

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоныров атындағы Тау – кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Елтай Еркебулан

Өнімдік уран ерітіндісін өңдейтін (өнімділігі 625 т/жыл) өндіріс орнының
жобасы

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Мамандығы: 5В070900 – Металлургия

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

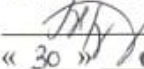
Ө. Байқоныров атындағы Тау – кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазННТУ им.К.И.Сәтбаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байқонұрова

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

МжПҚБ кафедра меңгерушісі
техн. ғыл. канд.

 М.Б. Барменшинова
« 30 » 05 2022 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Өнімдік уран ерітіндісін өңдейтін (өнімділігі 625 т/жыл) өндіріс орнының жобасы»

Мамандығы: 5В070900 – Металлургия

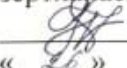
Орындаған



Елтай Е.Б.

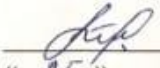
Рецензент:

Техника ғылымдарының кандидаты,
Флотореагенттер және байыту
зертханасының ЖҒК, МжБИ АҚ

 Турысбеков Д.К.
« 26 » 05 2022 ж.

Ғылыми жетекшісі:

PhD докторы, МжПҚБ сениор-
лекторы

 Мамбеталиева А.Р.
« 25 » 05 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

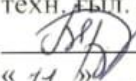
Ө. Байқоныров атындағы Тау – кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

БЕКІТЕМІН

МжПҚБ кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

 М.Б. Барменшинова

« 11 » 01 2022 ж.

ТАПСЫРМА

дипломдық жобаны орындауға

Білім алушы Елтай Еркебулан

Тақырып: «Өнімдік уран ерітіндісін өңдейтін (өнімділігі 625 т/жыл) өндіріс орнының жобасы»

Университет ректорының 2021 жылғы «24» № 489 бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «25» 05 2022 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері:

Өнімділігі жылына 625 т болатын өндіріс орнының ерітіндісін өңдеуді жобалауға арналған

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Кіріспе бөлім

б) Негізгі бөлім

в) Технологиялық бөлім

Графикалық материалдың тізбесі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып): жұмыс презентациясының 13 слайдтары ұсынылды

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

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

2 Мамилов В.А. Добыча урана методом подземного выщелачивания. – М.: Атомиздат 1980.

Дипломдық жобаны дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелер тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескертпе
Кіріспе бөлім	07.01.2022 - 31.01.2022	
Негізгі бөлім	01.02.2022 - 28.02.2022	
Технологиялық бөлім	10.03.2022 - 10.04.2022	

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

Бөлімдердің атаулары	Кеңесшілер, А.Ж.Т. (ғылыми дәрежесі, атағы)	Күні қолы	Қолы
Жобаның технологиялық бөлімі.	Мамбеталиева А.Р. PhD докторы, МжПҚБ сениор-лекторы	25.05.2022	
Норма бақылау	Джуманкулова С.К. PhD докторы	27.05.2022	К.Джуманкулова

Ғылыми жетекші



Мамбеталиева А.Р.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Елтай Е.Б.

Күні

«26» 05 2022 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жобада өнімділігі жылына 625 т уран ерітіндісін өңдейтін өндіріс орнының жобасы қарастырылды.

Кенді жыныстардың геотехнологиялық қасиеттеріне талдау жасалды және осы дипломдық жобада жасалған есептеулер нәтижесінде келесі қорытындыларды жасауға болады:

Технологиялық схема бойынша эксплуатациялау үшін мыналарды орындау қажет: уңғымаларды бурғылау, уңғымаларға қышқылдық ерітінділерді беріп отыру, кенді шаймалау, өнімді ерітінділерді тарту, өнімді ертінділерді құмнан және басқа қоспалардан арылту, оларды табиғи уранның химиялық концентраты «сары кек» алуға бағытталған өнімді ертінділерді қайта өңдеу учаскесіне беру. Жобада «сары кекті» өндіруге бағытталған жер астылық уңғымалық қышқылдау процесінің материалдық балансының есептері, негізгі және көмекші жабдықтарды таңдау мен есептеу келтірілген.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте рассмотрен проект предприятия, выпускающего 625 т урановой продукции в год.

Проведен анализ геотехнологических систем рудных пород и в номере отчета, из которого составлен данный дипломный проект, можно сделать следующие выводы:

Для использования по технологической схеме необходимо выполнить: бурение угрей, подачу прессованных растворов в угли, широкое выщелачивание, вытягивание продуктивных растворов, избавление продуктивных растворов от песка и других включений, их обнаружение, передача продуктивных растворов в процесс переработки, направленный на получение "желтой кек" химических концентратов урана. В проект включены расчеты материального баланса процесса интеллектуальной зимовки зерна земли, ориентированного на производство "желтой кек", выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования.

ANNOTATION

The project of an enterprise producing 625 tons of uranium products per year was considered.

The analysis of geotechnological systems of ore rocks has been carried out and the following conclusions can be drawn in the issue of the report from which this diploma project is compiled:

For use according to the technological scheme, it is necessary to perform: drilling of eels, feeding of compressed solutions into coals, extensive leaching, pulling of productive solutions, disposal of productive solutions from sand and other inflammations, their detection, transfer of productive solutions to the processing process aimed at obtaining the "yellow revenge" of chemical uranium concentrates. The project includes calculations of the material balance of the process of intellectual wintering of the grain of the earth, focused on the production of the "yellow school", the selection and calculation of the main and auxiliary equipment.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Жалпы түсіндірмелік жазба	10
1.1	Уран кендерінің кен орындары	10
1.2	Кен орын сипаттамасы	10
1.3	Кендерден уранды бөліп алу әдістері	11
2	Уран шикізатын шаймалау	15
2.1	Шаймалау үрдістерінің түрлері	15
3	Технологиялық бөлім	21
3.1	Өнімдік ерітінділерді қайта өңдеу технологиясы	21
3.1.1	Негізгі технологиялық шешімдер	21
3.2	Сорбция процесінің жұмыс істеу принципі	21
3.2.1	Ерітінділерді сорбциялаудың заңды динамикасы	22
3.3	Уранға қаныққан сорбенттегі уранның десорбциясы мен регенерациясы	23
3.3	Уран ерітінділерін өңдеудің экстракциялық әдістері	25
3.5	Фильтрация процесінің жұмыс істеу принципі	27
4	Технологиялық процестердің есептелуі	29
4.1	Сорбция процесінің материалдық балансының есебі	29
4.2	Десорбция процесінің материалдық балансының есебі	31
4.3	Тұндыру процесінің материалдық балансының есебі	32
4.4	Негізгі жабдықтардың технологиялық есебі және таңдауы	32
4.4.1	Сорбция жабдығының есебі және таңдауы	32
4.5	Десорбция жабдығының есебі және таңдауы	34
4.6	Денитрация жабдығының есебі және таңдауы	36
4.7	Тұндыру бағанының есебі және таңдауы	37
5	Қоршаған ортаны қорғау	38
5.1	Ластану көздері	38
	Қорытынды	41
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	42

КІРІСПЕ

Қазақстанның тау-кен өндіру өнеркәсібінің жетекші салаларының бірі уран өндіру болып табылады. Қазақстан уран өндіру бойынша әлемде бірінші орын және оның қорлары бойынша екінші орын алады. WNA деректері бойынша, Қазақстанда уран өндіру 2019 жылы 22 808 тоннаны (әлемдік өндірудің 41,66% - ын), ал уран қоры 2017 жылғы деректер бойынша 842 200 тоннаны (әлемдік қорлардың 14% - ын) құрады.

Қазақстанда уран өндіру бойынша негізгі жұмысты бүкіл Қазақстан бойынша өндірудің 26 учаскесінде 13 тау-кен активтерін біріктіретін "Қазатомөнеркәсіп" ұлттық компаниясы жүргізеді. "Қазатомөнеркәсіп" сондай-ақ уран және оның қосындыларын экспорттау бойынша Қазақстанның ұлттық операторы болып табылады.

2020 жылы артық ұсыныс кезеңінен туындаған уран бағасы деңгейінің төмендеуіне байланысты Қазақстан таяудағы 2 жыл ішінде өндіру көлемін төмендету жөнінде бастама көтерді. "Қазатомөнеркәсіп" өкілдерінің пікірінше, мұндай ұсыныс 2021 жылы күтілетін әлемдік өндіруден уран жеткізілімінің 5 600 тоннаға дейін қысқаруына әкелуі мүмкін Қазақстанда уран өндіру уран өндірудің ең экологиялық қауіпсіз және ең аз шығынды әдісі болып табылатын жерасты ұңғымалық шаймалау әдісімен ғана жүргізіледі. Қазіргі уақытта Қазақстанда өндірілген барлық уран әлемдік нарыққа, бірінші кезекте Қытайға, Францияға, Ресейге, Үндістанға, АҚШ-қа және Канадаға экспортталады.

Қазіргі таңдағы уран өндірісі- бұл химия-металлургиялық өндірістің тез дамып келе жатқан саласы. Ол өндіріс салаларының ең алғы шептегісі болып отыр. Атом электр энергиясының даму нәтижесі Қазақстан аймағында уран кендерін геологиялық барлаумен оны өндіру болып табылады.

Өндіріс уранды кен жатқан жерде күкірт қышқылды ерітінділермен жерасты ұңғымалық шаймалау (ЖҰШ) тәсілімен өндіруге арналған.

Уранды жер асты шаймалаудың мәні оның қосылыстарын сұйық фазаға табиғи жатқан кезде еріткіштің кен арқылы басқарылатын қозғалысы және уранмен байытылған ерітіндінің бетіне көтерілуі арқылы іріктеп ауыстыру болып табылады.

Осы мақсатта жер бетінен бұрғыланған ұңғымалар арқылы кен аймағына уран минералдарын еритін түрге айналдыруға қабілетті химиялық реагент беріледі. Құлып ұңғымасынан соруға дейінгі жолдан өткен ерітінді техникалық құралдардың көмегімен бетіне көтеріледі және одан әрі құбырлар арқылы оны өңдеуге арналған қондырғыларға тасымалданады.

Алынған өнімді ерітінділерді қайта өңдеу сорбенттегі уранды сорбциялық концентрациялау әдісімен, сорбциялық-десорбциялық модульдегі тауарлық десорбаттарды ала отырып, нитраттық десорбция әдісімен және сорбентті регенерациялау арқылы жүргізіледі.

Күкірт қышқылды ерітінділерден бөліп алу ион-алмасу әдісімен, ал қаныққан шайырдан уранды десорбциялау әдісімен бөліп, алынған десорбатты тұндырумен уранның табиғи химиялық концентраты "сары кек" алынады.

1 Жалпы түсіндірмелік жазба

1.1 Уран кендерінің кен орындары

Жер қыртысындағы уранның мөлшері алтынның мөлшерінен шамамен 1000 есе, күмістен 30 есе артық, бұл ретте бұл көрсеткіш қорғасын мен мырыштың көрсеткішіне тең. Уранның едәуір бөлігі топырақта, тау жыныстарында және теңіз суында шашыраңқы. Тек салыстырмалы түрде аз бөлігі ғана кен орындарында шоғырланған, онда бұл элементтің мөлшері оның жер қыртысындағы орташа мөлшерінен жүздеген есе көп. 2015 жылғы бағалау бойынша кен орындарындағы барланған әлемдік уран қоры 5,7 млн тоннадан асады.

Уран қоры Қазақстанның оңтүстік бөлігінде шоғырланған. Бүгінде уран кенішінің төрт торабы бар. Солтүстік торапта Уанас, шығыс Мыңқұдық, Ыңғай, Ақдала, оңтүстік Ыңғай, батыс Мыңқұдық, орталық Мыңқұдық және Буденовское кеніштері орналасса, шығысында оңтүстік Мойынқұм, оңтүстік Мойынқұм-1, Төртқұдық, Қанжуған, оңтүстік Мойынқұм-2, батыс торапта солтүстік Қарамұрын, оңтүстік Қарамұрын, Қарасан-1, Иіркөл және оңтүстік торапта ірі «Заречное», «Табакбұлақ» кеніштері бар.

Резервтік кен орындарын ескере отырып, уранның аса ірі қорлары: Австралия, Қазақстан (өндіру бойынша әлемде бірінші орын), Канада (өндіру бойынша екінші орын), Ресей. 2015 жылғы бағалау бойынша Ресей кен орындарында шамамен 507 800 тонна уран қоры бар (оның әлемдік қорларының 9% - ы); олардың шамамен 63% - ы Саха (Якутия) Республикасында шоғырланған. Ресейдегі уранның негізгі кен орындары: Стрельцовское, Октябрьское, Антей, Мало-Тулукуевское, Аргун молибден-вулканиттердегі уран (Забайкальск өлкесі), құмтастардағы далмат уран (Қорған облысы), Құмтастардағы Хиагда уран (Бурятия Республикасы), метасоматиттердегі Оңтүстік алтын-уран және Метасоматиттердегі Солтүстік уран (Якутия Республикасы). Бұдан басқа, көптеген ұсақ уран кен орындары мен кен білінулері анықталды және бағаланды.

Қазақстан отын уранын өндіру бойынша көшбасшы болып табылады (2019 жылы әлемдік жеткізілімдердің 42%), одан кейін Канада (13 %) және Австралия (12 %).

Құрамында ураны бар минералдар мен кендердің көптеген түрлеріне қарамастан ұқсатып өндеудің барлық игерілген әдістеріне осы минералдарды қышқыл немесе сілті ерітінділермен ыдырату да кіреді. Қышқылды немесе сілтілі процесті таңдау, негізінен, кеннің түріне тәуелді болады.

1.2 Кен орын сипаттамасы

Ақдала кен орны Шу – Сарысу күзеуінің орталық бөлігінде орналасқан. Кенорын әкімшілік жағынан Оңтүстік Қазақстан облысы Созақ ауданының территориясында орналасқан. Асфальттанған жол торабы арқылы ең жақын

темір жол бекетіне дейін 240 км. Ал Шымкент қаласына 470 км. Оңтүстік батысқа қарай 45 км жерде Қыземшек поселкесінде ҰАК «Казатомпром» қарасты Степной кен басқармасы орналасқан. Кенорыннан солтүстік-батысқа қарай 15 км жерде ПВ-19 кеніші орналасқан, осында Степной кен басқармасы уран өндірумен айналысады. ПВ-19 кеніші мен Қыземшек поселкесі асфальтты жолмен қосылады. Оның батыс және шығыс шекарасында 408 және 816-ға сәйкес барлау қапталы шартты қабылданған. Оңтүстік және солтүстік 408 қапталының соңғы оңтүстік және солтүстік нүктелері $45^{\circ} 30' 44''$ - $45^{\circ} 31' 48''$ с. ш. және $68^{\circ} 25' 31''$ – $68^{\circ} 25' 12''$ в.д. географиялық координаталарға ие. 816 соңғы шығыс қапталындағы сәйкес нүктелер координаталары келесідей: $45^{\circ} 29' 30''$ – $45^{\circ} 33' 45''$ с.ш. және $68^{\circ} 57' 55''$ – $68^{\circ} 56' 36''$ в.д. әкімшілік орны – Оңтүстік Қазақстан облысы Созақ ауданы.

1.3 Кендерден уранды бөліп алу әдістері

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

Құрамында ураны бар минералдар мен кендердің көптеген түрлеріне карамастан ұқсатып өндеудің барлық игерілген әдістеріне осы минералдарды қышқыл немесе сілті ерітінділермен ыдырату да кіреді. Қышқылды немесе сілтілі процесті таңдау, негізінен, кеннің түріне тәуелді болады. Жаратылыстағы уран бірінші және екінші жаратылымда болуы мүмкін. Біріншілікті кендердегі уран тотықсыздандырылған күйде болады, ал екіншілікте – жартылай немесе толығымен тотыққан күйде. Осындай пегматиттер секілді 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 процесті қолдану басқа бір факторға тәуелді болады: реагенттердің құнына, жабдық дайындау үшін керекті материалдарға қолжететігіне, кендерді тотықтырудың қажеттілігіне, керексіз косымшалардың ерігіштігіне, бөліп алу әдістерінің тиімділігіне және т.б.

Көптеген әрекеттегі зауыттарда уран кендерін ұқсатып өндеуде қышқылдық тәсіл пайданылады.

Әдетте уран өндірісі уран кендерін өндіруден басталады (жерасты ұнғымалы шаймалаудан (ЖҰШ) басқасы). Кен, оны ұсақтап, ұнтақтап өндейтін зауытқа беріледі.

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) бойынша ең жарамдысы күкірт қышқылы болып шықты.

Уран кендерін ыдырату әр түрлі тәсілдермен әдеттегі жабдықтарда іс жүзіне асырылуда: сүзгіш түбі бар сөлалғышта шаймалаумен немесе механикалық әйтпесе 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 сөлалудың (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 өндейді.

Кендегі уранды ерітіндіге бөліп алудың жылдамдығы мен дәрежесіне белгілі бір түрде әсер ететіндер: температура, шаймалау уақыты (жіңішкелілігі, бөлшектер өлшемі), қышқыл мен сілтілер концентрациясы, Қ:С-тың қатынасы, тотықтырғыш шығыны және т.б. Уранды бөліп алудың жоғарыдағы факторларға тәуелділігінің жалпы сипаты мыналарды көрсетеді: температураны 20°C -дан 90°C -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 мешқа дейін азайтқанда уранды бөліп алу дәрежесі 70% -дан 90% -ға дейін өседі.

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 құралымдық 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 елде 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.

Әр түрлі жаратылудағы уран кендерін өндеуде лайлы тұнбаларды қойырту және сүзу көңіл аударуды талап ететін қиындықтар туғызды. Бұл жіктеу операциясынан кейін қойыртпақтан немесе қойыртпақтан тікелей шаймалайтын күбіден уранды бөліп алу тәсілін жасақтап игерудің қажеттілігін туғызды.

Тәсілдің біреуін немесе басқасын таңдау негізінен экономикалық пікірлермен анықталады.

Кейбір кендерді күйдіру уран бөліп алуда едәуір тиімділік береді және кенді ұқсатып өндеу жағдайларын (тұндыру және сүзу жағдайлары) жақсартады. Көбінесе сүзу және тұндыру процестері кенді алдын ала өндемегенде өте баяу жүреді немесе жүрмейді дерлік. Мұндай жағдайда кенді термиялық өндеу, шүбәсыз, сүзу мен тұндыруды жақсартуға әсерін тигізеді. Бірақта көптеген кендерге мұндай өндеу талап етілмейді.

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

Күкірт қышқылды ерітінділерден уранды бөліп алуда ион алмасу әдістері кеңінен қолданылады. Бұл процесте қолданылатын жабдықтар ионалмастыратын шайыр кабаттары орналасқан үлкен мұнаралардан тұрады. Шаймалаудан кейін мөлдіретілген бай ерітінді уранмен каныққанша шайырлар кабаттарынан өткізіледі. Уранмен каныққаннан кейін шайырды азот қышқылы 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-тең 1 г/л-ге дейінгі аралықта, элюаттегі десорбциядан кейінгі уранның концентрациясы 10-20 г/л-ді құрайды. Сонымен қатар, элюаттегі басқа элементтердің құрамы, химиялық шогуде әдетте уранмен бірге тұнатын, азаяды немесе нөлге тақайды, сондықтан да өнімі қосымшалармен ластанбайды.

Жоғарыда көрсетілгендей кейбір уран кендерін ұқсатып өндеу кезінде мөлдірлетілген ерітінді алу қиынға түседі, өйткені қиын тығыздалатын лайлы тұнбалар пайда болады. Ондай қойыртпақтардан уранды бөліп алу үшін қойыртпақта ион алмасудың әдістері жасақталып игеріледі. Осы мақсаттарға жету үшін ерітінділер үшін пайданылған ионалмасу шайырлары пайдаланылады, ал шайыр бөлшектері едәуір үлкен өлшемді болып келеді. Шайырдың түйіршіктерін тоттанбайтын болаттан жасалған себетке салынады, оның тесіктері шайырдың түйіршіктерінің өлшемдерінен кіші, бірақта қойыртпақ бөлшектерінің өлшемдерінен үлкен. Реактордан қышқыл ерітіндіні алдымен ірі құм материалды болу 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. Жұтаңдатылған 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 (кәрзеңкелер), со сияқты жоғары, төмен қозғала береді, ал бұл шайырды қалқымалы күйде сақтайды. Уран, мұнаралардағы шайырмен жасалған процестер үшін жоғарыда көрсетілгендей, 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 жетуге болады. Бұл әдіс бұдан былайғы өзінің дамуын, ионитті қалқымалы қабатты аппараттардағы қойыртпақтардан уранды сорбциялау процесін жүзеге асыру барысында тапты. Қойыртпақтарды ионалмасулы сорбциялаудың дамуына негізінде жаңа және үдемелі үлес қосқандар, пневматикалық араластыратын арнайы құрылымды аппараттарда сорбциялаудың үздіксіз сүзгісіз әдісін өндіріске енгізген, кеңес ғалымдары болды. Ионитпен қойыртпақтың араластырылуы орталық аэролифті құбырдың көмегімен жүргізіледі.

Ерітінділерден уранды шаймалауда пайда болатын негізгі қиындықтар эмульсияның «үшінші фазаның» түзілуінде және сулы ерітінділермен шаю жоғалымдарынан тұрады. Оңтайлы жағдайда жабдықты дұрыстап таңдап, процесті ойдағыдай жүргізгенде процестің барысын (жүрісін) немесе осы қиындықтарды жоюды (мысалы, «үшінші фазаның» түзілуін жүйеге спирт қую арқылы жоюға болады) бақылауға болады. Органикалық еріткіш қабатын сулы (ураннан жұтаңдатылған) 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 кендерден уранды шайғындау процесіне зертеулер жүргізілуде. Барлық қарастырылған процестерде, бұдан былай жәнелтілу үшін, уран сүзгіленіп, кептірілген 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.

2 Уран шикізатын шаймалау

2.1 Шаймалау үрдістерінің түрлері

Жер асты шаймалаудың пайдалану алаңынан өнімді ерітінділер тұндырғыш арқылы беттік технологиялық қайта өңдеу жүйесіне түседі, ол мынадай тораптарды қамтиды: өнімді ерітінділерді сорбциялық өңдеу, уранды шайырдан десорбциялау, сорбентті регенерациялау, Тұндыру және сүзгілеу және сығу арқылы химиялық концентратты алу.

Шаймалау – техникалық еріткіштер арқылы ерітіндіге бір немесе бірнеше компоненттерді өткізу (мысалы: соданың) және т.б. Уран технологиясындағы шаймалаудың негізгі мақсаты – уранның толық және сұрыпты еруі.

Дипломдық жобаның жылдық өнімділігіне байланысты (625 тонна) Ақдала кен орнындағы уран ерітіндісін өңдеу технологиясы қарастырылды. Құрамында ураны бар кеннің және минералдар түрінің әртүрлілігіне қарамастан, олардың көп бөлігі сілтілік металдар карбонатының ыстық ерітінділерінде және минералды қышқылдарда ериді. Уран кенін шаймалаудың екі негізгі әдісі: қышқылдық және карбонаттық болып бөлінеді. Оттекті қосылыс молекулаларымен комплекс түзуге бейімділігі - уран қосылыстарының еру реакциясын қарастырғанда оның ерекше қасиеті болып табылады. Сол себепті, уранның тотықтары, сонымен қатар металдық уран және кейбір суда қиын еритін қосылыстары оттекті бейорганикалық қышқылдар (H_2SO_4 , HNO_3) және де нейтралды, оттекті сілтілік реагентті ерітінділер ($(NH_4)_2CO_3$ Na_2CO_3 және т.б.) әсеріне оңай ұшырайды. Қышқылдық немесе карбонаттық үрдістерді таңдау негізінен кендердің түрінде байланысты.

Уран минералдары қышқылда жақсы ериді. Сол себепті де, кеннің көпшілігін өндегенде карбонаттық шаймалауға қарағанда қышқылдық шаймалау қолданылады.

Әртүрі сұлбаларды қарай отырып технологиялық ұңғымаларда ҰАК Қазатомпромда әртүрлі кен орындарының өндіру ұңғымалар эксплуатация тәжірибесі есепке алынды.

Технологиялық ұңғымалар келесідей бөлінеді:

- айдау ұңғымалары пайдалы ерітінді қышқылданған кен денесінен жоғарға көтеру үшін;
- сору ұңғымалар ШЕ кенді қабатқа енгізуге;
- бақылаушы ұңғымалар жерасты ұңғымалы шаймалау (ЖҰШ) кенге, кен үсті және кен астындағы интервалдарға байланысты.

Уранды кендерді қайтадан өңдеу үшін технологиялық ұңғымаларда гексогональді сұлбалардың орналасуы пайдаланылады. Құбыр өткізгіштер арқылы айдау ұңғымалар кенді жиекке шаймалаушы ерітінді ретінде беріледі. Шаймалаушы реагент ретінде әлсіз күкіртті ерітінді қышқыл концентрациясы 3-10 г/л қолданылады.

Кенмен химиялық реакцияға түссе, ерітінділер уранды және басқа минералдарды шаймалай алмайды және сору ұңғымалы жүйе арқылы

геотехнологиялық өрісте орналасқан, құм тоқтатқышпен пайдалы ерітінділерге бағытталады, сол жерде тұнба және жарықтандыру пайда болады [1].

Орташа айдау ұңғымалардың өнімділігі $9 \text{ м}^3/\text{сағ}$, уранның айдау ұңғымалардағы құралы 30-дан 570 мг/л дейін, орташа 200 мг/л . Осыдан ескеруге болады, бастапқы өңдеу ұңғыма орта өнімділігі $9 \text{ м}^3/\text{сағ}$, уран құрамы сору ұңғымадан 30-дан 570 мг/л -ге дейін, орташа – 200 мг/л . Бастапқы өңдеудің кезеңі №3 блокта жақсы жүреді.

Жөндеу жұмыстары айдау ұңғымаларында дебит ұңғымасымен және деңгей мөлшері төменде жүргізіледі. Негізінде олар эрлифт және алдын-ала химиялық өңдеуден өткен күкірт қышқылының көмегімен жинақталады. Жөндеу жұмыстары сору ұңғымаларында сығылған ауа жолымен жүргізіледі. Басқада әдістер (механикалық, пневмо және гидравликалық ықтималдылығы фильтрге және прифильтрлі аймаққа) – жүргізілмейді.

Уран кенін шаймалау техникасының даму бағыттары.

Шаймалау – уран кенін гидрометаллургиялық өңдеудегі басты және негізгі процесі. Өндірістің бұл сатысы өте үлкен, барлық уран өнеркәсібінің экономикасында шаймалау техникасын жетілдіру өте маңызды мәселе.

Кенді шаймалау үшін дайындауға шарсыз ұсақтау қолданылады. Бұл кезде шардың шығыны азаяды және жоғары технологиялық көрсеткіштерге қол жеткізуге болады: яғни, қышқылдың және марганецтің қос тотығының шығыны аз, уранның бөлінуі артады, ерітінділер таза болады. Бір аппаратта шаймалау және шарсыз ұсақтау (қышқылдық ортада) үрдістерін бірге жүргізуге болады. Бұл кезде уранның 50-80%-ы ериді және ұсақтау үрдісі 1,5-2 есе қарқындалады, кеннің бөлшектері химиялық әдіспен ыдыратылады [2].

Қазіргі уақытта уран технологиясында бұрынғыдай қышқылдық шаймалау қолданылады, ал карбонаттық шаймалаудың үлесі аздау.

Қышқылдық шаймалауда уранды бөліп алу талғағыштығына көп көңіл бөлінеді. Бұған аз қышқылдықты, төменгі температураны, соңғы ортаның рН-ын және тотығу-тотықсыздану потенциалын қолдану арқылы қол жеткізеді. Кей жағдайда шаймалау уақытын ұзартады.

Күкірт қышқылдық шаймалауда, ең жақсы тотықтырғыш ретінде пиролюзитті қолданады. Ол екінші пачукке, H_2 мен H_2S -ті қоймалжыңнан алып тастағаннан кейін беріледі. Бұл пиролюзит шығынын азайтады және тотығу тиімділігін арттырады. Қышқыл шығынын азайту мақсатында, соңғы технологияда сатылы шаймалау, қарама-қарсы шаймалау кеңінен қолданылады.

Жерасты шаймалау үрдісі. Бұл әдістің дәстүрлі кенді алу және зауытта өңдеу әдістерімен салыстырғанда артықшылығы - уран өндірісінің бағасын төмендетеді және ураны бар шикізатты толық қолдануға мүмкіндік береді. Уран кендерін оның жатқан жерінде өңдеу кезінде қоршаған орта уран ыдырағанда түзілетін табиғи радиоактивті элементтермен ластанбайды және уран зауытынан шыққан қатты, сұйық заттарды сақтайтын жер қажет болмайды. Жерасты өңдеу мен кенді зауытқа жеткізу алынған уранның жалпы бағасының 40%-ын құраса, жер асты шаймалау шығыны мен алынған өнім ерітіндісін уран зауытына айдау 5%-дан аспайды (уран бағасынан).

Шаймалауды бірінші жағдайда жер астындағы блокта жүргізеді, кенді алдын-ала қопарылыс жасау арқылы ұқсайды. Блоктар күкірт қышқылымен себелендіріледі. Екінші жағдайда күкірт қышқылының ерітіндісі жоғарыдан саңылау арқылы беріледі де, құрамында ураны бар ерітінді сорғышпен, аэролифпен жабдықталған саңылау арқылы сыртқа шығарылады.

Сыртқа шыққан ерітіндіден уранды сорбция – экстракциялық технологиясының көмегімен бөліп алып, одан шыққан ерітінділер шаймалану үшін қайта қолданылады.

Жерасты шаймалау арқылы уранды алу үрдісіндегі қымбат өндірістік операцияларды: мысалы, ұсақтау, кенді байыту, қалдықтарды тасымалдау және қоймаларда сақтау, жер астындағы блоктан кенді жер бетіне шығаруды және т.б. жүргізбеуге болады. Қымбат операциялар мен қиын орындалатын жұмыстарды қысқарту арқылы алынған металдың бағасы төмендетіледі.

Жерасты шаймалау жабылуға ұсынылған кен орынында қолданылады, басқа жай әдіспен уранды өндіруге болмайтын болғандықтан, қалған кенде уран қалып қойса да осы әдіске көп көңіл бөлінеді. Уран кенін жерасты шаймалау шет елде де қолданылады. АҚШ-та, Канадада, Францияда бірнеше жылдан бері уранды таулы және қабатты кендерден шаймалайды.

1970 жылы «Анаконда» атты америкалық фирмада уранды құмды бос кеннен «жерасты шаймалау» арқылы бөліп алды. Америкалық «Pinnacle Exploration» фирмасы теңіз үстінен 3100 м биіктікте орналасқан Ганнисонда (Колорадо штаты) уранды жерасты шаймалау арқылы алады. Негізгі минерал кені – настуран көмірлі әктаспен араласқан, сондықтан шаймалау реагенті ретінде кендік суды пайдаланады. Оған соданы қосып, өнімдік ерітіндідегі уранның мөлшерін 120 мг/л-ге дейін көбейтеді.

Кейін содалық ерітіндіні және ауамен аэрациялауды қолдануға көшті. Уранды сорбциялаудан шыққан қайтымды ерітіндіні жерасты шаймалауға қайта жібереді [2].

Қазіргі таңда уранның жерасты шаймалау технологиясын жетілдіру жұмыстары бірнеше мемлекетте жүргізілуде. Осыған байланысты жаңа өндіріс қондырғысы туралы Клей Уэсте жарияланған хабар, 1974 ж. сәуірде Техас штатында қолдануға берілген уранды карбонаттық ерітінділермен жерасты шаймалауға арналған. Оның өнімділігін жылына 450 т U_3O_8 -ге еткізу көзделген.

Шаймалауды 165 м тереңдікте, ураны бар құмды қабаттан уранды алу үшін жүргізеді. Уранның мөлшері 0,05-0,5% болып табылады.

Уранның орналасқан жерінде су жоғары дәрежеде радиоактивті болғандықтан ішуге жарамайды. Уранды жерасты шаймалаумен айналысатын ұйым осы жағдайды ескере отырып, қоршаған ортаны қорғау және уранды ішуге пайдаланатын суға қоспау шараларын қарастырады. Қоршаған ортаны бақылайтын топқа биологтар, инженер – мұнайшылар, химиктер, геологтар және гидрологтар, зоологтар мен радиологтар кіреді.

Құбырды полихлорвинилден жасайды, ол коррозияға ұшырамайды. Тартып алатын саңылауда сорғыштар орналасқан. Үрдісті орталық пульт арқылы басқарады.

Уранның бөліну дәрежесін көтеру үшін оттегі беріледі. Құрамында 200 мг/л ураны бар карбонаттық ерітінді, шаймалаудан кейін сорбциялық қондырғыға беріледі. Сорбциялық қондырғы 3 км жерде орналасады. Құбырда уранды амберлит көмегімен сорбциялайды. Десорбцияны натрий хлориді ерітіндісімен жүргізіп, алынған регенератта 10 г/л уран болады. Оны ағаш көмірі салынған құбырда қоспалардан айырады (мысалы, молибденнен), одан кейін аммиакпен тұндыруға жібереді. Алынған химиялық концентрат – қоймалжыңды қоюландырады, сүзеді, кептіреді; барабанға салып, уран гексафторидін алатын зауытқа жібереді. Уранды сорбцияланған соң, шыққан ерітіндіні реагенттермен байытып, қайтадан саңылауларға жібереді.

Түзілген барлық сұйық қалдықтарды полиэтиленмен қапталған ыдыстарда сақтайды. Ластанған қалдықтарды 1370 м тереңдіктегі 2 саңылауға айдайды. Таза суды осылай алуға болады. Саңылаулар цементпен жабылып, барлық құбырлар кесіледі. Аудандарда шөп өсіріп, жоба бойынша аз мерзімде алғашқы қалпына келтіреді.

«Wyoming minerals» фирмасы жерасты екі қондырғысын пайдаланып карбонаттық ерітіндімен жылына 112,5 және 225 т уран оксидін U_3O_8 алады. Техас штатында уранды жерасты шаймалауды аммоний карбонаты ерітіндісін қолданып, кейін уранды ерітіндіден ион алмасу сорбциясымен алу қондырғысы тұрғызылған. Барлық қондырғыларда шаймалау ерітіндісінің төгілмеу жағдайы қарастырылған.

Бұл қондырғылар уранды сусыздандырылған қабаттан алуға қолданылады. Шет мемлекеттерде уранды таулы кендерден жерасты шаймалаумен алу жоспарланған. Канадада (Онтарио) жылына 500 т U_3O_8 алатын қондырғыны қолдану жоспарланған. Бұл жағдайда шаймалау 0,07-0,09% ураны бар конгломератпен жүргізіледі. Дайындалған қопарғыш жұмыстармен қажет тау жыныстарын бұзып, одан ірі кесекті кен алады. Дамбы тұрғызу және қышқылдық сорғыштарды қондыру, құбыр арқылы күкірт қышқылын жіберу жүйелері - шаймалауға дайындық болып табылады.

Қоршаған ортаны ластайтын, ұзақ сақталатын радиоактивті заттардың болмауы - жерасты шаймалаудың басты артықшылығы. Сонымен қатар, көп қалдықтардың немесе жоғарыға көтерілетін бос жыныстың қоймалжыңы үшін қойманың қажет еместігі де артықшылықтарына жатады.

Уран зауыттарында қолданылатын дәстүрлі технологиямен зауытқа берілген шикізаттың 99,8 %-ы қоймаға жіберілген. Бұл, әрбір өңделген кеннің 1 т-нан 0,9 тонна қатты және де 3 м³ сұйық қалдық шығады. Бұл дегеніміз - 1 кг алынған уранға 1 т қалдық сәйкес келеді деген.

Жерасты шаймалаудағы қалдық көлемі жай шаймалауға қарағанда төмен және қолданылған үрдістің ерекшелігіне байланысты. Ол карбонаттық шаймалауды қолданғанда көп емес, онда қайтымды ерітіндіні 100 % қайта циклге жіберуге болады. Бұл жағдайда 1 кг алынған уранға 1-2 кг қалдық сәйкес келеді, ал 1500 т кенге 1-2 тонна қалдық сәйкес.

Қорыта келгенде, жерасты шаймалау әдісімен уран алу кеңінен қолданылады, әсіресе АҚШ-та, қазіргі кезде карбонаттық әдіс бойынша жерасты

шаймалауды қолдану арқылы, уранды көп қабатты жерден алу өте тиімді екенін дәлелдеді. Егер де кенді қажетті дәрежеде ұсақтап, жерасты шаймалауды пайдаланса, онда оны кедей кенді өңдеуге де қолдануға болады.

Тұнбалық әдістермен урандық ерітінділерді қайта өңдеу. Уран кенін шаймалаудан кейінгі ерітіндінің көлемі өте үлкен, ал бастапқы кенге қарағанда уранның массалық концентрациясы аздау болады. Сондықтан мәселе уранды ерітіндіден тұнбаға көбірек түсіруге тіреледі. Әдетте ерітіндіде уранның 1-3 мг/л мөлшерін қалдырады. Тұндыруға қажет реагент арзан және оңай табылуы қажет [3].

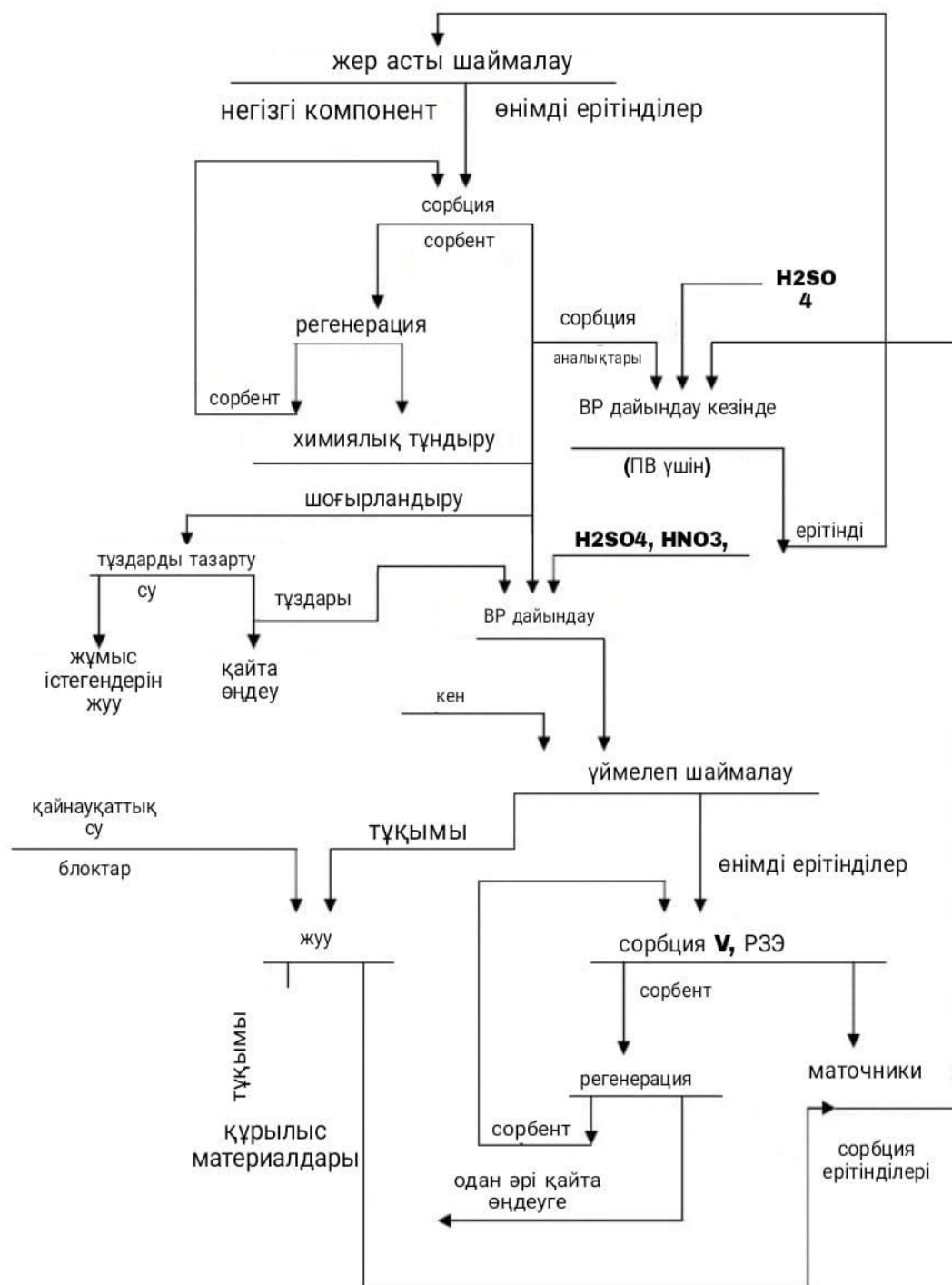
Уран технологиясында уранды және оған серіктес қоспалары әртүрлі қосылыстар түрінде (гидрототықтар, негізгі сульфаттар, фосфаттар, ванадаттар, арсенаттар және т.б.) тұндыру жағдайын зерттеуге көп көңіл аударылады. Жұмыс үш бағытта жүргізіледі:

- 1) гидрототық түрінде, уранды көптеген қоспалармен бірге тұнбаға түсіру;
- 2) уранды ерітіндіде қалдырып, кейін бай концентратқа тұнбаға түсіру, алдымен кейбір қоспаларды тұнбаға түсіру;
- 3) уранның негізгі массалық, қоспасыз сұрыптық тұнбаға түсуі.

Уранның сұрыптық тұндырылуын қамтамасыз ету үшін әр елдегі зерттеушілер реагентті іздеуде көп еңбек жасады. Бірақ, шынын айтқанда бұдан ештеңе шықпады.

Кейде оны ерімейтін төрт валентті уранның фосфатын бөлуге қолданады.

Уранды концентрлеуге тұндыру әдісін уран өнеркәсібінде 1951 жылға дейін қолданған, қазіргі кезде олар ыңғайлы сорбциялық және экстракциялық әдістермен ауыстырылған .



1 Сурет – Кенді бірлескен жерасты және үймелі шаймалау арқылы өңдеу сұлбасы

3 Технологиялық бөлім

3.1 Өнімдік ертінділерді қайта өңдеу технологиясы

3.1.1 Негізгі технологиялық шешімдер

Ақдала кен орнында уран өнімдерін өндіру үшін мынадай негізгі химико – металлургиялық процестерді орындау керек:

- 1) ураны бар кендерді жер астында ұңғыма арқылы шаймалап алу керек;
- 2) жерасты шаймалану арқылы алынған ертінділердегі уранды тасымалдау үшін концентрлеп алу керек;
- 3) концентрленген ураны бар аралық ертінділерді нарықта саудалауға болатындай тауарлық түрге тазалап келтіру керек;
- 4) технологиялық талаптарға сай ертінділерді жер астында шаймалауға қайта қайтару керек;
- 5) десорбаттарды темірді тұндырып уранның асқын тотығын тұндырып алу керек.

Уран асқын тотығын кептіріп алу.

Ураны бар кендерді шаймалау күкірт қышқылы көмегімен атқарылады. Бұл шешім осы кендегі уранның минералдық құрамына байланысты және күкірт қышқылын реагент ретінде оңай табылатынына және арзандығына байланысты.

Уранның өнімдік қышқылды ертінділерімен уранил сульфаты түріндегі уран анионды алмастырғыш шайырларда сорбцияланып алынады.

Анионды алмастырғышты шайырлар уранның неғұрлым концентрленген түрде болуын қамтамасыз етеді (100 еседен артық), бұл әдетте уранды толығымен ертіндіден шығарылып алады.

Бұл жоба бойынша тасымалдауға тиімді ең ақырғы өнім уранның сары кегі болып табылады.

Десорбаттарды алу үшін қаныққан шайырлардан уранды нитрат ертінділерімен ығыстырып шығаратын ион алмасу әдістері қолданылады. Нитрат ертінділерін қолдану уран концентрацияларын жоғарлатады және сәйкес түрде десорбаттардың көлемін азайтады, бұл оның тасымалдауға кететін шығынын азайтады.

3.2 Сорбция процесінің жұмыс істеу принципі

Уранды өнімді ертінділерден салыстырмалы түрде құрамы кедей пайдалы компонентті сіңіру үшін әдетте ион алмастырғыш шайырлар қолданылады.

Алты валентті формадағы өнімді күкірт қышқылы ертінділеріндегі уран сорбциясы аниониттерде жүзеге асырылады.

Қышқылмен шаймалау кезінде аниониттерде уранды сорбциялау үшін өнімді ертінділердің рН мәні 2-3,5 құрайды. Ертінділердің қышқылдығы жоғары болған кезде шайыр сыйымдылығы төмендейді, дегенмен бір уақытта

сорбция жылдамдығы да артады. Басқа заттар тең болған жағдайда аниониттердің сыйымдылығы бастапқы ерітінділерде уран концентрациясының ұлғаюына қарай артады [4].

Ураннан босатылған сорбция аналықтары химиялық реагентпен толық бекітуге беріледі және айдау ұңғымалары арқылы қабатқа қайтарылады.

Сорбциялық қайта бөлу кезінде өнімді ерітінділерден уранды алу дәрежесі олардың тұз құрамына, қышқылдығына, уранның құрамына байланысты, бірақ негізінен 90% - дан асады. Аниониттердің сыйымдылығы кең ауқымда өзгереді (20-100 кг/т). Сорбция аналықтарындағы уранның қалдық концентрациясы 1-3 мг/л құрайды.

Сорбциялық процестің басты ерекшелігі – аппараттардың қарапайымдылығы мен ықшамдылығы, технологиялық операциялар санының аз болуы:

- иондарды алмастыратын бағалы компоненті - ионитті ажыратып алу;
- оны тауарлық десорбаттың сәйкес элюенттерімен десорбциялау;
- тауарлық десорбатты өңдеп, одан табиғи уранның химиялық концентратын өндіру;
- ионитті сорбцияға даярлайтын бірнеше қосымша операциялар болады: жуу, қайтадан зарядтау, айналымдық ерітінділерді пайдалану, т. б..

Сорбциялық процесс мерзімдік (периодтық) және үздіксіз қарсы ағымдық режимде жүргізіле береді, автоматтандыруға бейім болады, өнімділігі және тиімділігі жоғары сорбциялық және десорбциялық қондырғыларды пайдалануға мүмкіндік береді.

Бағалы компонентті сорбциялау тәсілімен өндіру (немесе кешендік шикізатты өндегенде бағалы компоненттерді өндіру) тиімділігі технологиялық орталардан ионитті шығару дәрежесі, ерітіндіге элюирование жасағаннан кейін серіктес қоспа элементтерінен тазарту және концентрациялау деңгейімен анықталады.

Осыдан технологиялық процеске қойылатын негізгі талап - өндірілетін компонент бойынша сыйымдылығы және селективтілігі максималды ионитті таңдау және пайдалану [11].

3.2.1 Ерітінділерді сорбциялаудың заңды динамикасы

Ерітіндінің сорбциялықөндеу кезінде тағы бір маңызды тапсырмасы сорбенттің толық бірдей қанығуы кезінде асыл бағалы компонентті шығару болып табылады. Бұл өңделетін ерітінді тура сол бір порциясының әртүрлі анионит порциясымен, артынша ондағы сорбцияланатын компоненттің құрамын жоюшымен бірнеше байланыс контакт есебінен жүреді. Бағанда ионит қабаты арқылы ерітіндіні фильтрлеу кезінде пайдалы компоненттің концентрациясының азаюы байқалады. Ионит қабаты оның өтуі кезінде бағалы компонент концентрациясын бастапқы мағынасынан тасталған құрамына дейін жояды.

Бағалы компоненттің концентрациясы кезінде сіңірудің пленкалы кинетикасын ұстайды. Бұл кезде сіңіретін иондар түйіршік пен сорбентке пленка арқылы жүргенге қарағанда тез шығады.

Жүрген қабаттың немесе сорбция фронтының аяқталуынан кейін параллель орналастыру басталды. Қабаттың артық биіктігі аппараттың ұзақ жұмысын өңделген ерітіндідегі бағалы компонент концентрациясына шығуындағы оның өзгеріссіздігін қамтамасыз етеді. Сондықтан сорбенттің жұмысшы қабатының жалпы ұзындығы жұмыс істейтін сорбенттік қабаттың ұзындығы мен қабаттың артық ұзындығынан жіктеледі [5].

Сорбенттің жұмыс қабатының тиімділік айырбастау теориялық сатысының саны осы қабаттағы масса ауыстыру бірлігі, болмаса 1м қабаттағы есебі сонымен қатар теориялық тарелканың биіктігі болып табылады.

Сорбциялық бағанның шектелген кезіндегі ерітіндідегі бағалы компонент концентрациясы сорбент қабатынан шығаруда берілген минималды мәнінен бастапқыға дейін баған бойымен сорбенттің толық қанығуына жететіндей үлкейеді.

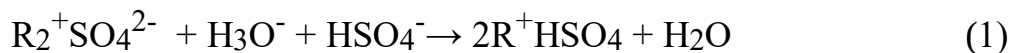
Шығатын ерітіндідегі бағалы компонент концентрациясының ұлғаюы айырбастау константасы немесе коэффициентіне ерітіндінің фильтрлеу жылдамдығына қатынасы көп болған сайын және сорбент түйіршігіне және баған диаметріне қатынасы аз болған сайын жылдамдырақ жүреді.

3.3 Уранға қаныққан сорбенттегі уранның десорбциясы мен регенерациясы

Десорбция – сорбцияланған бағалы компонентті жою.

Регенерация – ионның сорбциондық құрамын қайта құру болып табылады.

Өнімдік ерітінділерден уранның сорбциясынан кейін оның үлесіне толық ион алмасу көлемінің 20% тиеді, ал қалған ионогенді топ SO_4^{2-} пен HSO_4^- иондары үлесінде. Бұл формалардың қатынасы ионитпен жанасатын ерітіндінің қышқылдығына байланысты. Ерітіндінің қышқылдығы 15г/л болған жағдайда ионитте сульфат ион болмайды. Осылайша ионитпен концентрлі күкірт қышқылы ерітінділерімен әрекеттескен кезде оның ерітіндіден сіңірілуі келесі реакциямен жүреді [9]:



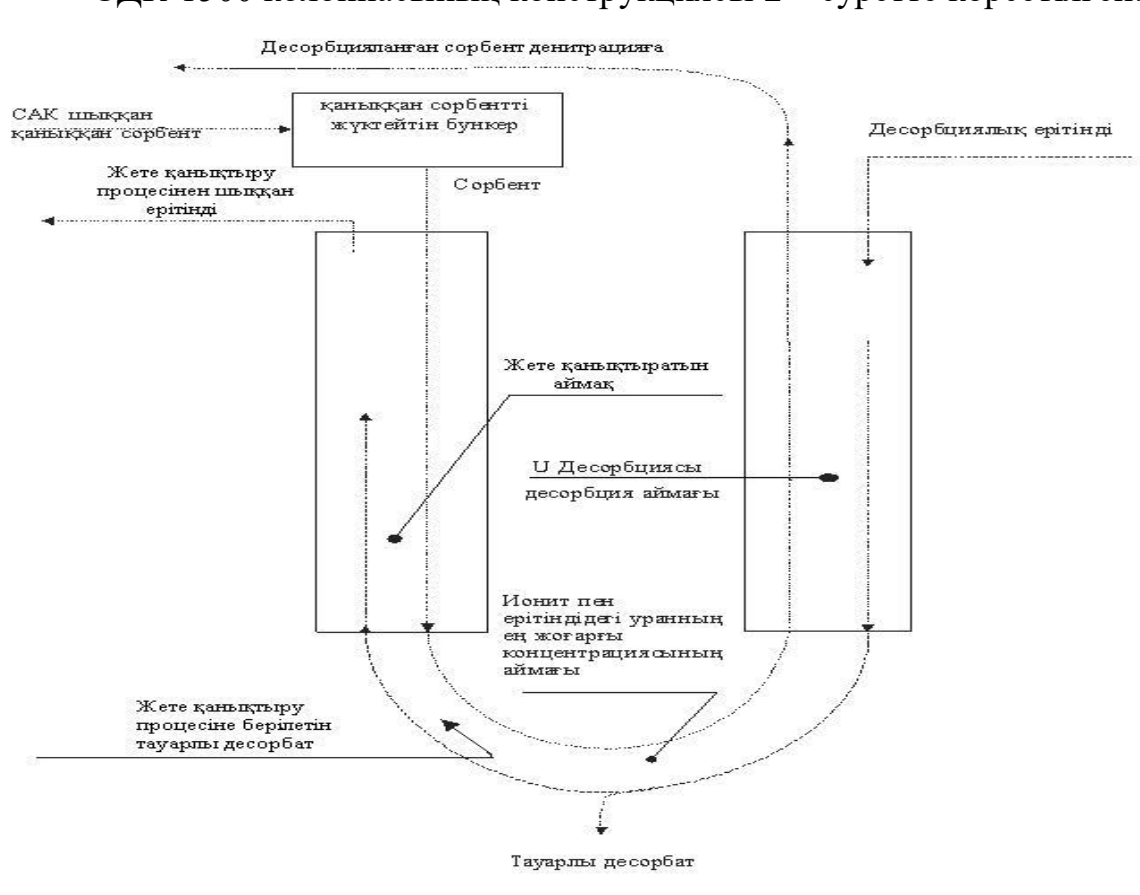
Міне осы әсер аниониттің күкіртті қышқылды регенераттағы уранмен толық қанығуында жатыр. Толық қанығудың әсерін күшейту регенератты сумен немесе өнімдік ерітіндімен алдын ала мынадай регенерат: су = 1: (6-12) қатынаста сұйылту қажет. Бастапқы аниониттің осындай ерітіндімен жанасуы кезінде, аниониттің уранмен қанығуын 100мг/г жеткізуге болады. Осындай регенераттың келесі регенерациясы уран бойынша концентрациясы жоғары тауарлы регенерат алуды қамтамасыз етеді. Тауарлы регенераттың шығысы: иониттің 1 көлеміне тауарлы регенераттың 0,3 көлемі сәйкес келеді. Қаныққан

иониттің регенрациясы 20-25%-ды күкірт қышқылының ионит: ерітінді = 1: (1,5-1,7) қатынасы бойынша жүреді. Одан әрі қанығу аналығында күкірт қышқылының концентрациясы 6г/л аспауы қажет. Бұл жағдайда уранның концентрациясы 0,050-0,200г/л құрайды.

Уранды күкіртқышқылды ерітінділерді өңдеу кезінде сіңірілген уранилсульфатты иондар тәсілімен десорбциялау кезінде күкіртқышқылды элюенттер жиі қолданылады. Бұл жағдайда десорбциядан кейін қалпына келтірілген сорбент ерітіндіні сорбциялық өңдеу кезінде пайдаланылатын тұз түрінде қалады. Десорбция үшін ерітінділер нитрат - ион концентрациясы бойынша – 90-100 г/л және рН = 1,2 - 1,8 қолданылады, олар қайта қалпына келтірілгеннен кейін химиялық реагент десорбция процесіне енеді, осылайша ерітінділер сақиналанады және өнімсіз шығындарды болдырмайды. Процестің ұзақтығы – 10 сағат, 20-60 градус температурада шегінде болады. Уранды аниониттерден уранилсульфатты кешенді иондарды ығыстыру тәсілімен десорбциялау үшін нитраттар мен хлоридтер қолданылады [7].

Уранның десорбциясы бастапқы иониттің қосымша қанығуымен СДК колонналарында (7-8) жүргізіледі. Сорбциялық-десорбциондық концентрлеу (СДК) колоннасы қаныққан иониттен уранды және бірден ерітіндіні дайын өнім тауарлы регенрат алғанша концентрлеуді жүргізуге арналған. Технологиялық процесс автоматтандырылған.

СДК-1500 колоннасының конструкциясы 2 – суретте көрсетілген.



2 Сурет – СДК-1500 колоннасы

Ерітінді тығыздығының градиенті СДК-ның екі тармағында да

жоғарыдан төменге бағытталған. Бұл ерітіндінің әр түрлі тығыздығы нәтижесінде тармақ бойынша механикалық араласуды болдырмайды.

Ион алмасу колоннасынан (6) шайылып шыққан қаныққан ионит гидроэлеватордың көмегімен таратқыш буын арқылы СДК-1500-нің (7-8) жүктегіш бункерлеріне түсіп отырады. Гидроэлеваторды басқару автоматты режимде камандо аппараттың бағдарламасына сәйкес жүргізіледі.

6.1 позициясындағы концентрленген күкірт қышқылы мен ионалмасу колоннасынан (13) шыққан ерітіндіні араластырғышқа (21) беру бөлек құбырлармен жүзеге асырылады. Күкірт қышқылының берілуі арнайы бактан (23) дозалаушы сораптар (19) көмегімен іске асырылады. Араласқаннан кейін десорбциялаушы ерітінді СДК колоннасындағы (7) ионит қабатына беріледі.

Күкірт қышқылының бір бөлігі бактарға (14-16) түсіп, онда селитрамен араласып СДК колонналарына (7-8) десорбциялаушы ерітінді түрінде беріледі.

Қаныққан ионит пен десорбциялаушы ерітіндінің әрекеттесуі нәтижесінде СДК колонналарының торройдты бөлігінен тауарлы десорбат алынып бакка (17) жиналады.

Ионалмасу колоннасында (13) регенерацияланған шайырдың жуғыш колоннаға (9) берілуі үшін сораптармен ШЕ картасындағы аналықтар құбырға беріледі. Жуғыш колоннада (9) регенирленген шайыр регенирлеуші ерітіндіден және шайырдағы жаман фракцияларынан шайылады.

Колоннаға аналықтар иониттің жіктеліп отырылуына байланысты беріледі. Жуу автоматты түрде жүреді, содан соң жабу клапаны автоматты түрде жабылады және одан гидроэлеватор ашылып, иониттер СНК колонналарының жүктеуші бункерлеріне (1а -5а) түсе бастайды.

Осылайша, СДК буынында екі айналма жүйе бар:

- Сулы ерітінділер бойынша: жұмыстық ерітінді – шаймалау - өнімдік ерітінді – сорбция - аналық ерітінді – қышқылдандыру - шаймалаушы ерітінді;

- Ионит бойынша: регенерацияланған ионит – сорбция - қаныққан ионит - толық қанықтыру – регенерация - регенерацияланған ерітінді.

СДК колонналарынан шығарылған шайыр (сорбенттер) ионалмасу колонналарына (10-12) беріліп денитрацияланады. Яғни, онда олар аммиакты селитрамен әрекеттесіп сульфатты түрден қайтадан нитратты формаға өтеді. Одан кейін ионалмасу колоннасында (13) күкірт қышқылымен күшейтіліп қайтадан СНК колонналарына оралады.

3.4 Уран ерітінділерін өндеудің 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 басқа органикалық сұйықтармен бірге қолданады.

Бастапқы тұздарды өздігінен экстракцияламайтын, бірақ экстрагенттермен экстракциялағанда қоспа болып табылатын органикалық сұйықтарды

сұйылтқыш деп атайды. Алынған тұзбен қаныққан органикалық ерітінді - экстракт, құрамынан заттары бөліп алатын сулы ерітінді-рафинат деп аталады.

Экстракциялық жүйелерге фазалар ережелерін қолдану. Экстракциялық үрдістер гетерогенді, көп фазалы жүйеде өтеді. Фазалық тепе-теңдік жағдайда, $K:F=k-f+2$ жүйесіндегі бос дәреже саны- F , f -фазалар саны және тәуелсіз компоненттер саны- K арасындағы қатынасты белгілейтін Гиббстің фазалар ережесі қолданылады. Компоненттер саны "тәуелсіз айнымалылар" санымен анықталады, яғни, өздігінен болатын [8].

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: YBF, азот қышқылы, су және органикалық 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 H түрінде болады және келесі теңдеу бойынша торий ионын бөліп алады:



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

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

$$C_{org}=f(C_{сулы}, T) \quad (4)$$

Таралу заңы. Нернст-Шилловтың таралу заңын еске салсақ, ол В.Нернстпен 1891 ж. Термодинамикалық негізделген, ал Берто 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 сұйылтуларда дәл орындалатын шектеулі заң.

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

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

3.5 Фильтрация процесінің жұмыс істеу принципі

Сұйықтықты (фильтрат) өткізетін және сүзгідегі өлшенген қатты бөлшектерді ұстап қалатын, кеуекті аралықтың көмегімен суспензияны бөлу процесін сүзгілеу (фильтрлеу) деп атайды. Сүзгілеудің мақсаты – сұйық-қатты жүйені сұйық және қатты фазаға бөлу. Ол үшін сүзгілерде келесідей факторлар қолданылады: күш, салмақ, қысым және вакуум. Сүзгінің жұмыс істей процесінің принципіалды схемасы өте қарапайым. Суспензия кеуекті аралыққа келіп түседі; сұйық фаза – фильтрат (сүзінді) – аралық арқылы өтеді және сүзгіде қатты фаза қалады. Сүзінді тек қана аралықтан өтіп қана қоймай, сонымен бірге сүзгілеу процесінде пайда болатын тұнба қабатынан да өтуі керек. Аралық пен тұнба сұйықтықтың өтуіне кері әсерін береді, ол аралық пен тұнбаның және сұйықтықтың қасиетіне байланысты болады. Ұсақ саңылаулы аралық және қою, тығыз тұнба болатын аралық саңылауы үлкен және борпылдақ тұнбадан құралған аралықпен салыстырғанда сұйықтықтың қозғалысына көп кедергі жасайтыны белгілі.

Суспензияның және аралықтың орналасуына байланысты сүзіндінің бағытты күш бағытына қарай төменге қарай бағытталуы мүмкін; жоғары – ауырлық күшінің бағытына қарсы, немесе бір бағытта – ауырлық күші бағытымен бірге. Егер суспензияның құрамында ұсақ және жеңіл бөлшектер мөлшері көп болса, онда әдетте жоғарыға бағытталған сүзгілеуді қолданады. Суспензия сүзгілеу беттігінен төмен орналасса, онда сүзгі ағынымен тартылған бөлшектер жоғары бағытталады және сүзгіде тұнады. Бірақ, ірі және ауыр бөлшектер сіспензия орналасқан резервуар түбіне тұндырылуы мүмкін болғандықтан, арнайы араластырғышпен үздіксіз жоғары жиілікпен араластырылады.

Егер суспензияның құрамында ірі және ауыр бөлшектер мөлшері басым болса, төменге бағытталған сүзгіні қолданған мақсатты. Бұл бөлшектер сүзгіленетін беттікке жылдам тұнады және сүзіндінің жылжуына кедергі келтіретін, ірі түйіршікті қабат каналдарының үлкен санын құрайды. Кейінірек тұндырылатын ұсақ бөлшектер сүзгілеу матасымен жанаспай, бетіне орналасады, нәтижесінде аз ластанады.

Басқа әдістер қолданғанда жұмыс беттігі үлкен болатын сүзгі алу керек болатындықтан, вертикалды орналасқан беттіктің бағытына қарай сүзгілеу қолданылады. Сүзгілеудің бұл түрін пайда болатын тұнба жеткілікті жабысқақ әрі берік және өз салмағының әсерінен фильтрден жылжымайтындай болатын болса, қолдануға болады. Сүзгінің өнімділігін белгілі шекте, қысымды жоғарылату (аралықтың үстінен және астынан берілетін қысымның әртүрлілігі), кедергі минималды аралықты таңдау, сүзінді тұтқырлығын төмендету және т.б. арқылы қол жеткізуге болады.

Сүзгілеудің келесідей түрлері бар:

- сүзгілеуші аралықтың бетінде тұнба қабаты пайда болатын сүзгілеу;
- қоюландыру – қатты фазаны сұйық фазадан тұнба түрінде емес, жоғары концентрациялы (қоюланған) суспензия түрінде ажырату;
- сәулелендіру – құрамында қатты фазаның аз мөлшері бар сұйықтықты сүзгілеу [6].

4 Технологиялық процестердің есептелуі

4.1 Сорбция процесінің материалдық балансының есебі

Цехтің «сары кек» өнімдік ерітіндісін өндіруі өндірісі – 625 тонна.

Уранның концентрациясын өнімдік ерітіндіде – 65 мг/л.

Операцияларда уранды шығару құрайтыны:

- сорбция 98 %;
- десорбция 99%;
- тұндыру 98%;
- фильтрация 98 % .

Уранның тұнуын каустикалық содада диуранат натрий – $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$ түрінде жүргіземіз.

Жобаланған цехтың өнімділігі жылына сары кек бойынша 625 тонна $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$.

Онда сағатына өнімнің алынатын мөлшері:

$$W = \frac{625000}{24 \cdot 362} = 71,9 \text{ Na}_2\text{U}_2\text{O}_7 \text{ кг/сағ.}$$

71,9 кг $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$ ішінде 50,3 кг U бар.

Фильтрацияда 98 % U алынады, онда бұл процеске:

$$\frac{50,3}{0,98} = 51,3 \text{ кг U кіреді.}$$

Тұндыруда 98 % U алынады, онда бұл процеске:

$$\frac{51,3}{0,98} = 52,37 \text{ кг U кіреді.}$$

Десорбцияда 99 % U алынады, онда бұл процеске:

$$\frac{52,37}{0,98} = 53,44 \text{ кг U кіреді.}$$

Сорбцияда 98 % U алынады, онда бұл процеске:

$$\frac{53,44}{0,98} = 54,53 \text{ кг U кіреді.}$$

Тәжірибенің көрсеткіші бойынша өнімдік ерітіндінің құрамында U-ның 65 мг/л немесе 0,065 мг/ м³. Онда сағатына сорбцияға берілетін өнімдік ерітіндінің (ӨЕ) көлемі:

$$\frac{54,53}{0,000065} = 838\,978 \text{ дм}^3 = 838,978 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

Сорбцияның негізгі үрдісі сорбциондық бағаналарда жүзеге асады, сорбент – ерітінді қарама қарсы режимде жұмыс жасайды.

Сорбент ретінде Amberlit IRA-910 Cl қолданамыз. Бұл сорбенттің сипаттамасы 1 кестеде көрсетілген

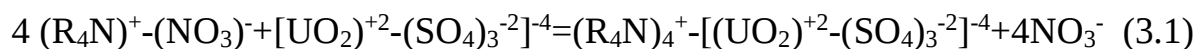
1 Кесте – Сорбент Amberlit IRA-910 Cl сипаттамасы

Негізі	Макрокеуекті тігілген полистирол
Жеткізгендегі иондық формасы	Хлоридтық
Физикалық формасы	Бозарыңқы-сары ұнталған мөлдір емес
Функционалдық топ	-N ⁺ (CN ₃) ₂ C ₂ H ₄ OH
Максималды қайтымды толуы	Cl ⁻ OH ⁻ : 15%
Тауарлық салмағы	700 г/л (Cl ⁻ форма)
Ылғалдылық құрамы	54-61% (Cl ⁻ форма)
Жалпы ауыстырылатын сыйымдылығы	≥ 1,0 г-экв/л (Cl ⁻ форма)
Бөлшектің орташа өлшемі	≤ 1,50
Біртектілік коэффициенті	
Ірі ұнталған	> 1,180 мм: 4,0%
Ұсақ ұнталған құрамы	< 0,710 мм: 5,0 %

Сорбенттің меншікті шығыны 40 г / 1 кг Na₂U₂O₇ құрайды. Онда сорбция үрдісіне:

$$40 \cdot 54,53 = 2481,2 \text{ г} = 2,48 \text{ кг сорбенті қажет.}$$

Сорбция кезінде келесі реакция өтеді:



Бастапқы мәліметтер бойынша уранды шайырдың көлеміне сорбциялап бөліп алу мөлшері 98 % болады. Шайыр көлеміне уранның келесі саны шығады:

$$54,53 \cdot 0,98 = 53,43 \text{ кг.}$$

Ерітіндіде қалады:

$$54,53 - 53,43 = 1,1 \text{ кг.}$$

Сонымен 1 сағатта өтетін сорбцияның материалдық балансын келесі түрде құраймыз кесте 2.

2 Кесте – Сорбцияның уран бойынша материалдық балансы

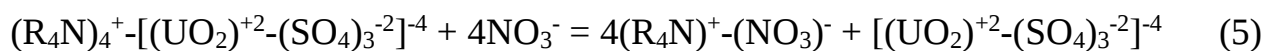
Кіріс	Мөлшері	Шығын	Мөлшері
1. Өнімдік ерітіндіде; U, кг	54,53	1. Қайтымды ерітіндіде, U, кг	1,1
2. Сорбент Amberlit IRA-910 Cl, U, кг	—	2. Қаныққан сорбент: U, кг	53,43
БАРЛЫҒЫ: U, кг	53,43	БАРЛЫҒЫ: U, кг	54,53

4.2 Десорбция процесінің материалдық балансының есебі

Десорбция үрдісі десорбция бағаналарында қарама қарсы режимде жүзеге асады. Десорбция үрдісінің ұзақтығы 30-дан 40 сағатқа дейін өзгереді.

Десорбция ерітінді ретінде аммиактық селитраны және күкірт қышқылы ерітіндісін қолданамыз [10].

Қолданылған десорбция ерітіндісі бойынша келесі реакция өтеді:



Бұл ерітіндінің құрамында 65 г/л нитрат-ион болады, ал қышқылдығы 35 г/л. Сондықтан барлық бағаналарда сорбенттерге сағатына қонған уранның көлемі:

$$\frac{71,9}{0,98} = 73,36 \text{ дм}^3$$

Десорбция кезінде уранның бөліну дәрежесі 99 % құрайды, онда 1 сағатына регенератқа:

$$54,53 \cdot 0,99 = 53,98 \text{ кг уран шығады.}$$

Шайырда қалады:

$$54,53 - 53,98 = 0,55 \text{ кг.}$$

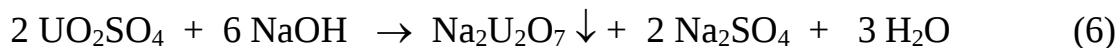
Десорбцияның 1 бағанада жүретін материалдық балансын келесі түрде құраймыз кесте 3.

3 Кесте – Уран бойынша десорбция үрдісінің материалдық балансы

Кіріс	Мөлшері	Шығын	Мөлшері
1. Қаныққан сорбент: онда U, кг	53,98	1. Өңделген сорбент: онда U, кг	0,55
2. Десорбция ерітіндісі: онда U, кг	—	2. Регенерат, в т.ч. U	53,98
БАРЛЫҒЫ: U, кг	53,98	БАРЛЫҒЫ: U, кг	54,53

4.3 Тұндыру процесінің материалдық балансының есебі

Десорбциядан кейін ерітіндіні тұндыру әдісімен уранның таза тұзын алуға болады. Уранның тұнуы натрий диуранат түрінде каустикалық содамен келесі реакция бойынша жүреді:



Тұндыру кезінде 98 % -ға дейін уран тұнады.

Тұнған уран санын санаймыз:

$$53,98 \cdot 0,98 = 52,9 \text{ кг.}$$

Тұндыру кезінде ерітіндіде қалатыны :

$$53,98 - 52,9 = 1,08 \text{ кг.}$$

4 Кесте – Тұндырудың уран бойыншы материалдық балансы

Кіріс	кг	Шығын	кг
1. Регенерат: онда U, кг	53,98	1. Na₂U₂O₇ қалдығы: онда U, кг	52,9
2. NaOH ерітіндісі: онда U, кг	—	2. Ерітінді: онда U, кг	1,08
БАРЛЫҒЫ: U, кг	53,98	БАРЛЫҒЫ: U, кг	53,98

4.4 Негізгі жабдықтардың технологиялық есебі және таңдауы

4.4.1 Сорбция жабдығының есебі және таңдауы

Сорбцияға қажетті колоннаны есептеу үшін ең бірінші жалпы бағанаға берілетін ӨЕ мөлшерін тауып алу керек. Ол келесі формуламен анықлады :

$$G = \frac{W}{C_U} \text{ м}^3/\text{сағ.} \quad (7)$$

мұндағы G – сорбциялық бағанаға ӨЕ беру өнімділігі

W – 1 сағатта шығатын сары кек өнімділігі

C_U – ӨЕ уранның концентрациясы

$$G = \frac{71,9}{0,065} = 1106,15 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

Сорбцияға келетін ӨЕ өнімділігін тапқан соң қанша бағана керектігін есептейміз. Ол келесі формуламен анықтаймыз:

$$N = \frac{k \cdot G}{V} \quad . \quad (8)$$

мұндағы k – запастық коэффициенті, оны біз - 1,1 тең деп аламыз

V – фильтрация жылдамдығы, $\text{м}^3/\text{сағ}$.

G – сорбциялық бағанаға ӨЕ беру өнімділігі

Бір бағананың өнімділігі, жүктелгенін ескере отырып, - $200 \text{ м}^3/\text{сағ}$

$$N = \frac{1,1 \cdot 1106}{200} = 6,08 \text{ дана.}$$

Бір бағананың істен шығуы немесе жоспарлы жөндеу жұмыстарын жүргізу үшін 1 қосалқы бағана керек. Сонда барлығы $10 + 1 = 11$ бағана керек болады.

Өнімді ерітіндіден уранды өндіру үшін диаметрі ~ 3 м және биіктігі ~ 10 м болатын қысым бағаналары (СНК) кең қолданыс тапты. Негізгі ерітінді қысыммен бағананың төменгі бөлігіне беріледі және шайыр ағынына қарсы жоғары қарай жылжиды. Бағананың жоғарғы бөлігінде ерітінді шайырды ұстап қалатын сүзгілеуші патрон арқылы өтеді, қышқылмен күшейтуге бағытталады және содан кейін айдау ұңғымасына айдалынады. Ондағы бағаналардың жұмыс кезінде бір мезетте үш қабатты ионит болады:

– бағананың жоғарғы бөлігінде – жаңа келіп түскен ионит қабаты, ол кедейленген ерітіндідегі уранның концентрациясын $1\text{-}3 \text{ мг/л}$ дейін төмендеуін қамтамасыз етеді;

– ортаңғы бөлігінде – жұмыс концентрациясының бағыты қалыптасады, бағыт биіктігі ($5\text{-}6 \text{ м}$) иониттің сыйымдылығына, ерітіндідегі уран концентрациясына, ерітіндінің қозғалыс жылдамдығына ($25\text{-}35 \text{ м/сағ}$) байланысты болады;

– төменгі бөлігінде – қаныққан ионит қабаты жинақталады.

Бағана жартылай үздіксіз режимде жұмыс істейді. Негізгі ерітіндінің берілуі қысқа уақытқа тоқтатылған кезде периодты түрде шайырлы эрлифтке ауа беріледі және бағанадан қаныққан иониттің белгілі бөлігін алып тастайды, ол регенерациялауға бағытталады. Бұл кезде бір мезетте тиеумен бірге қысымды бункерден шайырдың ағыт өтуі жүреді және бұл кезде ионит қабатының біркелкілігі бұзылмайды және сорбциялық өңдеу жұмысының сапасын біршама төмендететін, оның бойлық араласуы жүрмейді. Осыдан кейін, бункердің төбесінен бағанаға көлемі жойылған көлемге тең болатын жаңа келіп түскен шайыр беріледі. Содан соң, бағанаға негізгі ерітіндінің берілуі жаңартылады. Бұл операцияларда, жұмысшы концентрацияның бағыты бағананың ортаңғы бөлігінде ұсталынады. Қысымды сорбциялық бағана (СНК) ернеушенің цилиндрлік корпусынан, жоғарғы дренажды құрылғыдан – кассет, ерітінді төгуге арналған түтігі бар сорбция - «қалташық» ұяшығының жинағынан, аппараттың

кимасы бойынша ағынды конусты таратқышы бар өнімді ерітіндіні қосуға арналған құрылғыдан, қаныққан ионалмасқыш шайырды түсіруге арналған құрылғыдан, регенерацияланған шайырды жүктеуге арналған қысымды бункерден құралған. Жұмыс жағдайында бағананың барлық көлемі ионитпен толтырылады және ерітінді иониттің тығыз қабаты арқылы төменнен жоғарыға қарай сүзгіленеді, иониттің жұмыс қабатының сығымдалуы және тығыздалуы бағана корпусының жоғарғы бөлігінде дренажды құрылғысын орнатумен және жүктеу бункерімен бірге, дренажды құрылғыдан жоғары иониттің құрғатылған қабатының болуымен қамтамасыз етіледі [14].

Сорбциялық қысымды бағанада уранды сорбциялық өндіру динамикалық режимде жүргізіледі, бұл кезде иониттің қозғалмайтын бөлігі арқылы ерітіндінің жұмыс ағыны сүзгіленеді. Бұл талдауға және басқаруға күрделі процесс, себебі алынатын уранның концентрациясы екі фазада да қабаттың биіктігі бойынша және уақыт бойынша үздіксіз өзгереді. Осылайша, өнімді ерітіндіні сүзгілеу процесінде иониттің тығыз қабаты арқылы сорбциялық қысымды бағанада ерітіндінің сүзгілеу бағыты бойынша сұйық фазада уран концентрациясының төмендейтін орны болады. Бұл кезде, ерітіндінің құрамындағы уранның концентрациясы бастапқы мәннен кері құрамға дейін төмендеу болған кезде, ионит қабатының биіктігін иониттің жұмыс қабатының биіктігі (ұзындығы) деп атау керек. Қысымды бағаналарда ионитпен уранды сорбциялаудың негізгі мақсаты – уранмен қаныққан иониттің жұмыс ауысымды сыйымдылығына максималды қол жеткізгенде, сорбциялаудан кейін белгілі қалдықты ерітінді алу. Тепе-теңдік мәннен 70-80 % тең болатын мәнді жұмыс ауысымды сыйымдылыққа жатқызады.

4.5 Десорбция жабдығының есебі және таңдауы

Десорбция бағанының есептік диаметрі анықталады ол тәжірибе жүзінде 4,9 м, кіретін қозғалыс жылдамдығынан шығатыны десорбцияланған ерітінді ұсталынған шайыр жағдайда өлшенген қабат. Десорбциондық бағананы есептеу үшін келесі формуланы қолданамыз.

$$V_{жалты} = V_{сорбент} \cdot t; \text{ м}^3. \quad (9)$$

мұндағы $V_{жалты}$ – десорбция процесіндегі аппараттың жалпы көлемі;

$V_{сорбент}$ – десорбциялық бағананың жұмысшы көлемі, м^3 ;

t – сорбенттің десорбциялық ерітіндімен жанасу уақыты, ол 48 сағатқа тең болып келеді. Тәжірибеде $V_{сорбент}$ $4,9 \text{ м}^3$ тең болып саналады.

$$V_{жалты} = 4,9 \cdot 48 = 235 \text{ м}^3.$$

Десорбция процесіндегі аппараттың жалпы көлемін тапқаннан соң десорбцияға қажетті бағандарды келесі формуламен анықтаймыз.

$$N = \frac{V_{жалпы}}{V_{колонна}}. \quad (10)$$

мұндағы N – бағаналар саны;

$V_{жалпы}$ – десорбция процесіндегі аппараттың жалпы көлемі;

$V_{бағана}$ – ДНК-2 типті бағананың жұмысшы көлемі – 30 м^3

$$N = \frac{235}{30} = 7,8 \approx 8.$$

Десорбция процесіне ДНК-2 типті бағананың 8 данасы жеткілікті болып табылады [12].

Жұмыс барысында ерітіндіні төменнен жоғарыға қарай және иониттің жоғарыдан төменге қарай орын ауысуы арқылы сүзгілеу жолымен десорбциялау бағанында иониттің қарсы ағыны пайда болады. Бұл кезде фаза қозғалысының бағыты бойынша ерітіндідегі уранның концентрациясы ұлғаяды, ал ионитті төмендейді, сәйкесінше операция соңында максималды және минималды мәнге қол жеткізеді. Қысымды бағанада иониттен уранды десорбциялаудың мақсаты – десорбциядан кейін десорбаттарда уранның мүмкін максималды мәніне және ионалмасу шайырында минималды қалдықты концентрацияға қол жеткізу. Нитратты десорбция технологиялық процесін басқарудың алгоритмінің негізіне ионит-ерітінді ағынында уран тепе-теңдігін және көрсетілген ағында нитра-иондар бойынша тепе-теңдікті сақтау болуы керек.

Десорбциялық қысымды бағаналардың конструкциясы сорбциялық бағанаға ұқсас болып келеді. Бағананың конструкциясы ернеушенің цилиндрлік корпусынан, жоғарғы дренажды құрылғыдан – кассет, ерітінді төгуге арналған түтігі бар десорбция-«қалташық» ұяшығының жинағынан, аппараттың қимасы бойынша ағынды конусты таратқышы бар өнімді ерітіндіні қосуға арналған құрылғыдан, сорбцияланған ионалмасқыш шайырды түсіруге арналған құрылғыдан, десорбцияланған шайырды жүктеуге арналған қысымды бункерден құралған. Жұмыс жағдайында бағананың барлық көлемі ионитпен толтырылады және ерітінді иониттің тығыз қабаты арқылы төменнен жоғарыға қарай сүзгіленеді, иониттің жұмыс қабатының сығымдалуы және тығыздалуы бағана корпусының жоғарғы бөлігінде дренажды құрылғысын орнатумен және жүктеу бункерімен бірге, дренажды құрылғыдан жоғары иониттің құрғатылған қабатының болуымен қамтамасыз етіледі.

Процесс жұмыс кезінде десорбциялық бағанада ионит пен ерітіндінінің арасында қарама-қарсылық қамтамасыз етіліп ерітіндіні сүзгілеу арқылы жоғарыдан төменге және ионитті төменнен жоғарыға алмастырады. Бағытталуына байланысты фазалардың қозғалысында уранның концентрациясы ерітіндіде ұлғайып, ал ионитте кемиді, операцияның соңында максималды және минималды мәніне жетеді.

Десорбциялау процесін жүргізу сапасынан барлық өңдеу кешенінің жұмысы байланысты болады. Сондықтан, технологтар десорбциялаушы ерітіндідегі нитраттардың тиімді концентрациясын дұрыс анықтауы керек,

десорбциялаушы ерітіндідегі сульфаттар мөлшерін төмендету бойынша шаралар қолдануы керек, регенерацияланған иониттегі Me қалдық концентрациясы минималды болуы керек, десорбциялаушы ерітіндідегі қышқылдықты төмендету керек, десорбцияға кететін оптималды шығынды, жылжу көлемін және десорбция уақытын дұрыс анықтауы керек.

4.6 Денитрация жабдығының есебі және таңдауы

Денитрация бағанының есептік диаметрі анықталады ол тәжірибе жүзінде 4,9 м, кіретін қозғалыс жылдамдығынан шығатыны денитрацияланған ертінді ұсталынған шайыр жағдайда өлшенген қабат. Денитрациялық бағананы есептеу үшін келесі формуланы қолданамыз.

$$V_{жалпы} = V_{сорбент} \cdot t; \text{ м}^3. \quad (11)$$

мұндағы $V_{жалпы}$ – денитрация процесіндегі аппараттың жалпы көлемі;
 $V_{сорбент}$ – денитрациялық бағананың жұмысшы көлемі, м^3 ;
 t – сорбенттің денитрациялық ерітіндімен жанасу уақыты, ол 20 сағатқа тең болып келеді. Тәжірибеде $4,9 \text{ м}^3$ тең болып саналады.

$$V_{жалпы} = 4,9 \cdot 20 = 98 \text{ м}^3.$$

Десорбция процесіндегі аппараттың жалпы көлемін тапқаннан соң десорбцияға қажетті бағандарды келесі формуламен анықтаймыз.

$$N = \frac{V_{жалпы}}{V_{колонна}}. \quad (12)$$

мұндағы N – бағаналар саны;
 $V_{жалпы}$ – денитрация процесіндегі аппараттың жалпы көлемі;
 $V_{бағана}$ – ДНК-2 типті бағананың жұмысшы көлемі – 30 м^3

$$N = \frac{98}{30} = 3,3 \approx 3 \text{ дана}.$$

Денитрация процесіне ДНК-2 типті бағанадан 3 дана жеткілікті болып табылады.

4.7 Тұндыру бағанының есебі және таңдау

Тұндыру бағанының таңдауы 1 сағатта тұндыру цикліне түсуші көлем тәуелділігіне байланысты. Тұндыру колоннасын тұндыру цикліне бір мезгілде берілетін ерітінді көлеміне қарай есептейміз, м³/сағ:

$$V_{\text{жалпы}} = V_{\text{тр}} + V_{\text{б.е.}} \quad (13)$$

мұндағы $V_{\text{жалпы}}$ – жалпы көлем, м³/час;
 $V_{\text{тр}}$ – тауарлы регенераттың көлемі, м³/сағ;
 $V_{\text{б.е.}}$ – бикарбонатты ерітінді көлемі, м³/сағ.

$$V_{\text{жалпы}} = 2,07 + 0,26 = 2,33 \text{ м}^3/\text{сағ}.$$

Тұндыру үрдісінде рН нейтрализациясы біртіндеп тауарлық регенерат рН – 1,2 ден 7,5 дейін өтіп жатады. Тәжірибе көрсеткіші, тауарлық регенерат нейтрализациясы ақырын жүрген сайын, соғұрлым сары кек кристалдарының физикалық параметрлері сапалы болады.

Сол үшін қондырғыда АОП-1500 (булы тұндыру аппараты), 18 м³ көлемі. Аппараттың конструкциялық ерекшеліктерінің бірі төменгі тауар регенерат жіберу және жоғарғы құюымен қорытындылайды, үйлестік бағаны кезектегі төмен жіберу ары қарай төмен тұратын бағанға жіберіледі [13]. Баған конструкциясы тауарлық регенераттың рН-ң бірқалыпты өсіруге мүмкіндік береді. АОП-1500 қондыруда қолданамыз, V=18 м³, саны 3 дана.

5 Қоршаған ортаны қорғау

5.1 Ластану көздері

«Ақдала» кен орнында тәжірибелік жұмыстар жүргізу кезінде қоршаған ортаны қорғау проблемаларын шешудің ерекше ерекшелігі жерді, жер қойнауын, суды, атмосфераны қорғау жөніндегі міндеттердің жалпы шешіміне қоршаған ортаның радиациялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету жөніндегі міндеттерді шешу қажеттілігі қосылады.

Уран кенденуі шамамен 600-700 метр тереңдікте оқшауланады және бұл ретте жер бетіне радиоактивтілік әсер етпейді. Жер бетіне жүргізілген радиометриялық түсірілім полигонның құрылысы болжанатын ЖШ орнында гамма дозасының қарқындылығы 20 мкР/сағ аспайтынын көрсетті.

Уран өндірудің мінсіз жерасты ұңғымалық тәсілі және қайта өңдеу қалдықтарын дұрыс басқару жағдайында да кез келген деңгейдегі сыртқы және ішкі әсер ету тәуекелінің пайда болу қаупі орын алуы мүмкін.

Кен орнында тәжірибелік жұмыстарды жүргізу барысында жер бетінің ластануымен қатар жүретін ерітінділердің кездейсоқ төгіліп жайылуы мүмкін.

Мұндай учаскелерде қызметкерлердің қысқа мерзімді болуы аса қауіпті емес.

Кен орнын ұңғымалық жерасты шаймалау тәсілімен өңдеу кезінде газ тәрізді радиоактивті заттар (радон-222), құрамында табиғи радиоактивті изотоптар (радий, уран) бар сұйық және қатты қалдықтар түзіледі.

Жер қойнауынан уранды ұңғымалық ЖҰШ технологиясы пайдалану блоктарын өңдеуге дайындау кезінде тау-кен массасының аз ғана мөлшерін жер бетіне бөліп алумен байланысты және іс жүзінде қалдықсыз өндіріс болып табылады.

Ерітінділер төгілген жерлерде жер беті сульфаттармен және уран-радий қатарындағы табиғи радионуклидтермен ластануы мүмкін.

ЖШ процесін дұрыс жүргізу, сумен жабдықтаудың айналым жүйесін құру арқылы жер беті іс жүзінде ластанбайды, бұл қалпына келтірудің минималды шығындарына әкеледі.

Радиациялық және химиялық ластанудың негізгі түрлері:

- 1 Сыртқы гамма-сәулелену;
- 2 Ауаның радионуклидтермен ластануы және олардың ағзаға түсуі;
- 3 Ауаның улы химикаттармен ластануы;
- 4 Жабдықтардың, ғимараттар мен құрылыстардың жұмыс беттерінің радионуклидтермен ластануы;
- 5 Полигондар топырағының және сорбциялық қондырғы аумағының ластануы;
- 6 Судың ластануы.

Жоғарыда көрсетілген ластануды болдырмау және олардың қоршаған ортаға әсерін азайту мақсатында жобада мынадай іс-шаралар көзделген.

1-ші бойынша:

- радиоактивтілік көрінісі болжанатын аймақтардың болуы туралы персоналға хабарлау;
- жұмыс аймағының контуры бойынша ескерту және ақпараттық белгілерді ілу;
- полигон мен өндірістік алаң аумағында жылына 1 рет гамма-түсіру және сорбция мен десорбция учаскесінде тоқсан сайын гамма-түсіру жүргізу;
- технологиялық ерітінділердің авариялық төгілуі кезінде сорбция, десорбция учаскелерінде жедел гамма-түсіруді жүргізу.

2-ші бойынша:

- ұңғымалардан ӨЕ айдау үшін батырылатын ұңғымалық сорғыларды қолдану есебінен аэрозольдар бөлінуінің төмендеуі;
- ЦППР ғимаратының АСГБ аппаратында аэрозольдарды ұстайтын жергілікті желдету жүйесін пайдалану;
- сорбция учаскелерінде ұзақ өмір сүретін радиоактивті аэрозольдармен ластануды өлшеу және 3 тоқсанда бір рет кезеңділікпен;
- технологиялық құбырлардың герметикалығын ауысым сайын бақылау.

3-ші бойынша:

- қолданылатын технологиялық ерітінділердің әсеріне төзімді жабдықтар үшін арнайы тот баспайтын болаттарды таңдау;
- барлық технологиялық жабдықтардан жергілікті сорғылауды ұйымдастыру.

4-ші бойынша:

- сорбция және десорбция жұмыс аймақтарын ауысым сайын гидрожинауды ұйымдастыру;
- жөндеуге шығарылатын немесе көмуге жататын жабдықтар мен құбыржолдарды дезактивациялау;
- технологиялық процестерді барынша автоматтандыру.

5-ші бойынша:

- төгілулер мен ағулардың болуын ауысым сайын бақылау Жабдықтар мен құбырларды тұрақты тексеру кезінде көзбен шолып қана қоймай, сонымен қатар автоматика құралдарымен де жүргізіледі;
- қатты төмен радиоактивті қалдықтарды "РУ-6" ЖШС-ке жібере отырып, полигон топырағын және сорбциялық қондырғы аумағын ластанудың жоғары ошақтарының анықталуына қарай мерзімді дезактивациялау.

6 -ші бойынша:

- пайдалануға тапсырар алдында әрбір ұңғыма шегендеу бағанының бүтіндігіне тексеріледі;
- әр ұңғыманың шегендеу бағанының тұтастығына тоқсан сайын бақылау жүргізу;
- технологиялық өрістердің айналасында бақылау ұңғымаларын бұрғылау;

- технологиялық ерітінділердің ықтимал таралу жолдарында орналасқан бақылау ұңғымаларына тоқсан сайын кешенді сынамалау жүргізу;
- бақылау ұңғымаларындағы пьезометриялық деңгейлерді тоқсан сайын өлшеу;
- блоктар мен ұңғымалар бойынша ШЕ шығынын және ШЕ-дегі күкірт қышқылының концентрациясын реттеу арқылы шаймалау процесін жедел бақылау және басқару.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жоба жер бетінен жерасты шаймалау әдісімен уранды шаймалау технологиясын жобалауға арналған, оның нәтижесі өнімді ерітінділерді өңдеу нәтижесінде уран концентратын алу болып табылады. Дипломдық жобаның жылдық өнімділігіне байланысты (625 тонна) Ақдала кен орнындағы уран ерітіндісін өңдеу технологиясы қарастырылды. Құрамында ураны бар кеннің және минералдар түрінің әртүрлілігіне қарамастан, олардың көп бөлігі сілтілік металдар карбонатының ыстық ерітінділерінде және минералды қышқылдарда ериді.

Жер асты шаймалаудың пайдалану алаңынан өнімді ерітінділер тұндырғыш арқылы беттік технологиялық қайта өңдеу жүйесіне түседі, ол мынадай тораптарды қамтиды: өнімді ерітінділерді сорбциялық өңдеу, уранды шайырдан десорбциялау, сорбентті регенерациялау, Тұндыру және сүзгілеу және сығу арқылы химиялық концентратты алу. Технологиялық процестердің есептелуі: Сорбция, десорбция, тұндыру процестерінің материалдық балансының есебі және осы процестердің жабдықтары есептелді.

Дипломдық жобалау бағдарламасының талаптарына сәйкес келетін бөлімдер қарастырылған.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Громов Б.В. Уранның химиялық технологиясына кіріспе. Жоғары оқу орындарына арналған оқулық. – Алматы.: «Бастау», 2004. – 358 б.
- 2 Галкин П.Н., Майоров А.А., Верятин У.Д. Технология переработки концентратов урана. –М.: «Атомиздат», 1960. –С. 125-150.
- 3 Галкин П.Н., Тихомиров В.Б. Основные процессы и аппараты технологии урана. М.: «Государственное издательство литературы в области атомной науки и техники», 1961. –С. 36–193.
- 4 Инструкция (Методические рекомендации) по подземному скважному выщелачиванию урана. Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ». – Алматы.: 2006. – 118 б.
- 5 Бугенов Е.С., Василевский О.В. Физико-химические основы и технология получения химических концентратов природного урана. – Алматы, КазНТУ, 2006. –438 с.
- 6 Технологический регламент переработки продуктивных растворов месторождения «Северный Карамурун» (УППР-1). П.г.т. Шиели, 2007. – 60 с.
7. И.М. Вассерман. Химическое осаждение из растворов. – Л.: Химия, 1980 . – 180 с.
- 8 В.А. Макаревич. Строительное проектирование химических предприятий. М.: Высшая школа, 1977. – 120 с.
- 9 Н.З. Битколов. Вентиляция предприятий атомной промышленности. – М.: Энергоатомиздат, 1984. –250 с.
- 10 Н.Д. Троц. Устройство вентиляции в промышленном строительстве. – М. Издательство по строительству 1983 . – 186 с.
- 11 К.Ф. Павлов, П.Г. Романков. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – М.: Химия, 1971. – 236 с.
- 12 Сугак А.В., Леонтьев В.К., Туркин В.В. Процессы и аппараты химической технологии. – М.: «Академия», 2005. – 224 с.
- 13 Мусин К.А. Еңбекті қорғау. – Алматы: ҚазҰТУ, 1995. – 125 б.
- 14 Г.В. Макаров, А.Я. Васин. Охрана труда в химической промышленности. – М.: Химия, 1989. – 163 с.
- 15 Б.М. Злобинский. Производственная санитария. – М.: Металлургия, 1969. – 158 с.

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
СЫН-ПІКІРІ**

Дипломдық жобаға

(жұмыс түрінің атауы)

Елтай Еркебұлан Бейбітұлы

(оқушының Т.А.Ж.)

5B070900 – Металлургия

(мамандық шифры, атауы)

Тақырыбына «Өнімдік уран ерітіндісін өңдейтін (өнімділігі 625т/жыл) өндіріс орнының жобасы»

Студент Елтай Еркебұлан Бейбітұлы тапсырма бойынша өнімдік уран ерітіндісін өңдейтін (өнімділігі 625т/жыл) өндіріс орнының жобасын 41 беттік компьютерлендірілген түсіндірме жазбамен қамтыды. Жобада берілген тапсырмаға қарасты шешілетін барлық сұрақтар толығымен дұрыс орындалған. Жазбада технологиялық алаң, қабылданған технологиямен алынған уран өнімдерінің баланстары анықталынып, еңбек қорғау, процесстерді басқару бөлімдері қарастырылған.

Студент Елтай Еркебұлан Бейбітұлы жоба бойынша берілген тапсырмаларды өз мүмкіндігінше толықтай орындап, белсенділік танытты. Пікірге ұсынылған дипломдық жоба оған қойылатын талаптарға сай орындалған. Жобалау нәтижесін ескере отырып (92%) деген баға беруге болады және оның авторына 5B070900 – Металлургия мамандығының бакалавры деген атқа лайықты деп санаймын.

Ғылыми жетекші PhD доктор

(лауазым, ғылыми дәрежесі, атағы)

Мамбеталиева А.Р.

(А.Ж. қолы)

«25» 05 2022 ж

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

ПІКІР

Дипломдық жоба

(жұмыс түрінің атауы)

Елтай Еркебұлан Бейбітұлы

(оқушының Т.А.Ж.)

5B070900 – Металлургия

(мамандық шифры, атауы)

Тақырыбына «Өнімдік уран ерітіндісін өңдейтін (өнімділігі 625т/жыл) өндіріс орнының жобасы»

Өзірленген:

а) түсіндірме жазбасы 42 бетте

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Пікірге ұсынылған дипломдық жоба өнімдік уран ерітіндісін өңдейтін (өнімділігі 625т/жыл) өндіріс орнының жобасы. Жоба берілген тапсырмаға және уран өндірісінің технологиялық регламентке сай орындалған. Жобада қабылданған технологияға қарай барлық өңдеу үрдістері толығымен қамтылған. Қабылданған технологиямен алынған құрамында ураны бар кендерден уранды бөліп алу тәсілдері, уран кендерін шаймалап алу технологиясы, оларға қарасты шешілетін барлық сұрақтар толығымен дұрыс орындалған. Дегенмен жобада қарастырылатын технологияға сай жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмыстары туралы мәліметтер келтірілмеген, түсініктеме жазбада қателіктер кездеседі.

Жұмыс бағасы

Айтылған кемшіліктер орындалған жұмыстың құндылығына мән келтірмейді, сондықтан орындалған жобаға өте жақсы (92%) деген баға қойылады. Жоба авторы Елтай Еркебұлан Бейбітұлы 5B070900 – Металлургия мамандығының бакалавры деген атқа лайықты деп ойлаймын.

Пікір беруші

техн. ғыл. кандидаты

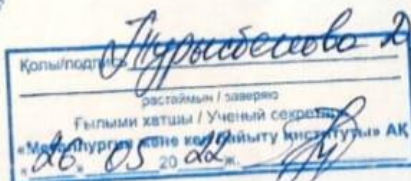
(лауазым, ғылыми дәрежесі, атағы)

Турысбеков Д.К.

(А.А.Қолы)

« 26 »

2022 ж



Ф КазНИТУ 706-17. Пікір

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Елтай Еркебулан Бейбітұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Өнімдік уран ерітіндісін өңдейтін (өнімділігі 625 т/жыл) өндіріс орнының жобасы

Научный руководитель: Алима Мамбеталиева

Коэффициент Подобия 1: 8.1

Коэффициент Подобия 2: 3.8

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 12

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

☐ Обоснование: *Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом.*

Дата 31-05-2022

Заведующий кафедрой

*Миопе
Бермешин М.Б.
[подпись]*

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Елтай Еркебулан Бейбітұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Өнімдік уран ерітіндісін өңдейтін (өнімділігі 625 т/жыл) өндіріс орнының жобасы

Научный руководитель: Алима Мамбеталиева

Коэффициент Подобия 1: 8.1

Коэффициент Подобия 2: 3.8

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 12

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

☐ Обоснование:

Дата

26.05.2022

Мамбеталиева А.Р.
проверяющий эксперт

**Метаданные**

Название

Өнімдік уран ерітіндісін өңдейтін (өнімділігі 625 т/жыл) өндіріс орнының жобасы

Автор

Елтай Еркебулан Бейбітұлы

Научный руководитель

Алима Мамбеталиева

Подразделение

Г_М_И**Список возможных попыток манипуляций с текстом**

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

Замена букв		12
Интервалы		0
Микропробелы		0
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		60

Объем найденных подоби

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

**25**

Длина фразы для коэффициента подобия 2

**8386**

Количество слов

**66125**

Количество символов

Подобия по списку источников

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

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	слушатель дисс.маг. .doc 12/5/2019 Satbayev University (ИГиНГД)	74	0.88 %
2	Инкай кенорнын игеру жобасы.doc 5/15/2020 Satbayev University (ИГиНГД)	69	0.82 %
3	https://stud.kz/prezentatsiya/id/37903	45	0.54 %