаланылады.

Тауарлы жаңғыртынды жинағыш сыйымдылықпен 24 түйіспенлі күбілерге 16, 16-1 жіберіледі, осы аппараттарға бір уақытта 16 және 16-1 сыйымдылықтарға тауарлы жаңғыртынды да рН-тың берілген мәніне дейін қышқылмен бейтараптандыру үшін, қажетті мөлшерде түйіспелі күбіден 23 көміраммонийлі тұздың (аммонийдің бикарбонаты) жұмыс шөктіргіш ерітіндісі де беріледі.

## **2.3 Технологиялық үрдістердің құрылғысы және жұмыс істеу принциптері**

### **2.3.1 ДАМ (ДНК) түріндегі сорбциялық арынды мұнара құрылғысы мен жұмыс принципі**

Десорбциялық арынды мұнараның ДАМ құрылғысы САМ түріндегі сорбциялық арынды мұнаралардың құралымына ұқсас. Ол сондай-ақ цилиндрлік тұрқыдан – ернеушіден, жоғарғы сыртқы құрылғыдан – құндықтан, десорбат жинағышынан – ағызатын келте құбырлы «қалтадан», құндақ түріндегі сорғытқы құрылғысы бар бастапқы десорбциялаушы ерітіндіні енгізетін құрылғыдан, десорбцияланған ионалмастырғыш шайырды түсіретін құрылғыдан, уранмен қанықтырылған шайырды тиейтін арынды шанақтан тұрады. Жұмыс барысында мұнараның барлық көлемі ионитпен толтырылған және ерітінді иониттің тығыз қабаты арқылы төменнен жоғары қарай сүзіледі. Иониттің жұмыс қабатының тығыздалуы мен қысылуы, сорғытқы құрылғылардан жоғарғы иониттің сусыздандырылған қабатының тығыздалуы мен қысылуы, сорғытқы құрылғылардан жоғары иониттің сусыздандырылған

кабатының болуымен және мұнара тұрқының жоғары бөлігінде сорғытқы құрылғыларын қондырумен қамтамасыз етіледі.

Жұмыс барысында десорбциялық мұнарада ерітінділерді төменнен жоғары қарай сүзу арқылы ионитпен ерітіндінің қарсы ағыны қамтамасыз етіледі. Бұнда фазалардың қозғалу бағыты бойынша ерітінділерде уран концентрациясы өседі, ал ионитте-аяқталу операциясынан кейін ең көп және ең аз мәндерін сәйкестікке жеткізе отыра төмендейді.

Арынды мұнараларда ионитпен уранды десорбциялаудың тәжірибелік мақсаты, десорбаттағы уранның ең көп мүмкін концентрациясына жеткенде, десорбциядан кейін, оның ион алмастырғыш шайырға берілген ең аз қалдық концентрациясын алу болып табылады.

Нитратты десорбциялау технологиялық үрдісінің басқару алгоритмінің негізгі көрсетілген ағындарда нитрат иондар бойынша және біруақытты балансты сақтауда ионит ерітінді ағындарда уранның балансы да салынуы керек.

ПИК түріндегі десорбциялық мұнара уранды десорбциялау үрдісін жүргізу, ионалмастырғыш шайырды денитрациялау үшін қолданса, қанықтырылған, толықтыра ұстайтын мұнаралар ретінде, сол сияқты қаныққан және жаңғыртылған ионалмастырғыш шайырды шаю үшін пайдаланылады.

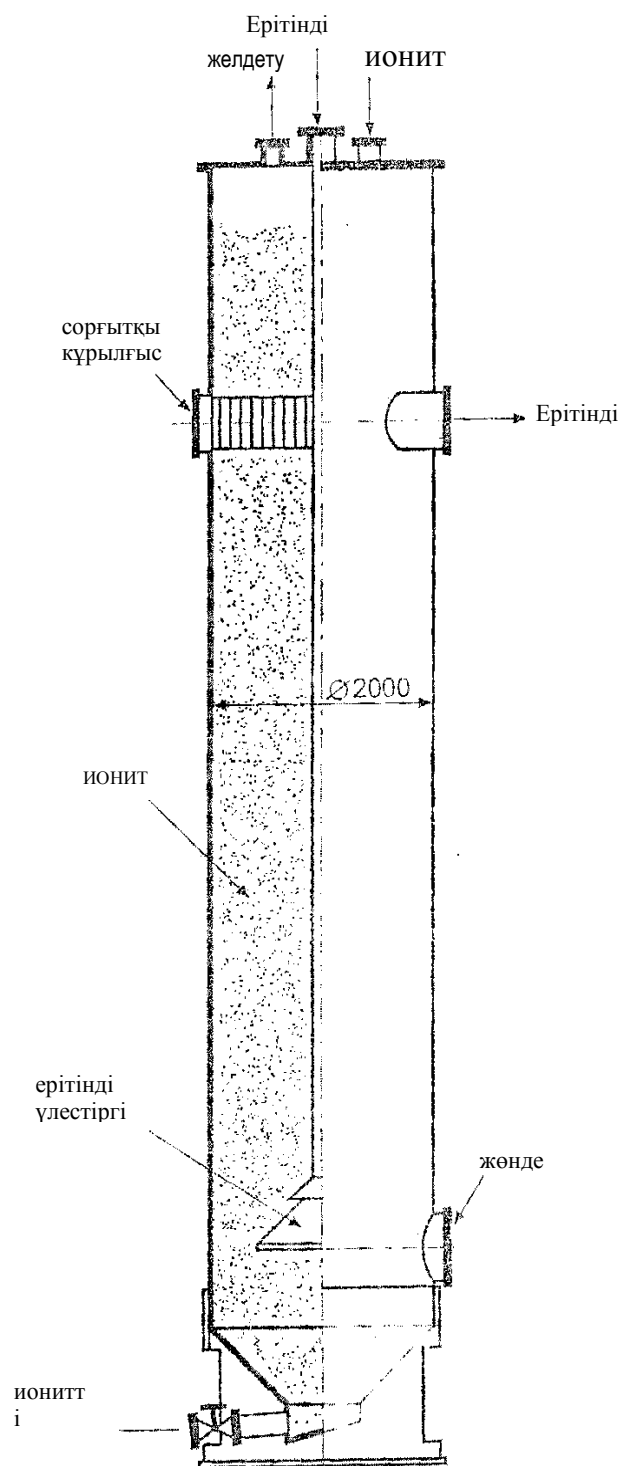
Төменде 2.4-суретте ПИК түріндегі десорбциялық мұнараның құрылғысы көрсетілген.

Сорғытқы құрылғының үстінде сусздандырылған ионит қабатының биіктігі ерітінділердің көтеріле ағатын ағынды сүзудің сызықтық жылдамдығынан тәуелді, демек 1-2м құрайды сүзу жылдамдығы 6-10м/сағат болғанда.

Жұмыс үрдісінде десорбциялық мұнарада ерітінділердің төменнен жоғары қарай сүзу және иониттің жоғарыдан төмен орын алмастыру ионит пен ерітіндінің қарсы ағынын қамтамасыз етеді. Сонымен бірге, фазалар қозғалысының бағыты бойынша ерітінділердегі уран концентрациясы өседі, ал ионитте – операция аяқталғаннан кейін ең көп ең аз мәндеріне сәйкестігіне жете отыра төмендейді.

Нитратты десорбциялаудың технологиялы үрдісімен басқару алгоритмінің негізгі көрсетілген ағындарда нитрат иондары бойынша біруақытта балансын сақтай отыра, ионит – ерітінді ағындарындағы уранның балансы салынуы керек.

Ион алмастырғыш шайырды денитрациялау үрдісін басқару негізі осы ағындардағы сульфат-иондар бойынша бір мезгілде балансыныңда сақталуы кезінде ионит ерітінді ағындарындағы нитрат-иондардың балансы болу керек.



2.4 Суретте- ПИК түріндегі десорбциялық мұнаның құрылғысы



### 2.3.2 Сорбция – десорбциялық контурдың СДК – 1500 құрылғысы және жұмыс істеу принципі

СДК – 1500 мұнараларының жұмыс үрдісінде ионалмастырғыш шайыр мына үрдістарге сәйкес (шайырдың қозғалысы бойынша) тізбектелген бірқатар аймақтардан өтеді:

- толықтыра қанықтыру 1 – өнімді ерітіндінің және десорбаттың бөлігінен уранды сорбциялау;
- толықтыра қанықтыру 2 – тауарлы десорбаттың бір бөлігінен уранды десорбциялау;
- шайырдан уранды нитартты десорбциялау;
- бастапқы десорбциялаушы ерітіндіден шаю.

СДК-1500-мұнараларындағы сәйкестірілген аймақтарының орналасуы 2.5-суретте көрсетілген.

СДК-1500 мұнарасының жұмысы барысында сорбция уранмен қаныққан шайыр толықтыра қанықтыру аймағына 1 түседі, мұнда өнімді ерітіндіден және тауарлы десорбаттың бір бөлігінен уранды сорбциялау есебінен оны қосымша қанықтыру жүреді.

Толықтыра қанықтыру аймағы 1 шайырдың сыйымдылығының өсуіне, десорбаттағы уранның концентрациясын жоғарылатуға және бұларға сәйкес оның тауар бөлігіне деген шығымын азайтуға мүмкіндік береді.

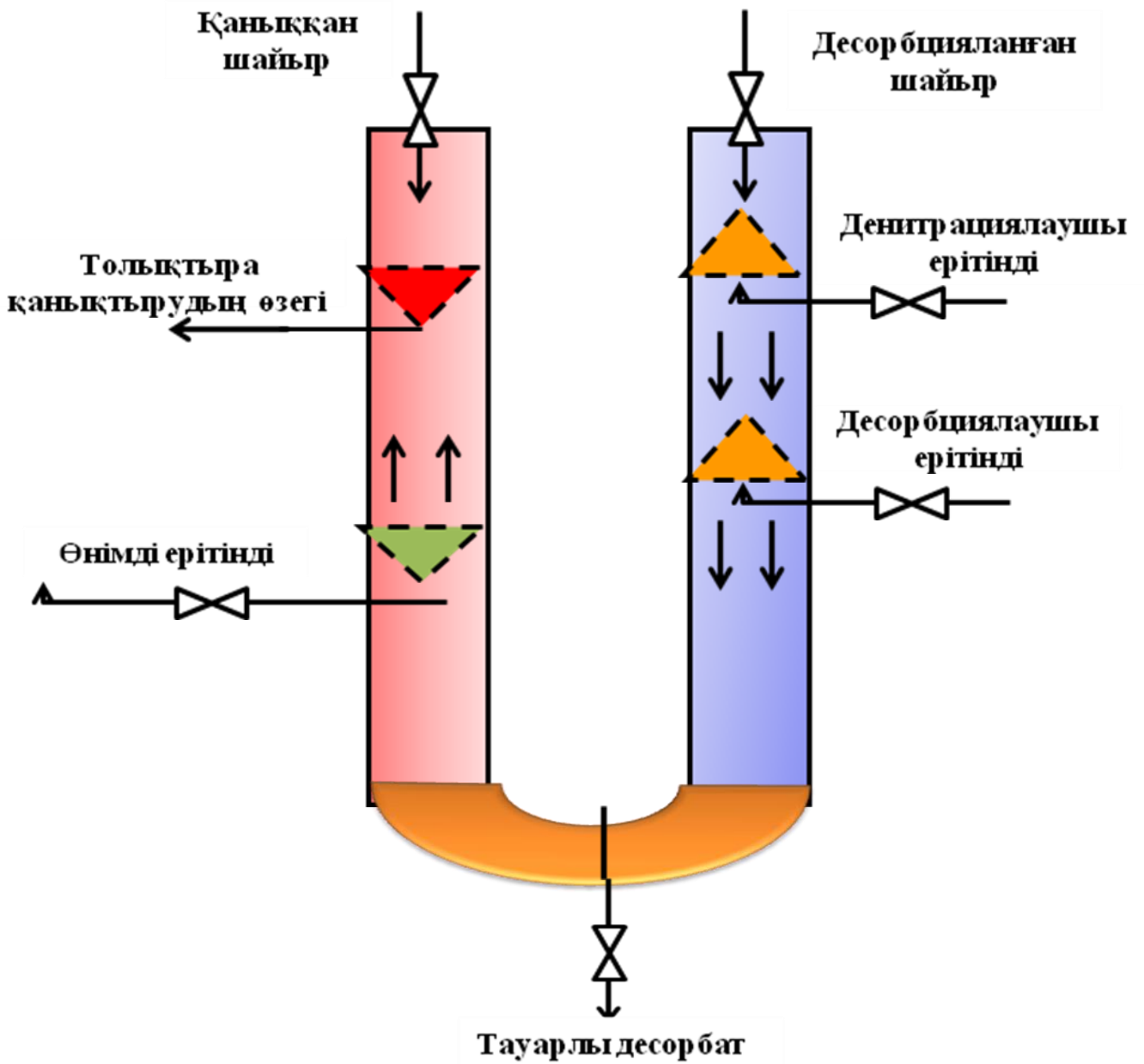
Толықтыра қанықтыру аймағының 1 кейін шайыр өтпелі аймақ болып саналатын толықтыра қанықтыру аймағының 2 өтеді. Құрылымды бұл аймаққа аппараттың төменгі тороидты бөлігі сәйкес. Бұл нүктеден тауарлы десорбаттың шығарылуы жүзеге асырылады.

Мұнара бойынша шайыр ары қарай жылжу үрдісінде тізбектеліп нитратты десорбциялау және оны бастапқы десорбциялаушы ерітінділерден денитрарациялық ерітіндімен шаю жүзеге асырылады. 2.5 – суретте СДК - 1500 мұнарасын жұмыс аймағы көрсетілген.

СДК-1500 мұнара, сорбенттің қозғалмайтын қабаты арқылы ерітінділерді сүзу циклінің барлық аппарат бойынша бір уақытта жүзеге асырылатын қысқа уақыттық қозғалысының циклімен алмастырғанда, үздіксіз кезекті жұмыс істейді.

Сорбенттің орын ауыстыру жиілігі сағатына 5-10 рет, сорбенттің қозғалу циклінің жиынтық уақыты мұнараның жұмыс істеу жалпы уақытының 10-15%-н құрайды. Сорбенттің қозғалыс режимі қабаттың тығыздылығын және тұтастығын және тұтастығын бұзбайтын поршенді. Қозғалыс тәсілі гидравликалық. Аппараттың жұмысы толығымен автоматтандырылған.

Мұнараның жұмысын басқару автоматтық қақпашалар көмегімен жүзеге асырылады, Жұмыстың реті тәртібі уақыт релесінің бағдармасы негізінде анықталған.



- Толықтыра қанықтыру 1 аймағы
- Толықтыра қанықтыру 2 аймағы
- Десорбция аймағы
- Шаю аймағы

2.5 Сурет- СДК- 1500 мұнарасын жұмыс аймағының орналасу сұлбасы

Сорбенттің арынды шанағының астында толықтыра қанықтыру 1-аймағының жоғарғы бөлігінде орналасқан мұнараның лүпіл-камерасына ашылатын қақпақшалар арқылы түсіргіш шанаққа түсетін ерітінді мен сорбентті жылжытатын сығылған ауа беріледі. Түсірілетін сорбенттің мөлшері жабық кезінде шанақтың сорғытқы торымен белгіленеді.

Сорбенттің қозғалу циклінің ұзақтығы, негізінен қақпақшалардың тез әрекеттерімен анықталады. Бұл жағдайда ең жақсысы пневмоцилиндерден келетін жетекті қақпақшалар болып есептеледі.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындылай келе бұл жобада «Инкай» кен орнының өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десорбатын алудың технологиясын қарастырдық. Уранның тауарлы десорбатын алу кезіндегі біз жылына өнімді ерітіндіден 600 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 дасалынған. Бұл технологияны іске асыру үшін біз лдын ала экономикалық, еңбек қорғау құрылыс шешімдер және металлургиялық шешімдер мен шығындар, бөлімдері орындалған.

Цехта 65 жұмысшы 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 жұмсалы қажет. Ал шығынды ақтау үшін шамамен 1,79 жылдай уақыт ішінде ақтауға толық мүмкіндік бар.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Шевченко В.Б., Судариков. Технология урана. – М.: Атомиздат, 1961. (17-28).
- 2 Галкин, Судариков Б.Н, У.Д.Верятин. Технология урана. – М.: Атомиздат, 1964. (25-30).
- 3 Стерлин Я.М. Metallургия урана. Под.ред. А.А. Вольского. – М.: Атомиздат, 1962. (44-47)
- 4 Атомная наука и техника в СССР . – М.: Атомиздат, 1977. (19-22).
- 5 Комплексные соединения урана Под.ред. И.И.Черняева . – М.: «Наука», 1969. (78-90).
- 6 Харлингтов Ч., Рюэле А. Технология производства урана. Пер.с англ. Под.ред А.С. Займовского и Г.А. Зверева . – М.: Атомиздат, 1961. (110-122).
- 7 Нормы радиационной безопасности (НРБ-76) . – М.: Атомиздат, 1978.
- 8 В.В.Громов. Уранның химиялық технологиясына кіріспе . – М.: Атомиздат, 1978. (35-40).
- 9 Жерасты шаймалау әдістерімен уран өндіру. / В.А.Мамилов ред. – М.: Атомиздат, 1980. (55-80).
- 10 Бугенов Е.С. Василевский О.В. Табиғи уранның химиялық концентраттарын алудың физика-химиялық негіздері және технологиясы. - Алматы.: 2007. (88-95).
- 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. (177-180).
- 12 Өмір тіршілік қауіпсіздігі: Оқулық, қажетті мәліметтерді аударған және оқулықты құрастырған С. Апарбеков. – Алматы, 2004. (72-83).
- 13 К.А Мусин. Еңбекті қорғау. – Алматы.: «ҚазҰТУ», 1995. (15-20).
- 14 Өтепов Е.Б, Тожин Ж.Т. Еңбекті қорғау. Лабораториялық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқау. – Алматы.: «ҚазҰТУ» 2003 (22-35).
- 15 Ғимараттар мен имираттардың өрт қауіпсіздігі. ҚР ҚНЖЕ. 2.02.-05-2002. Ресми басылым. – Астана , 2003 (35-44).
- 16 Жасанды және табиғи жарықтандыру. ҚР ҚНЖЕ. 2.04.-05-2002. Ресми басылым. – Астана , 2002 (55-80).
- 17 Жылыту, желдету және ауа баптау. ҚР ҚНЖЕ. 4.02.-05-2002. Ресми басылым. – Астана , 2002. (77-85).
- 18 Сумен жабдықтау. Сыртқы тораптар және имираттар. ҚР ҚНЖЕ. 4.01.-05-2002. Ресми басылым. – Астана , 2002.(95-111).
- 19 Амелин А.Г и др. Основы автоматизации производства серной кислоты контактным методом.- М.: Госхимиздат, 1961. (36-45).
- 20 Погостин С.З. Экономика и организация химического производства. – М.: Госхимиздат, 1975.(22-25).
- 21 Молдахметов З.М және т.б. Экология негіздері. – Қарағанды.: 2002.
- 22 Никоноров А.М, Хоружая Т.А. Экология. – М.: 1999. (88-95).

## А қосымшасы

### А Металлургиялық шешімдер

Өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десорбатын алу кезіндегі ең алдымен уранның рационалдық құрамын есептеу керек. 3.1-кестеде өнімді ерітінділердің мөлшерлік құрамы көрсетілген.

#### А.1 Кесте – Өнімді ерітінділердің мөлшерлік құрамы

Компоненттердің аталуы														
Элементтер	U	Fe <sub>ж</sub>	Ca	Mg	Al	Si	Sc	Re	Na	Cl	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	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<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ерітінді, [UO<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>], Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, FeSO<sub>4</sub>, FeCl<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub>; Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, AlCl<sub>3</sub>; H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, SiCl<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaCl; HReO<sub>4</sub>; Sc<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub>  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ерітінді;

[UO<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>] – 100%;

Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> - 12%, FeSO<sub>4</sub> – 86,9%, FeCl<sub>2</sub> – 0,8%, FeCl<sub>3</sub> – 0,3% ;

Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> – 98,5%, AlCl<sub>3</sub> – 1,5%;

H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> – 97,9%, SiCl<sub>4</sub> – 2,1%;

MgCl<sub>2</sub> – 1,4%, MgSO<sub>4</sub> – 98,6%;

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 99,2%, NaCl – 0,8%

HReO<sub>4</sub> – 100%, Sc<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> – 100%;

CaSO<sub>4</sub> – 98,9%, CaCl<sub>2</sub> – 1,1%:

## А қосымшасының жалғасы

### А.1 Уранның тауарлы десорбаттың рационалдық құрамын есептеу

1.  $U = 0.2\%$ ,

a)  $[UO_2(SO_4)_3] = \text{м.с. } 238 + 32 + 96,3 + 192 = 558,2 ;$

$0,2 - 238$

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

b)  $0,47 - 558,2$

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

c)  $0,47 - 558,2$

$x_s - 96,2 \quad x_s = 0,08$

d)  $0,47 - 558,2$

$x_{O_2} - 192 \quad x_{O_2} = 0,16$

2.  $Fe_{ж} = 4.5\%$

$\text{M.C.} = Fe_2(SO_4)_3 = 111,7$

a)  $4,5 - 100\%$

$x - 12\% \quad x = 0,54$

b)  $0,54 - 111,7$

$x_s - 96 \quad x_s = 0,464$

c)  $0,54 - 111,7$

$x_{O_4} - 192 \quad x_{O_4} = 0,928$

3.  $FeSO_4 = 86,90\%$

a)  $4,5 - 100\%$

$x - 86,9\% \quad x = 3,9105$

b)  $55,85 - 3,9105$

$32 - x_s \quad x_s = 2,24$

c)  $55,85 - 3,9501$

$64 - x_{O_4} \quad x_{O_4} = 4,48 \text{ кг}$

4.  $FeCl_2 = 0,8\%$

a)  $4,5 - 100\%$

$70,90 - x_{Cl} \quad x_{Cl} = 0,0457$

c)  $55,85 - 0,036$

$70,90 - x_{Cl} \quad x_{Cl} = 0,0457$

b)  $55,85 - 0,036$

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

5.  $FeCl_3 = 0,3\%$

a)  $4,5 - 100\%$

$x_{Fe} - 0,3\% \quad x_{Fe} = 0,0135$

b)  $55,85 - 0,0135\%$

$106,35 - x_{Cl} \quad x_{Cl} = 0,0257$

## А қосымшасының жалғасы

6. Al = 1,3%

M.C.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 53,962$      $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 98,5\%$

a) 1,3 – 100%

$$x_{\text{Al}_2} = 98,5\% \quad x_{\text{Al}_2} = 1,2805$$

b) 1,2805 – 53,962

$$x_{\text{S}} = 96 \quad x_{\text{S}} = 2,278$$

c) 1,2805 – 53,962

$$x_{\text{O}_{12}} = 192 \quad x_{\text{O}_{12}} = 4,556$$

7. M.C  $\text{AlCl}_3 = 26,981$

a) 1.3 – 100%

$$x_{\text{Al}} = 1.5\% \quad x_{\text{Al}} = 0.0195$$

b) 0.0195 – 26.981

$$x_{\text{Cl}_3} = 106.35 \quad x_{\text{Cl}_3} = 0,0768$$

8.  $\text{H}_2\text{SiO}_3 = 97.9\%$      $\text{Si} = 0.4\%$

M.C  $\text{H}_2\text{SiO}_3 = 28.085$

a) 0.4 – 100%

$$x_{\text{Si}} = 97.9\% \quad x_{\text{Si}} = 0.3916$$

b) 0.3916 – 28.085

$$x_{\text{H}_2} = 2 \quad x_{\text{H}_2} = 0.0278$$

c) 0.3916 – 28.085

$$x_{\text{O}_3} = 48 \quad x_{\text{O}_3} = 0,66928$$

9.  $\text{SiCl}_4 = 2.1\%$

M.C  $\text{SiCl}_4 = 28.0855$      $\text{Si} = 0.4\%$

a) 0.4 – 100%

$$x_{\text{Si}} = 2.1\% \quad x_{\text{Si}} = 0,0084$$

b) 0.0084 – 28.0855

$$x_{\text{Si}} = 141,812 \quad x_{\text{Si}} = 0,0424$$

10.  $\text{MgSO}_4 = 98.60\%$

M.C  $\text{Mg} = 24.305$

a) 0.60 – 100%

$$x_{\text{Mg}} = 98.60 \quad x_{\text{Mg}} = 0.5916$$

b) 0.5916 – 24.305

$$x_{\text{S}} = 32,066 \quad x_{\text{S}} = 0.7805$$

c) 0.5916 – 24.305

$$x_{\text{O}_4} = 1.5578 \quad x_{\text{O}_4} = 1.5578$$

11.  $\text{MgCl}_2 = 1.4\%$

a) 0.60 – 100%

$$x_{\text{Mg}} = 1.4\% \quad x_{\text{Mg}} = 0.0084$$

b) 0.0084 - 24.305

$$x_{\text{Cl}_2} = 70.96 \quad x_{\text{Cl}_2} = 0.0245$$

12.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 99.2\%$      $\text{Na} = 0.4\%$

M.C  $\text{Na} = 2 * 22.9897 = 45.9794$

a) 0.4 – 100%

$$x_{\text{Na}_2} = 99.2\% \quad x_{\text{Na}_2} = 0.3968$$

b) 0.3968 – 45.9794

$$x_{\text{S}} = 32 \quad x_{\text{S}} = 0.2761$$



## А қосымшасының жалғасы

c)  $0.3968 - 45.9794$

$$x_{O_4} - 64 \quad x_{O_4} - 0.552$$

13.  $\text{NaCl} = 0.8\% \quad \text{Na} = 0.4\%$

a)  $0.4 - 100\%$

$$x_{Na} - 0.8\% \quad x_{Na} - 0.0032$$

b)  $0.0032 - 22.9897$

$$x_{Cl} - 35.453 \quad x_{Cl} - 0.049$$

14.  $\text{HReO}_4 = 100\% \quad \text{Re} = 0.07\%$

M.C  $\text{Re} = 186.206$

a)  $0.07 - 100\%$

$$x_{Re} - 100\% \quad x_{Re} - 0.07$$

b)  $0.07 - 186.206$

$$x_H - 1 \quad x_H - 0.0003759$$

c)  $0.07 - 186.206$

$$x_{O_4} - 64 \quad x_{O_4} - 0,02405$$

15.  $\text{Sc}_2(\text{SO}_4)_3 = 100\% \quad \text{Sc} = 0.05\%$

M.C  $\text{Sc} = 2 * 44.955 = 89.91$

a)  $0.05 - 100\%$

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

b)  $0.05 - 89.91$

$$x_S - 96 \quad x_S - 0.05338$$

c)  $0.05 - 89.91$

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

16.  $\text{CaSO}_4 = 98.9\% \quad \text{Ca} = 0.55\%$

M.C  $\text{Ca} = 40.076$

a)  $0.55 - 100\%$

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

b)  $0.54395 - 40.076$

$$x_S - 32 \quad x_S = 0.434$$

c)  $0.54395 - 40.076$

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

17.  $\text{CaCl}_2 = 1.1\% \quad \text{Ca} = 0.55$

a)  $0.55 - 100\%$

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

b)  $0.00605 - 40.076$

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

Өнімді ерітінділерінің рационалдық құрамы А.2 - кестеде келтірілген

## А қосымшасының жалғасы

А.2 Кесте – Өнімді ерітінділерінің рационалдық құрамы

Химиялық құрамы	Элементтер													Барлығы
	U	Fe <sub>ж</sub>	Ca	Mg	Al	Si	Sc	Re	Na	Cl	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	S	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
UO <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	0.2											0.037	0.08	0,317
Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> )		0,54										0.928	0.46	1,932
FeSO <sub>4</sub>		3,91										4.48	2.24	10,63
FeCl <sub>2</sub>		0.04								0.046				0,0817
FeCl <sub>3</sub>		0.02								0.026				0.0392
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>					1.28							4.556	2.28	8.1145
AlCl <sub>3</sub>					0.02					0.077				0.0963
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>						0.39					0.028	0.669		1.0884
SiCl <sub>4</sub>						0.01				0.042				0.05081
MgCl <sub>2</sub>				0.59						0.025				2.9299
MgSO <sub>4</sub>				0.01								1.56	0.78	0.0329
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>									0.397			0.552	0.2761	1.2248
NaCl									0.003	0.005				0.008134
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>											1.45	46.59	23.29	71.35
HReO <sub>4</sub>								0.07			0.00038	0.024		0.0944
Sc <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>							0.05					0.11	0.053	0.21
CaSO <sub>4</sub>			0.54									0.86	0.434	1.837
CaCl <sub>2</sub>			0.01											0.0071
<i>Барлығы</i>	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

## А қосымшасының жалғасы

### А.2 Технологиялық үрдістердің материалдық баланстарын есептеу

#### А.2.1 Адсорбция үрдісінің материалдық балансын есептеу

##### А.2.1.1 Таралу және ажырату коэффициентін есептеу

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

$$\begin{aligned} 1. \quad U &= 0.2, \quad D_o = 0.2 \text{ гр}; \\ Y_{\text{мл}} &= 1000 \text{ мл} \\ X_{\text{мл}} &= \text{сорбент} - 1 \text{ гр} \end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D_1}{Y} = \frac{0.08}{1000} = 0.0008$$

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

$$\begin{aligned} X &= 60\% \quad X = 0.12 \text{ гр} \\ D_1 &= 0.2 - 0.12 = 0.08 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} 2. \quad Fe &= 4.5 \\ Y_{\text{мл}} &= 1000 \text{ мл} & D_1 &= 4.5 - 0.0675 = 4.4325 \\ D_o &= 4.5 \\ X &= \text{сорбент} - 1 \text{ гр} & 4.5 - 100\% \\ & & X - 1.5 \quad X &= 0.0675 \end{aligned}$$

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

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

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

### А қосымшасының жалғасы

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

Шығымы сорбентке  $\text{Ш} = (\beta - 1)/\beta = (9.78 - 1)/9.78 = 0.89=89\%$

Жалпы  $100 - 89 = 11\%$

1.5 – 100% X – 11% қаныққан ионитте 0.495

3. Ca = 0.55

$Y_{\text{мл}} = 1000\text{мл}$

0.55 – 100%

$D_0 = 0.55 \text{ гр}$

x – 1.5 x = 0.011 гр

$D_1 = 0.55 - 0.011 = 0.539$

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

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

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

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

Шығымы сорбентке  $\text{Ш} = (\beta - 1)/\beta = (7.353 - 1)/7.353 = 0.86=86\%$

Жалпы  $100 - 86 = 14\%$

0.55 – 100%

қаныққан ионитте x = 0.077 ерітіндіде 0.473

4. Mg = 0.6

$Y_{\text{мл}} = 1000\text{мл}$

$D_0 = 0.55 \text{ гр}$

0.6 – 100%

X – сорбент – 1гр

x – 2.5

x = 0.015

$D_1 = 0.6 - 0.015 = 0.585$

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

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

## А қосымшасының жалғасы

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

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

Шығымы сорбентке  $\Pi = (\beta - 1)/\beta = (5.84 - 1)/5.85 = 0.82=82\%$

Жалпы  $100 - 82 = 18\%$

$0.6 - 100\%$

қаныққан ионитте  $x = 0.108$  ерітіндіде  $0.492$

5.

$$Al = 1.3$$

$$Y_{мл} = 1000мл$$

$$D_o = 0.55 \text{ гр}$$

X – сорбент – 1гр

$$D_1 = 1.3 - 0.0195 = 1.2805$$

$$1.3 - 100\%$$

$$x - 1.5 \quad x = 0.0195$$

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

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

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

$$\beta = \text{Ажырату} = \frac{K_U}{K_{Al}} = \frac{150}{15.22} = 9.85$$

Шығымы сорбентке  $\Pi = (\beta - 1)/\beta = (9.85 - 1)/9.85 = 0.89=89\%$

Жалпы  $100 - 89 = 11\%$

$1.3 - 100\%$

қаныққан ионитте  $x = 1.143$  ерітіндіде  $0.157$

6.

$$Si = 0.4$$

$$Y_{мл} = 1000мл$$

$$D_o = 0.4 \text{ гр}$$

X – сорбент – 1гр

$$D_1 = 0.4 - 0.008 = 0.392$$

$$0.4 - 100\%$$

$$x - 2 \quad x = 0.008$$

### А қосымшасының жалғасы

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

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

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

$$\beta = \text{Ажырату} = \frac{K_U}{K_{Si}} = \frac{150}{20.40} = 7.35$$

Шығымы сорбентке  $\text{Ш} = (\beta - 1)/\beta = (7.35 - 1)/7.35 = 0.86=86\%$

Жалпы  $100 - 86 = 14\%$

$0.4 - 100\%$

$x - 14\%$  қаныққан ионитте  $x = 0.056$  ерітіндіде  $0.344$

7.  $S_c = 0.05$

$Y_{мл} = 1000\text{мл}$

$D_o = 0.05 \text{ гр}$

$0.05 - 100\%$

$X - \text{сорбент} - 1\text{гр}$

$x - 2 \quad x = 0.001$

$D_1 = 0.05 - 0.001 = 0.049$

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

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

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

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

Шығымы сорбентке  $\text{Ш} = (\beta - 1)/\beta = (7.35 - 1)/7.35 = 0.86=86\%$

Жалпы  $100 - 86 = 14\%$

$0.05 - 100\%$

қаныққан ионитте  $x = 0.007$  ерітіндіде  $0.043$

## А қосымшасының жалғасы

8.  $Re = 0.07$   
 $Y_{мл} = 1000мл$   
 $D_o = 0.07$  гр  $0.07 - 100\%$   
 $X - \text{сорбент} - 1$  гр  $x - 2.5 \quad x = 0.00175$   
 $D_1 = 0.07 - 0.00175 = 0.06825$

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

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

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

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

Шығымы сорбентке  $\beta = (\beta - 1)/\beta = (8.35 - 1)/8.35 = 0.82 = 82\%$

Жалпы  $100 - 82 = 18\%$

$0.07 - 100\%$

қаныққан ионитте  $x = 0.0126$  ерітіндіде  $0.574$

1.  $Na = 0.4$   
 $Y_{мл} = 1000мл$   
 $D_o = 0.4$  гр  $0.4 - 100\%$   
 $X - \text{сорбент} - 1$  гр  $x - 1 \quad x = 0.004$

$$D_1 = 0.4 - 0.004 = 0.396$$

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

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

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

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

### А қосымшасының жалғасы

Шығымы сорбентке  $\text{Ш} = (\beta - 1)/\beta = (14.85 - 1)/14.85 = 0.93=93\%$

Жалпы  $100 - 93 = 7\%$

$0.4 - 100\%$

қаныққан ионитте  $x = 0.028$  ерітіндіде  $0.372$

А.3 – кестеде таралу және ажырату коэффициенттері компоненттердің компоненттердің шығындары көрсетілген.

А.3 Кесте – Ажырату және таралу коэффициентінің кестесі

Элемент	Мөлшері	Таралу коэфф $K_T$	Ажырату коэфф $\beta$ ,	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 А.4 – кестеде көрсетілген.



А.4 Кесте – Технологиялық үрдістердің толық материалдық балансы

Сорбция		Бұзылған ионит		Ерігінді		Қаныққан ионит		U		Fe <sub>ж</sub>		Ca		Mg		Al		Si		Sc		Re		Na		Cl		H <sub>2</sub>		O <sub>2</sub>		S		Барлығы					
																																				Урдістердің Аталуы		Өңделу өнімдері	
																																				1	2	3	4
0.5		1.0				98.5																																	
0.000985		0.003				0.196																																	
0.2		89				10.8																																	
0.002		4.005				0.493																																	
0.4		86				13.6																																	
0.001		0.473				0.076																																	
0.2		82				17.8																																	
0.003		0.492				0.105																																	
0.3		89				10.7																																	
0.005		0.157				1.138																																	
0.5		86				13.5																																	
0.0004		0.344				0.052																																	
0.5		86				13.5																																	
0.001		0.043				0.006																																	
0.2		82				17.8																																	
0.0004		0.0574				0.0570																																	
0.3		93				6.7																																	
0.003		0.372				0.025																																	
0.15		97.3				2.55																																	
0.000344		0.21				0.0056																																	
0.1		98.1				1.8																																	
0.0014		1.45				0.027																																	
0.2		98.2				1.6																																	
0.13		59.27				0.96																																	
0.3		95.6				4.1																																	
0.09		28.57				1.23																																	
0.19		95.44				4.37																																	

А.4 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	4	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	0.0203	1.0719	0.066	12
97	3	93	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	0.0000326	0.00084	0.00458	22
97.2	2.4	10	90	23
0.0026352	0.0000648	0.0027	0.0243	24
98.2	1.8	98	2	25
0.009236	0.0001692	0.0094	0.0192	26
95.9	4.1	97	3	27
1.14408	0.04898	1.193	0.0369	28
2.883	0.088	2.971	0.398	29

## А қосымшасының жалғасы

Сорбция үрдісі Amberlit IRA – 910 Cl маркалы шайыры аниониттерге 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. А.5 – кестеде сорбция үрдісінің сеппелі балансы көрсетілген

А.5 Кесте – Сорбция үрдісінің материалдық балансы

Келуі			ШЫҒЫМЫ		
Компоненттердің аталуы	Мөлшері		Компоненттердің 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%
<i>Барлығы</i>	<i>101 тн</i>	<i>100%</i>	<i>Барлығы</i>	<i>101 тн</i>	<i>100%</i>

Сорбция үрдісі 3.4 – 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 А.6 – кестеде көрсетілген.

А.6 Кесте – Десорбция үрдісінің материалдық балансы

Келуі			ШЫҒЫМЫ		
Компоненттердің аталуы	Мөлшері		Компоненттердің 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
<i>Барлығы</i>	<i>26.1</i>	<i>100%</i>	<i>Барлығы</i>	<i>26.1</i>	<i>100%</i>

Десорбция үрдісінің материалдық шығыны А.6 – 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 А.6 – кестеде келтірілген.

## А.7 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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3.248		ерітінді	24.286	93.5
с:к = 3:1 H <sub>2</sub> O	10.24				
<i>Барлығы</i>	<i>25.984</i>	<i>100%</i>	<i>Барлығы</i>	<i>25.984</i>	<i>100%</i>

### А.2.1.2 Адсорбер қондырғысын есептеу

Амберлиттің мөлшерін, оның қабат биіктілігі, және адсорбердің диаметрін анықтау. Өнімділік ерітіндінің шығыны 105,1 м<sup>3</sup>сағ.

Бастапқы уранның концентрациясы  $C_0 = 0,026$  кг/м<sup>3</sup>. 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<sup>3</sup>

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:

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

## **Б қосымшасы**

### **Б Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі**

#### **Б.1 Ұйымдық- құқықтық аспектілері**

Осы бөлім келесі ұйымдық- құқықтық негіздерді ескере отырып жазылған:

- ҚР Еңбек кодексі 15 мамыр 2007 жылғы;
- 22.11.96 жылғы өрт қауіпсіздігі туралы заңы;
- қауіпті өндірістік объектілердегі өндіріс туралы заңы 3.04.02 жыл;
- радиациялық қауіпсіздік туралы заңы 23.04.98 ж;
- өндірістік объектілерде дабылдық түстерге, нүктелерге және қауіпсіздік белгілеріне қойылатын талаптар;
  - металлургиялық өндірістегі процестердің қауіпсіздігіне қойылатын талаптар;
  - Қысым арқылы жұмыс істейтін жабдықтардың қауіпсіздігіне қойылатын талаптар;
  - Жұмыскерлерді арнайы аяқ киіммен, басқа жеке қорғаныс және ұжымдық қорғаныс құралдарымен, санитарлық тұрмыстық ғимараттармен, құрылғылармен жұмыскердің есебінен қамтамасыз ету ережесі 31 шілде 2007 жыл.

Қауіпсіз және қалыпты еңбек жағдайын қалыптыстыру өндірістегі мемлекеттік маңызды іс болып табылады. Қазақстан Республикасындағы Еңбекті қорғау ҚР конституциясымен кепілдендірілген еліміздің басты заңы, 29 –статья «ҚР азаматтарының денсаулығын қорғауға құқығы бар».

Металлургия жұмыстарын қауіпсіз жүргізу тәсілдеріне үйрету олардың кәсіби дайындығымен жүзеге асырылады. Оларды жеке оқыту арқылы дайындайды (немесе бригадамен), сонымен бірге металлургия ұйымдардағы курстармен дайындалады.

Қызметкерлерді оқыту мен дайындау еңбек қорғау облысындағы бекітілген тәртіппен нормативті-құқықтық актілермен орындалады.

#### **Б.2 Өндірістік қауіпті және зиянды факторларды талдау**

Өндірісте адамдардың жабдықтармен және материалдармен байланысы, технологиялық үрдістің бұзылуы, қызмет көрсету қажеттіліктерінің болуы салдарынан төтенше жағдайлар болуы мүмкін.

- уран диоксидін алу шикізатына уран гексафториді жатады. Оның құрамында адам ағзасының жүйке жүйесіне зиянды әсер ететін әртүрлі металдар мен олардың қосылыстары бар.  $UO_2$  алу өндірісінің қызметшілерінде сүйектеріндегі, тіс, жүйке және асқазан, жүрек аурулары, сонымен қатар әлсіздік байқалған.  $UF_6$  өндірку кезінде улы газдар бөлінеді.

## Б қосымшасының жалғасы

Олар ағзаның демалу және көз мүшелеріне қауіпті әсер етеді. Созылмалы улану кезінде жүрек айыну, бастың айналу, жөтел байқалып, адамның беті мен қабағы іседі.

- Экстракция ауданында таза керосин және үшбутелфосфат (ҮБФ), жалпы улану әсерін тигізетін ( $ШРК_{\text{керос}} = 100 \text{ мг/м}^3$ ,  $ШРК_{\text{ҮБФ}} = 30 \text{ мг/м}^3$ ) газдар қолданылады.

- Цехта ылғалдылығы жоғары (80% төмен) аудандар кездеседі. Бұл гидрометаллургиялық үрдістер мен жоғары температураның (реактор аймағында 30 – 35° С) қолданылуымен байланысты.

- Цехта құбыр арқылы ыстық ерітінділерді айдау жүргізіледі.

- Қозғалмалы жабдықтар мен мезанизмдердің әсерінен қауіптілік туады. Жабдықтардың барлық қозғалмалы бөлшектер оқшауланады. Оларға реагенттерді тасымалдағыш сұйықтықтар және пульпаны араластырғыштар, желдеткіш және басқа механизмдердің ременді және тісті берілістер жатады.

Б.1 Кесте – Жұмыс алаңының ауасындағы зиянды заттардың шекті - шоғырлану концентрациялары (ШРК)

Атауы	ШРК мөлшері, мг/м <sup>3</sup>	Агрегаттық күйі	Қауіптілік проем
Уран ерімейтін қосылыс	0,075	A	I
Уран еритін қосылыс	0,015	A	I

Өндірісте жақсы еңбек жағдайын тудыруда микроклиматтың алатын орны зор. Микроклимат деп - өндіріс кеңістігі ішіндегі метеорологиялық факторлардың физикалық көрсеткіштерінің жиынтығын айтады. Метеорологиялық факторларға ауа температурасы, ылғалдылық, ауаның қозғалу жылдамдығы көрсеткіштері жатады.

Жобада вентиляциялық және аспирациялық жүйелерді орнату қарастырылған, және де зиянды булар мен аэрозольдер көп жиналатын жерлерде автоматты жұмыс істейтін анализаторлар бар.

Қолданылған шаралар өндіріс үрдісі кезіндегі газдардың жиналуын төмендетеді. Барлық негізгі вентиляциялық және аспирациялық қондырғылар жұмыс уақытында үздіксіз жұмыс істеп тұрады. өндіріс бөлімі мен жұмыс орны аймағындағы температура жұмыс жағдайы жеңіл болса +20 – 24° С, ал жұмыс жағдайы ауыр болғанда (реагенттерді дайындау бөлімінде) 17 – 22° С болады.

## Б қосымшасының жалғасы

Б.2 Кесте – Электр тоқтың әсер ету мәні бер

Кернеу, В	Негізгі құралдар	Қосымша құралдар
1000 дейін	Диэлектрлі қолбақ, оқшаулайтын тұтқашы бар құрылғы, кернеу көрсеткіштері	Диэлектрлік етік, резеңкелі төсем, оқшаулайтын тіреуіш
1000 жоғары	Оперативті және өлшеуіш штангалар, оқшаулайтын және дәл өлшетін клещтер, кернеу көрсеткіштері, оқшаулайтын құрылғылар және жөндеу жұмыстарына арналған құралдар (оқшауланған баспалдақтар, алаңдар, т.б)	Диэлектрлік етік, резеңкелі төсем, оқшаулайтын тіреуіш

Бұл жерде шу мен дірілді азайтудағы негізгі іс – шаралар жабдық түбіне дірілді азайтатын қондырғыларды орнату, дыбыс төмендететін материалдарды қолдану болып табылады.

Шу мен дірілдің мөлшерін азайтуда массивті дыбыс өткізбейтін конструкциялар қондыру, терезе мен есіктердің қуыстарын тығындау, қоршау конструкцияларының инженерлік коммуникациялармен қосылған жерлерінде дыбыстан қорғау шараларын ұйымдастыру жұмыстарын жасау керек.

Шу мен дірілден қорғау іс шараларын ұйымдастыру.

- жұмыс орнынан алшақ орналасқан ғимараттың жеке қоршалған бөлмелерінде желдеткіш агрегаттарын орнату;

- жел кедергілігін (4 – 8 м/с) азайту үшін магистральді ауа өткізгіштерде орташа жылдамдық бойынша ауа өткізгіштер диаметрін таңдау;

- ауа өткізгіштер мен желдету агрегаттарының қосылған жерлерінде өткізгіштер мен ілгіш ұстатқыштарды қолдану керек;

- желдету агрегаттарын дірілден сақтау үшін серіппелі амортизаторлар – виброизометорды қолдану керек. Виброизометорды орнатпастан бұрын, желдету агрегатын металдық қаңқаға отырғызады;

- насостар мен химиялық жабдықтарды монтаждау кезінде прокладкалысыз әдіс қолданып, винтерорнатылады.

Компрессорлар тұратын жерде дыбыстық қысым 85 дБ асады, сондықтан үрдісті қашықтықта басқарған жөн; Жұмысшылар құлақты қорғайтын шлемдермен қамтамасыз етілуі керек.

## Б қосымшасының жалғасы

Оның қауіптілігі – адамның дене мүшелері зақымданғанда оның сезбеуі. Оның әсері біраз уақыт өткен соң байқалады. Адам денесіндегі қалыпты биохимиялық және зат алмасу процестері бұзылады. Бұл өзгерістер қалыпқа келетін және қалыпқа келмейтін болып бөлінеді. Сіңірілген доза мөлшері, сәулеленудің ұзақтылығына байланысты.

### Б.3 Кесте – Сәулеленудің түрлері [11]

Сәулелендірудің түрлері	Сіңіру қабілеті	1 см ион буының сәулеленудің сызықтық тығыздығы
Альфа	Бірнеше сантиметр	Бірнеше ондық мың
Бета		Шамамен 100
Гамма	Бірнеше ондық метр	Бірнеше

Ең үлкен сіңіру қабілеті нейтронды сәулеленуде болады. Сәулеленудің сызықтық тығыздығы әртүрлі болғандықтан, биологиялық әсер тұрғысынан сәулелену түрлері әртүрлі болып келеді.

### Б.4 Кесте – Жұмысшылардың сыртқы және ішкі сәулеленуде шектік мөлшерлері [11]

Сыни мүшелер немесе тінілер группасы	Сыни мүшелер немесе тінілер	Ш.Б.М жұмысшылар (А категориясы ) бэр	
		Тоқсан ішінде	Жыл ішінде
I	Бүкіл дене, қызыл ми	3*	5**
II	Кез-келген жеке мүше (бірақ группалардан емес)	8	15
III	Сүйектің тіні, бүкіл дене терісі және т.б.	15	30
IV	Білек, тобықтар, аяқ басылары	40	75

\* 30 жасқа дейінгі әйелдерден басқа

\* Эффиктивті энергияны 15-25 КэВ болатын рентгенде сәулеленумен адамның сыртқы келбетіне әсер ету экспозиционды мөлшері: А категориясы адамдардың бүкілденесі және қызыл ми сүйегі үшін 15 БЭР/жыл, Б категориялы үшін 0,5 БЭР/жыл.



## Б қосымшасының жалғасы

Адамның дене мүшелері 25 – 30 жас аралығында сәулеленуге тұрақты. Егер адамның жүйке жүйесі және ішкі мүшелері ауру немесе әлсіз болса, онда сәулеленуге қарсы тұруы азаяды.

Дезактивация (радиоактивты ластанудан тазалау. Ол жұмысшылардың еңбек қорғаумен жергілікті халықты радиоактивты заттардың әсерінен қорғайды. Радиоактивты заттармен істейтін ғимараттарда ылғалды тазалау күнде жүргізіледі. Кем дегенде айына бір рет радиоактивты ластанудан жалпы толық тазалау жүргізіледі. Егер ғимараттар радиоактивты ластанса, онда міндетті түрде дезактивация жасау керек. Оның ең қарапайым түрі – шаю (су немесе бұмен)). Оның бірнеше түрі бар: механикалық, физикалық, химиялық, биологиялық және тағы басқа. Өндірісте көбінесе дезактивацияның 2 немесе 3 – 4 түрін пайдаланады. Оның жүргізу тиімділігін дозиметрлік бақылаудан соң көруге болады.

Жобаланып отырған цех ҚР ҚНЖЕ 12.1.04 - 2002 өрт қауіпсіздігі бойынша «В» категориялы өндіріске жатады. Ғимараттың отқа төзімділігі I дәрежеге сәйкес келеді, өйткені барлық қабырғалар жанбайтын материал – кірпіштер және бетондардан қаланған.

Уран диоксид өндірісте өрт бойынша қауіпті аудандарға экстракциялық бөлім жатады. Бұл бөлмеде реагенттер ретінде меншікті мөлшері 0,78 кг/см<sup>2</sup> және жарқырау температурасы +28° С тең көмірсутек қоспасы түрінде болатын керосин қолданылады.

Жобаланып отырған цехта өрт қауіпі төмендегі себептерінің салдарынан болуы мүмкін:

- экстрактор қозғалтқыштар байланысында кедергісінің жоғарлауы нәтижесінде цехтың кернеу мәндерінің жоғарылауы;
  - әлсіз байланыс әсерінен электрөткізгіштердің қызып кетуі.
- Цехта өрттің алдын алу мақсатымен қарастырылатын шаралар:
- темекіні белгімен көрсетілген арнайы жерлерде ғана шегуге рұқсат;
    - тұрмыстық бөлмелерде, коридорлар, қызмет көрсету бөлмелерде ОХП, ОЦ – 5 қолды көбікті өрт сөндіргіш ОП – 5 қатты және әртүрлі жанатын заттарды сөндіру үшін арналған өртсөндіргіштері орналасады;
    - тез жанғыш материалдар және сұйықтықтар (керосин, т.б) орналасқан қоймалар қойма ғимаратының ішінде арнайы жеке орналасады. Керосин арнайы ыдыста сақталып, «Өрт қауіпті» жазуымен көрсетіледі. Қойманы цехтан 100 м қашықтықта орналастыру қарастырылады.

Цехта отынды арнайы бөлмелерде арнайы ыдыстарды бір тәуліктік қажет мөлшерінен көп емес мөлшерде сақтайды.

Өрт қауіпі туған жағдайда белгі беру жүйесі және төтенше жағдайда жұмыс орындарынан 50 м қашықтықта орналасқан шығу жолдары қарастырылады.

- өрт жағдайында адамдарды жылдам шығару жоспары құрылып, көрінетін жерге ілінеді.

## Б қосымшасының жалғасы

Б.5 – кесте – Жобаланып отырған өнеркәсіптің өрт бойынша категориясы

Өндіріс сипаттамасы	Өндіріс категориясы	Өндірістегі заттардың сипаттамасы
Өртке қауіпті	В	Жану температурасы $61^{\circ}\text{C}$ сұйықтықтар, сумен, оттегімен немесе бір – бірімен әрекеттескенде жанатын заттар

### Б.3 Өртке қарсы шаралар

Ғимараттардағы және құрылыстардағы құрылыс материалдары жанбайтын немесе қиын жанатын болып таңдалады.

Өндіріс орнының территориясында әрқайсысы  $200\text{м}^3$  болатын екі резервуары бар өртке қарсы сорап бөлімі қарастырылған. Одан басқа құрамын- да ОПШ-9 и ОП-8у өртсөндіргіші, құмы бар жәшігі, шелегі, брезенті бар өртке қарсы қалқан қарастырылған.

Жанармай қоймасы негізгі ғимараттар мен құрылыстардан кемінде 25м жерде орналасады. Жанармай әрқайсысы  $25\text{м}^3$  болатын бес болат резервуарда жерастында сақталады. Миникотельныйге арналған жанармай қоймасы сыйымдылығы  $2 \times 3\text{м}^3$  болатын қоймаларда ең кемі 15 м жер астында орналасады. Ішкі автожолдар өрт машинасының оңай кіріп-шығуын қамтамасыз ететіндей етіп жасалынады. Автокөліктер үшін оңтүстік пен батыстан өндіріс орындарына кіруге арналған екі жол қарастырылған. Олар өртсөндіру мақсатында қолданыла алады.

10м-ден жоғары ғимараттарда 1:1 көлбеу маршрутмен өрт баспалдақтары қарастырылған, тік түскен жазықтықтарда тік баспалдақтар. Есіктердің ені 900мм, биіктігі 1,9м.

Эвакуациялық шығыстар СНиП РК № 2.02-01-2000-ға сай өрт қауіпсіздігі талаптары бойынша қарастырылған.

## В қосымшасы

### В Экономикалық бөлім

В.1 Кесте - Тауарлы уран десорбат өндіру цехінің материалдық шығын

Технологиялық өңдеу	Шығынға кеткен өнімдер	Өлш. бірл	Бірлік құны	Өлш. бірл.	Бөлінген шығын	Құны, тг/кг
1	2	3	4	5	6	7
Сорбция	Қаныққан Ионит	тг/тн	1200	Тн	170,94	205128
	Аналық ерітінді	тг/тн	3548	Тн	3130,596	11107354,6
	Бұзылған ионит	тг/тн	2541	Тн	11,26	28611,66
	Амберлит	тг/тн	12160	Тн	32,8	398848
	Эл.энергия	тг/кВт-сағ	11,40	кВт-сағ	470,32	5361,648
	<i>Барлығы</i>					
Десорбция	Қаныққан Ионит	тг/тн	1200	Тн	170,94	205128
	Пайдаланылған Ионит	тг/тн	1045	Тн	212,82	222396,9
	Тауарлы десорбат	тг/тн	100000	Тн	641,87	77666270
	HNO <sub>3</sub> ерітінді	тг/тн	15000	Тн	683,76	10256400
	Эл.энергия	тг/кВт-сағ	11,4	кВт-сағ	212,40	2421,36
	<i>Барлығы</i>					

## В қосымшасының жалғасы

### В.1 Кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
Денитрация	Пайдаланылған амберлит	тг/тн	1045	Тн	212,82	222396,9
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ерітінді	тг/тн	2584	Тн	106,41	274963,44
	с:қ=3:1 H <sub>2</sub> O	тг/тн	2500	Тн	319,23	798075
	Тазартылған ионит	тг/тн	585	Тн	55,33	32368,05
<i>Барлығы</i>						<i>1327803,39</i>
<i>Жалпы цехтің материалдық балансы шығыны</i>						<i>101425723,6</i>

### В.1 Есептің өзіндік құны, пайдасы, басқа да экономикалық көрсеткіштері

### В.2 Кесте- 600т тауарлы уран десорбаттың өндірісінің өзіндік құны калькуляциясы

Шығын бабы	Бір 1т өнімге кеткен шығын			Барлық шыққан өнімге кеткен шығын (500т/ж)	
	Саны	Бағасы	Соммасы тг	Саны	Бағасы
<i>1</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>Материалдық баланс шығыны</i>			<i>202851,4</i>		<i>101425723,6</i>
Амберлит IRA-910 CI м <sup>3</sup>	1,5	12160	18240	59,84	946048
Өнімді ерітінді м <sup>3</sup>	412	3500	1876000	2523	11480000
<i>Барлығы</i>			<i>1900320</i>		<i>12426048</i>
<i>Энергия шығыны</i>					
Техникалық су м <sup>3</sup>	2,25	2500	562500	450	1125000

## В қосымшасының жалғасы

### В.2 Кестенің жалғасы

1	3	4	5	6	7
Электр кВт энергиясы	6000	11,4	68400	12	136800000
Сығылған ауа м3	110,0	6,08	669,0432	220080	1338086,4
<i>Барлығы</i>			631569		139263086,4
<i>Еңбекақы</i>					
ИТР және ЖУМ қызметшілері			45653,475		91306950
Әлеуметтік салық			5021.88		10043765
<i>Барлығы</i>			50675.355		101350715
Ғимарат амортизациясы тг			65138		130275000
Жабдық амортизациясы тг			15044		30088137
<i>Барлығы</i>			80182		160363137
<i>Толық өнімнің өзіндік құны</i>			2612071		514828710

### В.3 Жобаның жалпы жылдық пайдасын және рентабельділігін есептеу

Жылдық пайданы есептеу үшін мына формуламен есептейміз:

$$Pr = (Ц - C) \cdot Q \quad (B.1)$$

мұндағы:

Ц – жалпы бағасы;

С – өнімнің өзіндік құны;

Q – жылдық өндірістік бағдарлама.

Ц – дегеніміз 1тн тауарлы десорбат уранның бағасы 2800000 тг

С – толық тауарлық өнімнің өзіндік құны 2612071тг

Q – жылдық өндірістік бағдарлама 600 тн тауарлы уран десорбаты 514828710 тг

1 тн тауарлы уран десорбатының пайдасын табамыз

$$Pr = (2800000 - 2612071) \cdot 600 \text{ тн} = 93964500 \text{ теңге}$$

$$Птаза = Pr - Pr \cdot 0.15 = 79869825 \text{ теңге} \quad (B.2)$$

## **В қосымшасының жалғасы**

Цехтің тиімділігін мына формула бойынша анықтаймыз:

$$R = \text{Птаза} / C * 100\% \quad (\text{В.3})$$

$$R = 79869825 / 514828710 * 100\% = 15,5\%$$

$$T = K_{\text{ғимарат}} + K_{\text{жабдық}} / \text{Птаза} \quad (\text{В.4})$$

$$\text{Өтелу мерзімін } T = 130275000 + 13357671 / 79869825 = 1,79 \text{ ЖЫЛ}$$

## Краткий отчет



Университет:	Satbayev University
Название:	«Оңтүстік Инкай» кен орны бойынша өнімділігі жылына 600 тонналақ тауарлық десорбатты өндіріп алу цехын жобалау»
Автор:	Тәңірбергенов Думан Бақтиярұлы
Координатор:	Бағдат Алтайбаев
Дата отчета:	2019-05-12 12:08:01
Коэффициент подобия № 1:	<b>34,7%</b>
Коэффициент подобия № 2:	<b>11,6%</b>
Длина фразы для коэффициента подобия № 2:	<b>25</b>
Количество слов:	4 242
Число знаков:	29 468
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок:	24



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно.

**Количество выделенных слов 16**

>>

**Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные**

№	Название, имя автора или адрес гиперссылки (Название базы данных)	Автор	Количество одинаковых слов
1	Жылына 900 тонна тауарлы десорбат өндіретін ЖШС KATKO өндірісінің технологиялық үрдістерін зерттеу Satbayev University (Г_М_И)	Иманқұлов Нұралы	63
2	Жылына 900 тонна тауарлы десорбат өндіретін ЖШС KATKO өндірісінің технологиялық үрдістерін зерттеу Satbayev University (Г_М_И)	Иманқұлов Нұралы	56
3	Жылына 900 тонна тауарлы десорбат өндіретін ЖШС KATKO өндірісінің технологиялық үрдістерін зерттеу Satbayev University (Г_М_И)	Иманқұлов Нұралы	56
4	Жылына 900 тонна тауарлы десорбат өндіретін ЖШС KATKO өндірісінің технологиялық үрдістерін зерттеу Satbayev University (Г_М_И)	Иманқұлов Нұралы	42
5	Жылына 900 тонна тауарлы десорбат өндіретін ЖШС KATKO өндірісінің технологиялық үрдістерін зерттеу Satbayev University (Г_М_И)	Иманқұлов Нұралы	29

6	URL_ <a href="http://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/cpp/c1_Basics.html">http://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/cpp/c1_Basics.html</a>		29
7	ҚазақмысСмэлтинг ЖШС жағдайындағы мыс сульфидті концентраттарды өңдеу цехын жобалау <i>Satbayev University (Г_М_И)</i>		28
8	URL_ <a href="http://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/cpp/c1_Basics.html">http://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/cpp/c1_Basics.html</a>		28
9	Жылына 900 тонна тауарлы десорбат өндіретін ЖШС КАТКО өндірісінің технологиялық үрдістерін зерттеу <i>Satbayev University (Г_М_И)</i>	Иманқұлов Нұралы	28
10	Жылына 900 тонна тауарлы десорбат өндіретін ЖШС КАТКО өндірісінің технологиялық үрдістерін зерттеу <i>Satbayev University (Г_М_И)</i>	Иманқұлов Нұралы	28

**>> Документы,содержащие подобные фрагменты: Из домашней базы данных**

Документы, выделенные жирным шрифтом, содержат фрагменты потенциального плагиата, то есть превышающие лимит в длине коэффициента подобия № 2

№	Название <i>(Название базы данных)</i>	Автор	Количество одинаковых слов (количество фрагментов)
1	<b>Жылына 900 тонна тауарлы десорбат өндіретін ЖШС КАТКО өндірісінің технологиялық үрдістерін зерттеу</b> <i>Satbayev University (Г_М_И)</i>	Иманқұлов Нұралы	1366 (111)
2	ҚазақмысСмэлтинг ЖШС жағдайындағы мыс сульфидті концентраттарды өңдеу цехын жобалау <i>Satbayev University (Г_М_И)</i>	Женисбеков Аслан	28 (1)
3	Алтын құрамды кенді үйіндіде ерітінділейтін өнімділігі 100 мың тонна құрайтын қондырғыны жобалау <i>Satbayev University (Г_М_И)</i>	Букланов Азамат Құсайынұлы	7 (1)

**>> Документы,содержащие подобные фрагменты: Из внешних баз данных**

Не обнаружено каких-либо заимствований

**>> Документы,содержащие подобные фрагменты: Из интернета**

Документы, выделенные жирным шрифтом, содержат фрагменты потенциального плагиата, то есть превышающие лимит в длине коэффициента подобия № 2

№	Источник гиперссылки	Количество одинаковых слов (количество фрагментов)
1	<b>URL_ <a href="http://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/cpp/c1_Basics.html">http://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/cpp/c1_Basics.html</a></b>	72 (3)