

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университет" коммерциялық емес
акционерлік қоғамы

Ө. Байқоныров атындағы Тау – кен металлургия институты
Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Мухтарқызы Асель

Уран құрамды ерітінділерді өндеуге арналған өндіріс жобасы (Қызылқұм кеніші)

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

6В07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту ББ

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университет" коммерциялық емес
акционерлік қоғамы

Ө. Байқоныров атындағы Тау – кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
МжПҚБ кафедра меңгерушісі
техн. ғыл. канд. қауым. проф.
М.Б. Барменшинова
« 2 » 10 2023 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Уран құрамды ерітінділерді өңдеуге арналған өндіріс жобасы (Қызылқұм
кеніші)»

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту ББ

Орындаған

Мухтарқызы Асель

Рецензент:
тех. ғыл. канд, Д. В. Сокольский атындағы
жанармай, катализ және электрохимия
институтының сирек, шашыранқы
элементтер секторының аға ғылыми
қызметкері

Шарипова А. С.
« 1 » ноябрь 2023 ж.

Ғылыми жетекшісі:
PhD докторы, МжПҚБ каф. аға
оқытушы
Мамбеталиева А.Р.
« 02 » 06 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті" коммерциялық емес
акционерлік қоғамы

Ө. Байқоныров атындағы Тау – кен металлургия институты

6B07203 - Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы



БЕКТЕМІН

МжТҚБ кафедра меңгерушісі

тех. ғыл. канд, қауым. проф.

М.Б. Барменшинова

29/05/2023 ж.

ТАПСЫРМА

дипломдық жобаны орындауға

Білім алушы Мухтарқызы Асель

Тақырып: «Уран құрамды ерітінділерді өндеуге арналған өндіріс жобасы (Қызылқұм кеніші)»

Басқарма Төрағасы – ректордың 2022 жылғы «23 қараша» №408 бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «31» 05 2023ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері : Кен орнының өндірістік технологиялық
регламенті , дипломдық жобаның қысқаша мазмұны .

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Кіріспе бөлім

Кен орнының сипаттамасы.

б) Негізгі бөлім

Жерасты ұңғымалық шаймалау технологиясы .

в) Технологиялық бөлім

Графикалық материалдың тізбесі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

жұмыс презентациясының 19 слайдтары ұсынылды

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

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


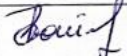
2 Лаверов Н.П. Уран және сирек металл кен орындары . - М.: Атомиздат, 1976.

атаудан тұрады.

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелер тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескертпе
Кіріспе бөлім	09.02.2023 – 28.02.2023	
Негізгі бөлім	01.03.2023 – 31.03.2023	
Технологиялық бөлім	11.04.2023 – 11.05.2023	

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 аға оқытушы	17.05.23	
Норма бақылау	Таймасова А.Н. техн.ғылым магистрі	31.05.2023	

Ғылыми жетекші



Мамбеталиева А.Р.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Мухтарқызы А.

Күні

«05» 06 2023 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жоба Қызылорда ауданының территориясында Амудария мен Сырдария өзендерінің аралығында орналасқан Қызылқұм кенішінің уран құрамды ерітінділерді өңдеуге арналған өндіріс жобасына негізделген. Жобада уранды өңдеу технологиясы сорбциялық және десорбциялық процестерімен атқарылады. Жобада негізгі өндірістік процестер, кеніштің технологиялық көрсеткіштері көрсетілген. Байытылған десорбаттан сары кек алынады .

Өнімді ерітіндіні күкірт қышқылы негізінде ұңғымалар арқылы жерасты шаймалау әдісімен жүргізіледі. Процесстің негізгі технологиялық схемасы және материалдық баланстарына есептеулер қарастырылған .

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект основан на проекте производства для переработки урансодержащих растворов рудника Кызылқум, расположенного на территории Кызылординского района между реками Амударья и Сырдарья. В проекте Технология переработки урана выполняется сорбционными и десорбционными процессами. В проекте отражены такие разделы, как основные производственные процессы, показатели рудника. Из обогащенного десорбата берется желтая месь.

Продуктивный раствор производится методом подземного выщелачивания через скважины на основе серной кислоты. Рассмотрены основные технологические схемы процесса и расчеты материальных балансов.

ANNOTATION

The diploma project is based on the production project for processing uranium-containing solutions of the Kyzylkum mine, located in the territory of the Kyzylorda region between the Amu Darya and Syr Darya rivers. In the project , the technology of uranium processing is carried out by sorption and desorption processes. The project reflects such sections as the main production processes, mine indicators. Yellow revenge is taken from the enriched desorbate.

The productive solution is produced by underground leaching through wells based on sulfuric acid. The main technological schemes of the process and calculations of material balances are considered.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	
1	Әдебиетке шолу	8
1.1	Уран және оның минералдары	8
1.2	Уран кен орындары мен қорлары	9
2	Жалпы түсіндірме	11
2.1	Кен орнына физико – географиялық сипаттама	11
2.2	Негізгі жобалық шешімдер	12
2.3	Пайдалы қазбалар	12
2.4	Транспорттық жағдайы	13
3	Өндіріс технологиясы	14
3.1	Жерасты – ұңғымалық шаймалау технологиясы	14
3.2	Жерасты шаймалаудан өнімді ерітінділерді өңдеу әдістері	16
3.3	Карбонатты шаймалау	17
3.4	Қышқылмен шаймалау	18
3.5	Экстракциялық әдіс	19
4	Технологиялық процесстері	20
4.1	Жерасты шаймалаудың өнімді ерітінділерін сорбциялауға дайындау	20
4.2	Сорбциялық әдіс	20
4.3	Уран десорбциясы	23
4.4	Денитрация	24
4.5	Уран концентратын тұнбаға түсіру және фильтрлеу	25
4.6	Соңғы өнім сипаттамасы	26
4.7	Технологиялық схема	27
5	Материалдық балансты есептеу	28
5.1	Сорбция процесі	28
5.2	Десорбция процесі	30
5.3	Аппараттық есеп	31
5.3.1	СНК – 3М колоннасын есептеу	31
5.3.2	Колонна санын есептеу	33
	Қорытынды	
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда Қазақстандағы уран өндірісі уақыт өте келе қарқынды дамуда. Дүниежүзілік қор бойынша 800 мың тоннадан астам уран қорына ие және осы көрсеткіш бойынша 2 – ші орында. Көбіне уран өндіру атом энергетикасын дамытушы елдер үшін маңызды. Уран радиоактивті қасиетке ие болу себебінен оны игеруде салдары экологиямен халықтың денсаулығына кері әсерін тигізбес мақсатында ұнғымалы жүйе арқылы жерасты шаймалау жүргізілуде. Бұл процессте еріген уран ионалмастырушы шайырлар көмегімен жердің беткі қабатына шығарылады. Соның нәтижесінде қалдықтармен жынстар қалдырмай жердің бет қабатын аз зақымдайды.

Дипломдық жұмыста ҰАК «Қазатомпром» кен орындарының бірі Қызылқұм кенішінің уран құрамды ерітінділерді өңдеуге арналған өндіріс жобасы жайлы мәліметтер келтірілген.

«Қазатомпром»-ұлттық атом компаниясының жүргізілуімен уран, атом электр станцияларына қолданатын ядролық отын және сирек металдар бойынша өндіру жұмыстарымен айналысатын ең ірі әрі көшбасшы компаниялардың бірі. Уран өндіру бойынша компания 2009 жылдан бастап қазірге дейін алдыңғы қатарларда болып келеді.

Кен орны жерасты - ұнғымалап шаймалау әдісі арқылы жұмыс атқарады. Жердің беткі қабатын шаңмен көтермей, ұзындықтары шамамен 400 метрлі айдау ұнғымалары бұрғыланып , күкірт қышқылы көмегімен уран ерітіндіге өткізіледі. Осы тұрғыда күкірт қышқылының қолданылу себебі - құны арзан әрі тиімді. Сонымен қатар құрамында ерімейтін оксидтері бар көп жағдайларда уран минералдар көбінесе концентрацияланған қышқылдармен ғана ашылады. Олар: уранинит, настуран. Жердің бетіне сорғы ұнғымасымен алынады. Технологиялық процесстер көмегімен сары кек түріне жеткізіледі. Қазіргі таңда жобада қарастырылатын тауарлық уран десорбатын өндіру еліміздің көп жерлерінде қолданыста.

Жерасты ұнғымалап шаймалау әдісінде уранның жер қабатында орналасуына байланысты айдау және сору ұнғымаларының бұрғылау, уран кендеріне күкірт қышқылын беру, өнімді ерітіндіні жоғарғы қабатқа шығару, оны сорбция және десорбция процесстеріне жіберу жұмыстары атқарылады. Бұл процесстер нәтижесінде жер қойнауының геологиялық және экологиялық жағдайлары өзгеріске ұшырамайды, себебі тау – кен массасы алу жұмыстары жүргізілмейді.

1 Әдебиетке шолу

1.1 Уран және оның минералдары

Уран (U) –Д.И.Менделеевтің Периодтық жүйесінің 92 реттік нөмірінде орналасқан радиоактивті химиялық элемент. Тығыздығы $19,12 \text{ г/см}^3$ ($20 \text{ }^\circ\text{C}$ температурада), атомдық салмағы 238,07; орташа балқу температурасы $1132 \text{ }^\circ\text{C}$, балқу температурасындағы сұйық уранның тығыздығы $16/63 \text{ г/см}^3$.

Уран–басқа элементтермен салыстырғанда табиғатта көп кездесетін ең ауыр элемент. Уран туралы алғаш ақпарат 1789 жылы жарық көрген. Қазіргі күнге дейін темір волфраматы деп танылған сары саксондық шайыр кенінде жаңа белгісіз элементтің барын неміс химигі сонымен қатар философы Мартин Герман Клапрот анықтаған. Оны сол жылдары ашылған планетаның құрметіне қарай Уран деп атаған. Сары шайыр рудасын көмірмен калцинациялау нәтижесінде, металдық жылтырлыққа ие қара зат алған болатын. Клапрот 50 жылдықта оны уран деп санап келді. 1841 жылы Евгений Пелиго Клапроттың тұжырымының қате екенін алынған затты металл емес уран оксиді (UO_2) деп дәлелдеген болатын.

Жылуөткізгіштік – уранның энергетика тұрғысынан маңызды сипаттамаларының бірі. Салыстырмалы түрде қарастырғанда темірден 2 есе аз,мыстан 13 есе аз. Яғни, төмен жылуөткізгіштік жоғарғы температура айырмашылықтарында ішкі кернеулерді тудыра алады.

Элемент табиғатта кеңінен танымал.Көптеген жоғары тау жыныстарында, мұхиттарда, сондай - ақ тұңғықтарда, іс жүзінде барлық жерде кездеседі.

Уран – салмағы жағынан өте ауыр, радиоактивті, күміс ақ түсті жылтыр металл. Болатқа қарағанда таза түріндегі уран кішкене жұмсақтау, икемді. Уран үш кристалды модификацияға ие.

Уранның атомды техникада қолданылуы радиоактивті ыдырау және нейтрондардың көп энергия бөле отырып ыдырауы басқа түсті және сирек кездесетін металдардың ерекшелінеді. Бұл уранның алмастыру спецификалық қасиеттеріне байланысты болады.

Қазіргі кезеңде аз мөлшерде уран бар қоспалар ретінде қарастырылатын 50 - ге жуық минералдар және уранды негізгі компонент ретінде қарастыратын 150 - ге жуық минералдар белгілі. Осы тұрғыда уран минералдарын екі үлкен топқа: біріншілік және екіншілік минералдар деп бөліп қарастырады.

Біріншілік минералдар – жер қыртысының (магмалық шығу тегі) пайда болуынан қалыптасқан минералдар.

Екіншілік минералдар – уақыт өте келе табиғи факторлардың әсерімен пайда болған минералдар, яғни экзогенді процесстерде қалыптасқан.

Біріншілік және екіншілік минералдарды өзара салыстырғанда біріншілік минералдардың қаттылығы мен химиялық беріктігі екіншілік минералдарына қарағанда жоғары, сонымен қатар көпшілігінің түсі қара болып келеді. Екіншілік минералдардың түсі сары, сирек жасыл.

Уранинит және настуран – біріншілік және екіншілік кен орындарының негізгі минералдары болып табылады.

Екіншілік кен орындарында уранинит пен настуранмен қатар, гидратты оксидтерімен уран тұздары - сульфаттар, силикаттар, фосфаттар және басқалары жиі кездеседі. Олардың ішінде негізгі практикалық маңыздылары: отенит-сары-жасыл гидратталған уранилфосфат кальций $\text{CaO} * 2\text{UO}_3 * \text{P}_2\text{O}_5 * (8 - 12)\text{H}_2\text{O}$, карнотит – сары уранилванадат калий $\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 * \text{H}_2\text{O}$, коффинит – қара түсті гидратталған уран силикаты $\text{U}(\text{SiO}_4)_{1-x} * (\text{OH})_{4x}$.

Табиғатта уранқұрамды минералдардың көптеген бөлігі тараған. Олардың ең маңыздылары 1 кестеде көрсетілген.

1 Кесте – Уранқұрамды минералдар

Минерал	Химиялық формуласы	Уранның құрамы, %
Бірінші ретті уран минералдары		
Уранинит	$x\text{UO}_2 * y\text{UO}_3 * z\text{PbO}$	62-95
Настуран	$x\text{UO}_2 * y\text{UO}_3 * z\text{PbO} \quad \text{U}_3\text{O}_8$ жақын	51-76
Коффинит	$(\text{USiO}_4)_{1-x} * (\text{OH})_{4x}$	60-70
Браннерит	TiO ₂ -31-43%, UO ₂ - 24% дейін, UO ₃ – 40% дейін, ThO ₂ - 8% дейін, Fe ₂ O ₃ – 4% дейін, CaO 3,5% дейін.	35-50
Бетафит	$(\text{Ca, U})_2(\text{Ti, Nb, Ta})_2\text{O}_6(\text{OH})$	
Давидит	Құрамы: 52% TiO ₂ , 17% FeO, 18% Fe ₂ O ₃ , 2% UO ₃ , 5% P ₂ O ₃ , 1% SiO ₂ , шамалы V, Th және басқалары.	1-7
Екінші ретті уран минералдары		
Уранды чернь	UO_{2x}	11-52
Карнотит	$\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 * (1 - 3)\text{H}_2\text{O}$	52-66
Отенит	$\text{CaO} * 2\text{UO}_3 * \text{P}_2\text{O}_5 * (8 - 12)\text{H}_2\text{O}$	48-54
Казалит	$\text{Pb}(\text{UO}_2)\text{SiO}_4 * \text{H}_2\text{O}$	42-50
Торбернит	$\text{CuO} * 2\text{UO}_3 * \text{P}_2\text{O}_5 * (8 - 12)\text{H}_2\text{O}$	48
Тюямунит	$\text{CaO} * 2\text{UO}_3 * \text{V}_2\text{O}_5 * (4 - 10)\text{H}_2\text{O}$	56-65
Уранофан	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2\text{Si}_2\text{O}_7 * 6\text{H}_2\text{O}$	55-58

1.2 Уран кен орындары және қорлары

Қазақстан аумағында орналасқан кен орындарын геологиялық ерекшеліктеріне, генетикалық белгілерімен аумақтық сипаттамаларына қарай негізгі алты уран кенді аудан ретінде бөліп қарастырылады: Сырдария (20%), Солтүстік Қазақстан (Көкшетау) (17%), Шу Сарысу (54%), Маңғышлақ (Каспий маңы) (2%), Кіндіктас – Шиелі – Бетпақдала (Балқаш маңы) (0,5%), Іле (6,5%).

Уран ресурстары кең таралған. Төменде уранның әлем елдеріне таралуы 2017 жылғы мәлімет бойынша көрсетілген. Кестедегі тізім бойынша алғашқы үш ел алдыңғы қатарда.

Пайыздық мөлшер бойынша жалпы көлемнің 26 %-ы Австралияға тиесілі. Бұл уранның ең көп жиынтық қоры болып есептелінеді. Канада көрсеткіштері негізгі ресурстық базаға ие және жалпы көлемнің 11 % - ын құрайды. Қазақстанда әлемдік қордың 19 % уран бар. Оның басым бөлігі жерасты сілтілеу әдісімен өңделеді.

Уранның негізгі қорлары бойынша кен орындарының 53 – інен 16 - ысы өңделген, алдағы уақытқа 37 – сі резервке қойылған. Кен орындарын санын арттыру мақсатында басқа да кен орындарын іздестіру Шу – Сарысу мен Солтүстік Қазақстан аумағындағы Көкшетау уран – кен провинциялары үшін біршама пайдасын тигізеді. Жер асты шаймалау арқылы барланған уранды пайдалану шикізат қорын кеңейтуге мүмкіндік туғызады.

2 Кесте - 2017 жылы елдер бойынша уран қоры (мың тонна)

Елдер	Расталған қорлар	Болжамды қорлар	Барлығы
Австралия	1400	653	2053
Қазақстан	436	480	916
Канада	592	255	847
Ресей	260	390	650
Оңтүстік Африка	260	191	451
Қытай	136	254	390
Бразилия	156	120	276
АҚШ	101	-	-
Басқалары	4817	3173	7990

2 Жалпы түсіндірме

2.1 Кен орнына физико – географиялық сипаттама

Қызылқұм кеніші Оңтүстік Қазақстан облысы Жаңақорған ауданының аумағында орналасқан. Аудан климаты күрт континенталды, сонымен қатар жаз айларында температура жоғары, ал қыста + 2, - 4°С дейін температурада төмендейді. Қыс – көктем кезеңдерінде жауын – шашынның жоғарғы деңгейдегі мөлшері 85 % - ға дейін жетеді. Ал орташа жылдық мөлшері 190 - 200 мм аралығында өзгереді.

Ақпан айында қалыңдығы 15 см - ге дейін жететін қар жамылғысы тұрақты түрде жатады. Кейін наурыз айында жоғала бастайды.

Негізгі жазғы температура есептеу бойынша + 34,1°С – ге дейін жетеді, ал максималды түрде + 45°С – ға дейін барады. Шілде айындағы орташа температура + 26 - дан + 29°С – қа дейін жетеді.

Қыс мезгілінде температура – 23°С, ең төменгі ауа температурасы - 40°С. Оның негізгі себептерінің бірі - құрғақ және суық арктикалық ауа массалары мен Сібір антициклондарының солтүстігінен жиі болуы. Сол себепті ауа температурасы - 31°С дейін күрт төмендеуге әкеледі. Жауын – шашын мен температураның жоғарылау батыс ауа массаларының әсерінен. Қаңтар айының орташа температурасы солтүстік аймағында - 5°...- 10°С, орталық аймағында - 2°...- 4°С, оңтүстігінде - 1°...- 2°С.

Ауаның орташа жылдық ылғалдылық мөлшері 53 - 59% аралығын құрайды. Жауын – шашынның мөлшері булануға қарағанда салыстырмалы түрде 10 есе төмен. Көктем (48 % дейін) және қыс (30 %) мезгілдерінде жылдық жауын шашынның негізгі мөлшері орын алады, осы жағдайда негізгі мәселе - ықтимал булану 1000 – 1500 мм дейін жетеді.

Аумақтың оңтүстік - батыс шекарасымен Амудария транзиттік өзені өтеді. Осы тұрғыда ешқандай тұрақты су ағыны болмауы қиындық тудырады. Бірақ көктем айларындағы жауған жауын – шашынмен қардың еруі арқылы тау беткейлерінде белгілі бір уақытқа дейінгі ағындар пайда болады. Жер асты суларының қоры мол, тұзды. Динамикалық қоры 59 - 60 м²/сек.

180 күн аралығында жылыту жұмыстары жүргізіледі.

Аймақтағы шаңды дауылдар үнемі оңтүстік - батыс және солтүстік - шығыс бағыттарынан соғады.

Кен орнының іргетасы 330 миллион жылдық палеозойдың қатты шөгінділерінен, жоғарғы бөлігі мезозойдың (165 миллион жыл) сонымен қатар кайнозойдың (67 миллион жыл) негізгі борпылдақ шөгінділерінен құралған. Ол Тұран тектоникалық плитасында орналасқан.

Қызылқұм ауданында 7 – 8 балдық жер сілкіністері орын алған. Альпілік қатпарлану нәтижесінде пайда болған дербес тұрған жас және аласа таулар ерекше орынға ие. Аймақтың шығыс бөлігінде орналасқан жастаулар: Букантау (763 м), Ерімтау (572 м), Тамдытау (922 м), Құлжықтау (785 м),

Сұлтан-Увайс (473 м) жас таулары кристалды тақтатастардан, әктастардан және палеозой жыныстарынан тұрады.

Аймақтың басым көп бөлігінде халық шоғырланбаған, негізгі бөлігі Қаратау жоталарының тау жетегінде, өзен жағаларындағы аумақтарда мекен етеді. Өңірдің негізі уран өндіруші кәсіпорындар болу себебінен ауданның алға қарай дамуы олардың тоқтамай жұмыс істеуіне және жаңа кенорындарының ашылуына байланысты.

2.2 Негізгі жобалық шешімдер

Қызылорда облысының Жаңақорған ауданында орналасқан Қызылқұм ЖШС «Қазатомөнеркәсіп» ҰАҚ АҚ 15 000 тонна бағдарламасы арқылы 2005 жылдың мамыр айында құрылды.

Кеніштегі уранды игеру жұмыстары жерасты ұңғымалап шаймалау (ЖҰШ) әдісімен, одан кейінгі сорбция процесстері Amberlite IRA910 C1 маркадағы күшті негізді аниониттерді қолдану арқылы жүргізіледі. Тауарлық түрдегі концентрат, яғни сары кек - соңғы дайын өнім болып табылады.

Қазіргі таңда кәсіпорынның жылдық жұмыс жасаудағы қуаты жылдан жылға өсуде. Салыстыру кезінде ең жоғарғы деңгейі 470 мың тонна уранды құрады.

Өндірістегі жұмыс аланының сонымен қатар құрылысы уақыт өте келе физикалық тозуда және қолданылатын аппараттармен жабдықтардың бүгінгі таңдағы негізгі талаптарға сай емес. Осы жағдайларға қарамастан Қазақстан Республикасының алдыға 2030 жылға қойылған мақсаттары бойынша ЖШ - 19 қуатын 1000 тонна көлеміне дейін жоғарылату талап етілген.

Өнімді ерітінділерден уранды алу дәрежесі 3 кестеде көрсетілген.

3 Кесте – Уранды алу дәрежесі

Жыл	2004	2005	2006	2007
Уран өндірісі т/жыл	470	650	830	1000

2.3 Пайдалы қазбалар

Кен орнындағы негізгі кен түрлері уран, селен және аз кездесетін аралас түрдегі кендер. Соңғы түрі әр элементтің қорларында маңызды рөл атқармайды. Кен құрамдарында 0,1 % - дан асатын коффинит пен настуран кенді жыныстардан өздік қою түстері арқылы ерекшелінеді. Ал селен кендері тек сынау арқылы локализацияланады.

Кен текстуралары сазды, дақтанған заттармен кеуекті құмдармен құмтастарда таралуларына тығыз байланысты.

Селеннің минералдануы сұр түсті, сонымен қатар лимонизацияланған жыныстарда шоғырланған. Құмды селен кендері уранға гранулометриялық құрамы жағынан ұқсас болып келеді.

Табиғи гамма – селен - сұр түсті, лимонизацияланған жыныстарда селенді табудың негізгі минералды түрі.

80 – 90 % бөлшекті материалдардан тұратын жыныстар – құмды жыныстар (кварц, дала шпаты). Осы тұрғыда сазды минералдар: монтморилонит, гидрослюда және каолиниттің. Сазды минералдардың ішіндегі кейбірінің (монтморилонит, гидрослюда) құрамы үлкен шек аралықта өзгеріп, жыныстардың пайда болуына тәуелді болатын жағдайлар кездеседі.

Уранның негізгі минералдарының бірі – коффинит, настуран мен уранды чернь сирек диагностикалық түрде қарастырылады. Уранның 3 - 5 пайыз аралықтарына дейін сорбцияланған күйде болады. Олар: уран минералдарында, құрамында уран бар түйіршіктерде, титан минералдарында, сазды заттарда және өсімдік органикалық заттарында.

2.4 Транспорттық жағдайы

Кенішке ең жақын темір жол станциялары Шиелі (шамамен 40 км), Жаңақорған (30 км), Қызылорда (180 км). Темір жол арқылы материалдық ресурстар тасымалданады.

Жұмысшылар автобустармен тасымалданады.

Темір жол арқылы кен орнын жабдықтармен қамтамасыз ету үшін материалдық ресурстар тасымалданылады.

3 Өндіріс технологиясы

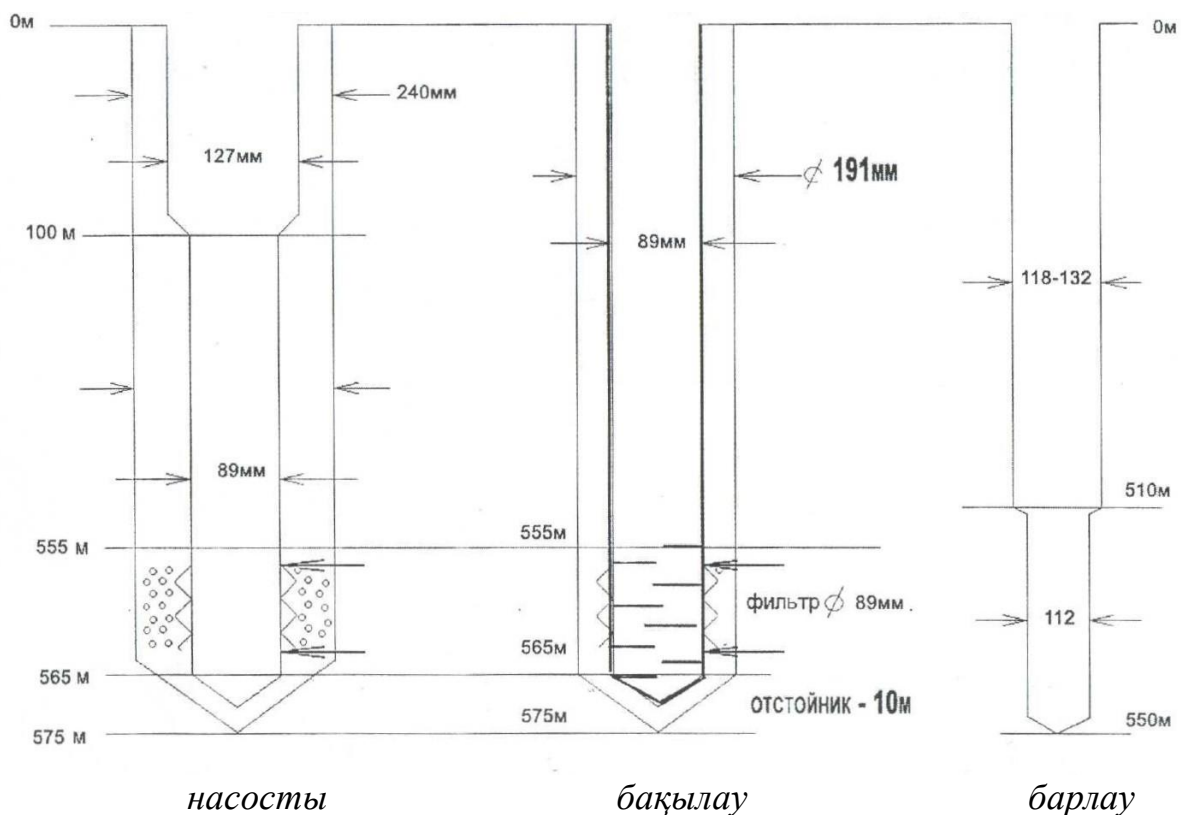
3.1 Жерасты – ұңғымалық шаймалау технологиясы

Кен орны пайдалы қазбаларды өндірудің геотехнологиялық әдістерінің бірі - ұңғымалық жүйе арқылы жер асты шаймалау әдісімен жұмыс атқарады. Ол химиялық реагенттерді қолдану арқылы кендердің пайдалы компоненттерін жер қойнауындағы жылжымалы түрге селективті аудару болып табылады.

Жерасты шаймалау әдісі арқылы ұңғымалық игеру жүйесінің негізгі мақсаты – қойылған технологиялық ұңғымалар көмегімен жер асты шаймалау әдісімен кен орнын игеру, дайындау, пайдалану.

Технологиялық ұңғымалардың ең көп қолданылатын әдістері: ұялы (үшбұрышты, алтыбұрышты (гексогональды)), сызықтық (тікбұрышты және шахмат – айдау және айдау ұңғымаларының ауыспалы қатарлары).

«Қызылқұм» кенішінің негізгі параметрлері ескеріліп, өлшемдік параметрлері бар жерасты шаймалау әдісімен ең тиімді әрі ұтымды – торлы алтыбұрышты ұңғыма жүйесі қабылданылған болатын. Алтыбұрышты ұңғыма жүйесінде ұяшық радиусы 40 м, ұяшық контурындағы айдау ұңғымалары арасындағы қашықтық – 40 м.



1 Сурет – Ұңғымалардың конструкциясы

Жер асты шаймалау процесінде ең көп қолданылатын реагенттер қышқылдар. Олар күкірт, тұз, азот (қышқыл) және натрий мен аммоний карбонаттары (гидрокарбонаттар). Күкірт қышқылы – шахта өндіретін кен орындарында ең тиімді реагент. Осылардың негізінде жұмыс ерітінділері дайындалады.

Жұмыс ерітіндісі деп – пайдалы компоненттерді ерітуге қажет реагенттерден құралатын және оны өнімді аймаққа жеткізуге арналған технологиялық ерітінді.

Жұмыс ерітіндісі айдау ұңғымаларына беріледі. Ол сүзі ағынында өнімді аймақ пен кен арқылы өтіп, пайдалы компоненттерді еріте алады. Сонымен қатар байытылады. Сорғы ұңғымалары арқылы алынатын өнімді ерітінді түзеді.

Айдау ұңғымаларынан іріктелген өнімді ерітінді технологиялық кешеннің сорбциялық колонналарына құбырлар жүйесі бойынша тұндырғыштар арқылы келіп түседі. Пайдалы компоненттердің сорбенттері іріктелінгеннен кейін маталық ерітінділердің тұндырғыштарына төгіледі.

Маталық ерітінді – пайдалы компоненттер бөлініп алынатын және шаймалау реагенттері көмегімен нығайтылынған соң жұмыс ерітіндісі ретінде қолданылатын технологиялық ерітінді.



2 Сурет - Уранды жерасты шаймалау көрінісі

Жер асты шаймалау процесінің алғашқы кезеңдерінде сорғы ұңғымаларынан алынған ерітінділердегі пайдалы компоненттердің

концентрацияларының өнеркәсіптік деңгейге жетпеген. Оның қарқындылығын арттыруда айдау ұңғымалары жұмысшы ретінде қолданылып, ерітінділерді шаймалау реагенттерімен нығайту секілді жұмыстар атқарылуда.

3.2 Жерасты шаймалаудан өнімді ерітінділерді өңдеу әдістері

Жер асты шаймалау процесінде ерітіндіге пайдалы компоненттерді ауыстыру жер қойнауында жүргізіледі. Айдау ұңғымалары жүйесімен біршама ілеспе (Re, Mo, V, S, Y, TR және т.б.) компоненттері бар өнімді уран ерітінділері бетіне айдалады, тұндырылады. Тауарлық өнімдерді (концентраттарды) ала отырып, беттік технологиялық қайта бөлу тораптарына жіберіледі.

Жерасты шаймалау өнімді ерітінділерін өңдеу үшін сантүрлі әдістердің қосындысы қолданылады. Олар сорбциялық, экстракциялық, тұндыру.

Өнімді ерітінділерді қайта бөлудің жекелеген технологиялық схемаларын жүзеге асыру кезінде белгілі бір талаптар қойылады. Олар:

- жерасты шаймалау процесінің ерітіндісіне аударылған соң пайдалы компоненттерді мейлінше толық алу;

- қажетті дәрежеде таза дайын өнімдерді (концентраттарды) алу үшін пайдалы компоненттерді шоғырландыру бойынша жүргізілетін операциялардың, реагенттер мен режимдердің ең аз болжамды санын қамтамасыз ете алатын әдістер мен технологиялық схемаларды пайдалану, сондай - ақ үнемді, экономикалық тиімді қайта бөлу.

Бөлініп алынғаннан кейінгі пайдалы компоненттер бір – бірімен тығыз байланысты. Кеннің минералды және химиялық құрамына, жерасты ұңғымалық шаймалау әдісіне, пайдалы компонент жиынытығына, сонымен қоса процессті жүргізу шарттарына байланысты әр кәсіпорындардың технологиялық процестерінің дәл көрсеткіштерімен параметрлері өзгеруі мүмкін.

Полиэлементті кен орындарының кендерінен пайдалы компоненттерді күкірт қышқылының көмегімен шаймалау нәтижесінде айдалатын өнімді ерітінділер мыналарды қамтуы мүмкін: ураннан (10-500 мг/л), ренийден (0,1–0,3 мг/л), скандийден (0,2–1,0 мг/л және одан да көп), иттрий (2-10 мг/л) басқа болуы мүмкін және одан да көп), лантанидтер (литріне миллиграмм және мг үлесі), ванадий (кен түріндегі 200 мг/л дейін), молибден кен орындарында (3-10 мг/л).

Жер асты шаймалау тотықтырғышы бар карбонат (бикарбонат) кезінде ерітінділердегі пайдалы компоненттердің мөлшері әдетте қышқылға қарағанда азырақ: уран - 200 мг/л дейін, негізінен 30 - 100 мг/л, рений 0,3 – 1,0 мг/л, иттрий, лантанидтер және скандий іс жүзінде жоқ.

Өнімді күкірт қышқылы ерітінділерінің жалпы минералдануы 10-30 г/л, оның ішінде концентрациясы (г/л):

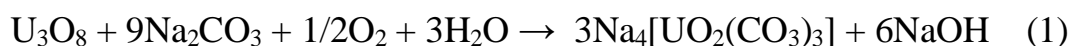
4 Кесте – Жалпы минералдану бойынша өнімді күкірт қышқылы ерітінділерінің концентрациясы

	H ₂ SO ₄	Al	Mn	Fe	Ca	Mg	H ₂ SiO ₄	Cl	P	Бос қышқыл
г/л	8-22	0.2-1.5	0.1-0.5	0.7-2.0	0.5-2	0.2-1	0.1-0.3	1.5	1	1-5

Әр түрлі концентрацияларда Na, K, Rb, Cs, Be, Sr, Ba, B, Ti, Nb, Co, Cu, Zn, Cd, Hg, As, Pb, No, Ni және т.б бар болып келеді. Өнімді күкірт қышқылы ерітінділерінің рН мәні 1,2 – 3,0 тең. Өнімді бикарбонатты ерітінділерде жалпы минералдану 3 - 7 г/л, одан аз, оның ішінде концентрациясы (г/л): HCO₃ - 0,8.

3.3 Карбонатты шаймалау

Карбонатпен шаймалау негізінде жүргізілетін реакция:



Оттегі тотықтырғышы ретінде уранның суда жақсы еритін күрделі қосылыстары түзіледі (натрий трикарбонатуранилат). Процесс уранның сулы карбонат ерітінділерімен әрекеттесуіне негізделеді. Көбіне карбонатты кендер үшін қолданыста. Осы тұрғыда уранды жоғарғы сапада алу үшін механикалық ашылу қажет етіледі. Себебі карбонатты ерітінділер бос тау жыныстарымен нашар әрекеттесуі.

Шаймалау кезінде қажет емес қоспалар кальций мен магний сульфаттары. Олардың содамен әрекеттесуі оның шығынын арттыруға әкеледі.

Карбонатты шаймалау процессін қолдану бірнеше фактормен жағдайларға сай таңдалынады. Бірінші фактор: карбонатты шаймалаудың ашылуы қышқылды ашылумен салыстырғанда біршама жұмсақ, себебі көп қоспалар карбонатты кендер түзе алмайды және ерітіндіге ене алмайды. Осы жағдайда ашылу жұмсақ болған сайын, реагентіміз аз жұмсалынады. Сонымен қоса технологиялық қолданылатын ерітінділер таза болған сайын өңдеу жеңілірек болады.

Екінші фактор: ерітінділердің аппараттар үшін каррозиялық белсенді емес болуы олардың ұзақ қызмет етуін қамтамасыз етеді.

Карбонатты шаймалауды қолданылуының артықшылығымен қатар кемшіліктері де бар. Олар:

— бос жыныс қабығы процесс кезінде карбонатты ерітінділер көмегімен ашыла алмайды. Сондықтан кендерді ұнтақтаудың көп мөлшердегі тоннасы қажет етіледі;

— сода құны күкірт қышқылымен салыстырғанда жоғары (натрий карбонаты Na₂CO₃ - 1,6 есе, аммоний карбонаты (NH₄)₂CO₃ - 4 есе);

- қышқылды шаймалау карбонатты шаймалаудан тез жүреді;
- қышқылды шаймалау кезінде уран өнімділігі карбонатты шаймалаумен салыстырмалы түрде біраз мөлшерде жоғары.

3.4 Қышқылмен шаймалау

Қышқылмен шаймалауда ең көп таралған, құны жағынан арзан, сонымен қатар жиі қолданылатын күкірт қышқылы пайдаланылады. Шаймалаудың ерітінділері ретінде 1 – 2,1 % күкірт қышқылы не аммоний бикарбонатының ерітінділері қолданылады. Кальций және магний карбонаттарының құрамына қарай реагент түрлері таңдалынады. Құрамында 2,5 % CO₂ әлсіз карбонатты кендерде уранда қышқыл шығыны 100 – 200 кг/кг дейін көтеріледі. Осындай жай туындағанда күкірт қышқылын пайдалану тиімсіз, сондықтан карбонатты ерітінділерді пайдаланған жөн.

Егер уранды черньның қабықшалары шаймалауда қышқылмен карбонатты ерітінділермен де қиындықсыз ашылатын болса, онда төрт валентті уранғы ие настуранмен коффинитті ашу үшін тотықтырғыш қажет етіледі.

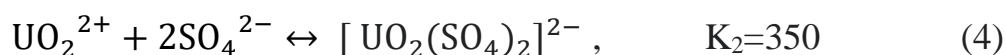
Сутегі асқын тотығы мен еріген оттегі тотықтырғыштар ретінде қолданылады. Ерітіндіде Fe³⁺ және Fe²⁺ белсенділіктері тең болған кезде уранның толық тотығуы жүреді. Демек, үш валентті темірдің екі валентті темірден айқын басым болуымен уранның алты валентті күйге дейін тотығуын қамтамасыз етіледі.

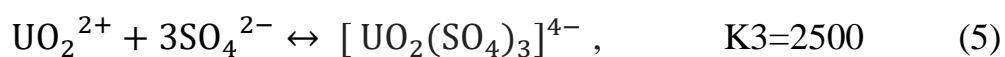


Шаймалау 5–25 г/л концентрациялы күкірт қышқылымен жүреді, ал өнімді ерітіндінің рН мәні 1,5–2,5.

Күкірт қышқылын сілтілеу ерітінділердің кенмен өзара әрекеттесуінің жақсы кинетикасымен (блоктарды өңдеу кенде аяқталады), өнімді ерітінділердегі уранның жеткілікті жоғары концентрациясымен (50 - 500 мг/л), кендерден уранның жоғары экстракциясымен (80 - 90 %), блоктарды өңдеудің аз уақытымен (3 - 5 жыл), ерітінділердің жұмыс контуры үшін минималды таралуымен сипатталынады. Өйткені күкірт қышқылы негізгі жыныстармен әрекеттесу кезінде шаймалау ерітінділерінің кедергі келтіретін бірқатар тосқауылдар жасайды.

Алынған сульфат ерітінсіндегі уран әр түрлі формада болады, олардың арақатынасы ион сульфаты мен уранил концентрациясына байланысты:





Күкірт қышқылы ураннан басқа да бірқатар қоспаларды ашуда қолданылады.

3.5 Экстракциялық әдіс

Жерасты шаймалау көп компонентті ерітінділерін өңдеу үшін экстракциялық әдіс қолданылады. Ол бейорганикалық қышқылдарды тұздары түрінде болатын, сумен араластпайтын ерітінділер түріндегі металл қосылыстарын сулы ерітіндіден бөліп алуға мүмкіндік туғызады. Экстракция процесінің сорбция технологиясымен салыстырғанда біршама айырмашылықтарымен артықшылықтары бар: технологиясының қарапайымдылығы, жоғары тиімділік және селективтілік. Яғни, ол бір – біріне жақын қасиеттері бар пайдалы компоненттерді іріктеуге, басқа қоспаларынан тиімді түрде арылта алады.

Экстракция үрдісінде органикалық фазалардың инертті сұйылтқыштары (керосин, гексан, бензол, минералды спирт және т.б.) көп қолданылады. Сол кезеңнен соң алынған сығынды (металмен қаныққан органикалық фаза) сумен жуылып, қайтадан экстракцияланады. Органикалық фазадан металды алу, содан кейін қалпына келтірілген экстрагент жаңа экстракция цикліне оралады. Экстрагент қасиеттеріне мен алынып отырған тұздардың тұрақтылығына байланысты реэкстракция үшін қарапайым не азот қышқылымен қышқылданған су (ыстық), концентрацияланған не сұйылтылған тұз және фтор қышқылдары, ас тұзы, натрий карбонаты, аммоний қолданылады. Көбіне таза соңғы өнім қатты фазалық нұсқада реэкстракция кезеңінде алынады.

Дайын өнімді алуда сорбция және экстракция үрдістерінің бірнеше сатысы қолданылады. Ол пайдалы компоненттердің концентрациясы және дайын өнімнің қажетті сапасына қарай сорбциялық және экстракциялық әдістер бір-бірімен үйлесім таба алады.

4 Технологиялық процесстері

4.1 Жерасты шаймалаудың өнімді ерітінділерін сорбциялауға дайындау

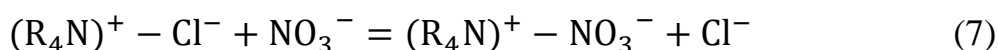
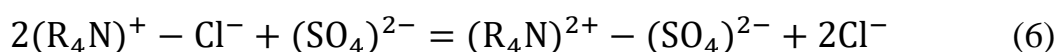
Жерасты ұңғымалық шаймалаудың өнімді ерітінділері айдау ұңғымаларынан өнімді ерітінділердің жұмысшы құм ұстағышына суасты сорғыларының көмегімен көтеріледі. Айдау ұңғымалары кен орнындағы пайдалану блоктарында орналасады.

Құм ұстағыш немесе тұндырғыштарында өнімді ерітінділер қатты механикалық қоспалардан, яғни құмдар, шөгінділерден тұндырылады, тазаланады, сонымен қоса ерітінді құрамындағы уран концентрациясы орташаланады. Бұл процесстер ауырлық күшінің әсерімен жүзеге асады.

Қатты тұнба белгілі мөлшерге жетіп, жинақталған соң тұндыру цистерналарынан шығарылады. Қатты НҚО (нормативті қалдықтарды орналастыру) үшін уақытша сақтау орындарына, одан кейін полигонға тасымалданылады.

Ағартылған өнімді ерітінділер жұмысшы құм ұстағыштарынан сорғыш коллекторлар арқылы № 1 ТСС (технологиялық сорғы станциялары) сорғылары арқылы уранды сорбциялауға арналған ЦППР – ға айдалады .

Аниониттердің формаларға ауысуы өнімді ерітіндімен басқа жаңа аниониттердің жанасуы нәтижесінде түзіледі. Яғни, хлоридті формадан нитратты несульфатты - бисульфатты формаға ауысуы:



4.2 Сорбциялық әдіс

Сорбциялық әдіс уран және ілеспе компоненттерді ион алмасу шайырларында ион алмасу процесі арқылы алуға негізделген. Сорбция – еріген затты қатты материал көмегімен, яғни сорбенттерді қолдану арқылы сіңіру.

Иониттер – қатты, ерімейтін жасанды немесе табиғы түрде болатын материалдар. Қышқылдардың, сілтілердің, органикалық орталардың сулы ерітінділерінде ерімейді. Металдардың ерітінділерінен катионды немесе анионды түрде шығарылуын қамтамасыз ете алады.

Сорбциялық әдіспен пайдалы компоненттерді алу мен шоғырландыру екі кезеңнен тұрады: сорбентті қанықтыру, содан пайдалы компоненттерді десорбциялау. Бірінші кезеңде өнімді ерітіндіміз сорбентпен жанасып, пайдалы компоненттер ионитпен белгілі бір жеткілікті мөлшерге жеткенше сіңеді. Сорбент десорбция кезеңіне бір не бірнеше металдардың тепе – теңдік

сыйымдылығына жеткен соң ауысады. Оның барысында иондар металл иондарын иониттен алмастыратын ерітіндімен жанасып, содан кейін ол қайтадан сорбция сатысына оралады.

Әрі қарай өңдеуге концентрацияланған ерітінді жіберіледі. Ол тауарлық десорбат түрінде болады. Сорбцияға келіп түскен бастапқы пайдалы компоненттердің ерітінділерінің көлемі десорбциялаудан кейінгімен салыстырғанда едәуір көп. Бұл мөлшер оларды одан әрі шоғырландыруды тиімді жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Сорбция мен регенерация процесстерінің кинетикалық көрсеткіштері процесс нәтижесінде алынатын металдардың селективтілігі мен шайырлардың максималды сыйымдылығы болып табылады .

Сорбциялық қайта бөлудің тиімділігі біршама параметрлер (шайырлардың сорбциялық сыйымдылығы, жерасты шаймалау процесі ерітінділерінен металды алу дәрежесі, сорбция сатылары, иониттің бір реттік жүктемесі, ерітіндінің ионитпен жанасу ұзақтығы және десорбция шарттары) бойынша бағаланады. Осы параметрлердің барлығы өзара және аппараттық дизайнына байланысты. Сонымен қатар сорбцияның негізгі физика-химиялық заңдылықтарын көрсетеді .

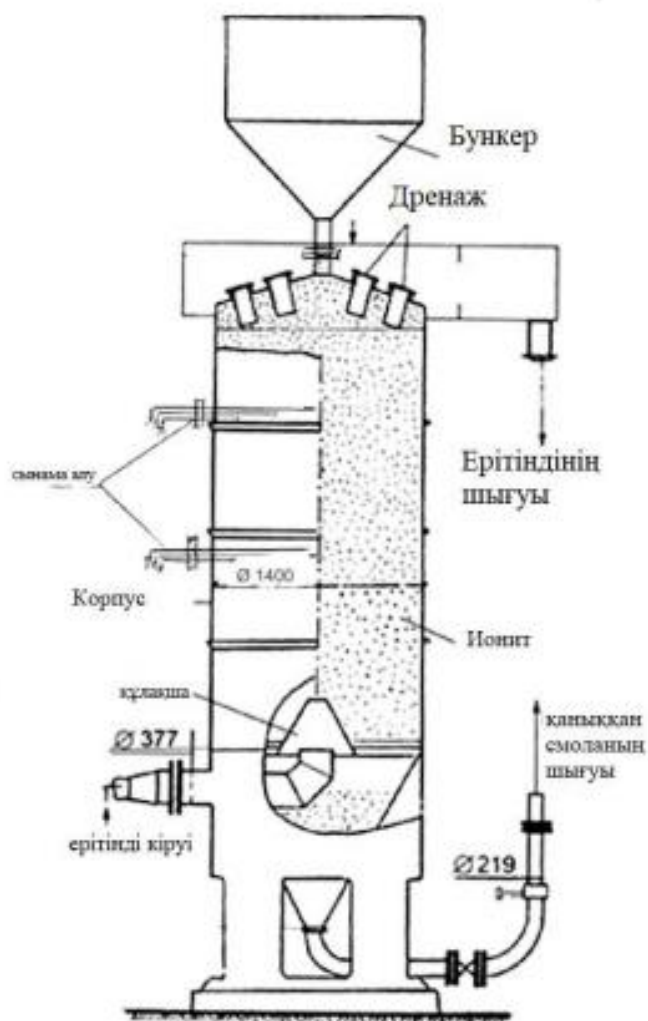
Уранды карбонатты ерітінділерден қышқылдың ыдырауы (қышқылдану, натрий диуранатын аммиакпен тұндыру, кальцинация), натрий гидроксидінің артық мөлшерімен натрий уранил карбонаты тұзының ыдырауы (алынған натрий диуранатының тұнбасы сүзіледі және тағы да басқалары) секілді тұндыру тәсілдерімен алынады.

Уран концентрациясы 60 – 100 мг/л болатындай № 1 СЭС–тен тазартылған өнімді ерітінді уранды сорбциялау үшін СНК – 3М қысымды сорбциялық колонналарының төмен бөлігіне айдалынады .

СНК-3М – жұмыс көрсеткіштерімен технологиялық параметрлерді көрсететін сенімді әрі әмбебап қолданылатын сорбциялық қысым колоннасы. Анионитті жұмысшы қабаттының биіктігі 6,5 м және ұлғайтылған дренаж диаметрі $D = 460$ мм. Сорбциялау үшін күшті анионды сорбенттер Ambersep 920USO₄ (оның аналогтары Lewatit K - 6367U, Amberlit IRA - 910C1, Amberjet 4400) қолданылады.

СНК – 3М құрылғысы цилиндрлік корпустан – қабықшадан, жоғары бөлігі дренаждық құрылғыдан – кассеталардан, басқару елегі бар қалтадан, су төгетін құбырдан (ерітінділерге арналған), конустық таратқышы бар құрылғы–грибкадан, ионалмастырғыш шайырларды түсіруге арналған құрылғыдан, регенерацияланған шайырларды тиейтін қысым бункерінен тұрады .

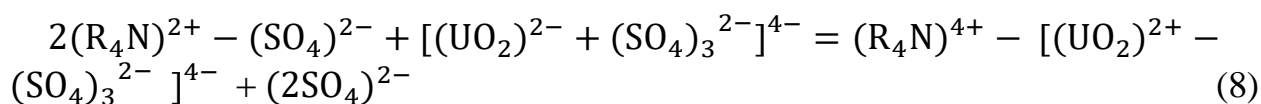
Жұмыс жағдайына қарай колоннаның көлемі толықтай сорбентпен толтырылады, ал ерітінді оның тығыз қабаты арқылы төмен бағыттан жоғарыға қарай сүзілетін болады. Түйіршікті сүзгі болғанына қарамастан, ол құм ұстағышта алынбаған механикалық суспензиялардың ұсақ фракцияларын ұстауға мүмкіндік береді.



3 Сурет - СНК сорбциялық қысымды бағана құрылғысы

Сорбенттің жұмыс қабатын нығыздау мен қысу дренажды құрылғыларды орнату мен тиеу бункерлерімен қосқанда дренаждық құрылғының жоғарғы бөлігіндегі сусызданған шайыр қабатының болуымен қамтамасыз етіледі. Ерітіндінің жұмысшы ағыны сорбенттің бекітілген қабаты арқылы сүзілетін динамикалық режимде өтеді. Бұл екі фаза бойынша алынатын уран концентрациясы қабат биіктігі бойынша және уақыт бойынша үздіксіз өзгеруіне байланысты масса алмастыруды талдау мен басқару үшін ең күрделі процесс болып табылады. СНК - дағы ионит қабатының биіктігі жобалау сатысында анықталып, бірқатар шамаларға байланысты болады (өнімді ерітіндінің химиялық құрамы, иониттің сорбциялық қасиеті).

Химиялық реакцияға сай ион алмастыру нәтижелерінде сорбция процесі астындағы теңдеумен жүреді :



Сорбциялық аналықтар СНК–3М колоннасының жоғарғы жағында орналасқан шпал дренажды кассеталары арқылы шығарылады. Одан кейін болаттан не торлы жасалған сүзгі түбі бар торлы қақпақтарға анионалмастырғышты бақылауда ұстау үшін жіберіледі. Ұсталған сорбент периодты түрде буферлік бағандар арқылы процеске қайтарылады.

Сорбция аналығы – колоннада сорбентті құм және тұнбадан шаяды. Шлам тұндырғышқа жуу аналықтары келіп түседі. Одан әрі қарай ол арынды бункерге жіберіледі. Ол эрлифттен қаныққан сорбент СДК 1500 - 2000 колоннасы.

4.3 Уран десорбциясы

Қаныққан сорбенттерден уранды десорбциялау дегеніміз – сорбенттен не иониттен сорбцияланған бағалы компоненттерді жоғалту. Процесс кезінде бағалы компонент ионитте жай қарқынмен беріліп отырады. Ол белгілі бір дәрежеге дейін жүргізіледі.

СДК–1500 – 2000 колоннасының жұмысы ион алмасушы шайырлардың қозғалысының әсері бойынша мынадай процесстерге бөлініп қарастырылады:

1) қанығанға дейінгі өнімді ерітіндіден уранды сорбциялау процесі және тауарлық десорбаттың бөлігі;

2) қанығу уранды тауарлық десорбаттың бөлігінен сорбциялау;

- уранның шайырдан нитратты десорбциясы;

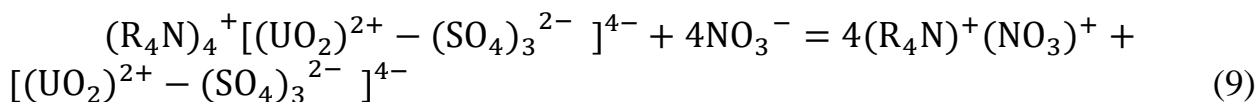
- алғашқы десорбциялаушы ерітіндіден жуу процесі.

СДК – 1500 - 2000 колоннасының жұмысы кезінде уранның сорбциясы кезеңіндегі сорбент 1–ші қанығанға дейінгі аймаққа түсіп, процесс жүруі нәтижесінде уран сорбциясы есебінен өнімді ерітіндіден, десорбат бөлігінен шайырдың қосымша қанығуы жүреді. 2 қанықтырылғанға дейінгі аймаққа тауарлық десорбат бөліктері тікелей түседі. 1 сорбенттің қанығу процесі біршама жағдайларға (сыйымдылығын, десорбат құрамындағы уран концентрациясын жоғарылатуға, тауарлық десорбаттың бөлігінің шығуын төмендетеді) мүмкіндік туғыза алады. 1 сорбент қанығудан кейін өтпелі аймақ – қанығуға өтеді. Ол аймақта сорбент пен тауарлық десорбат сорбентте де, ерітіндіде де уранның ең жоғары концентрациясы нүктесінен өтеді. Бұл нүктеден тауарлық десорбатты шығару жүргізіледі.

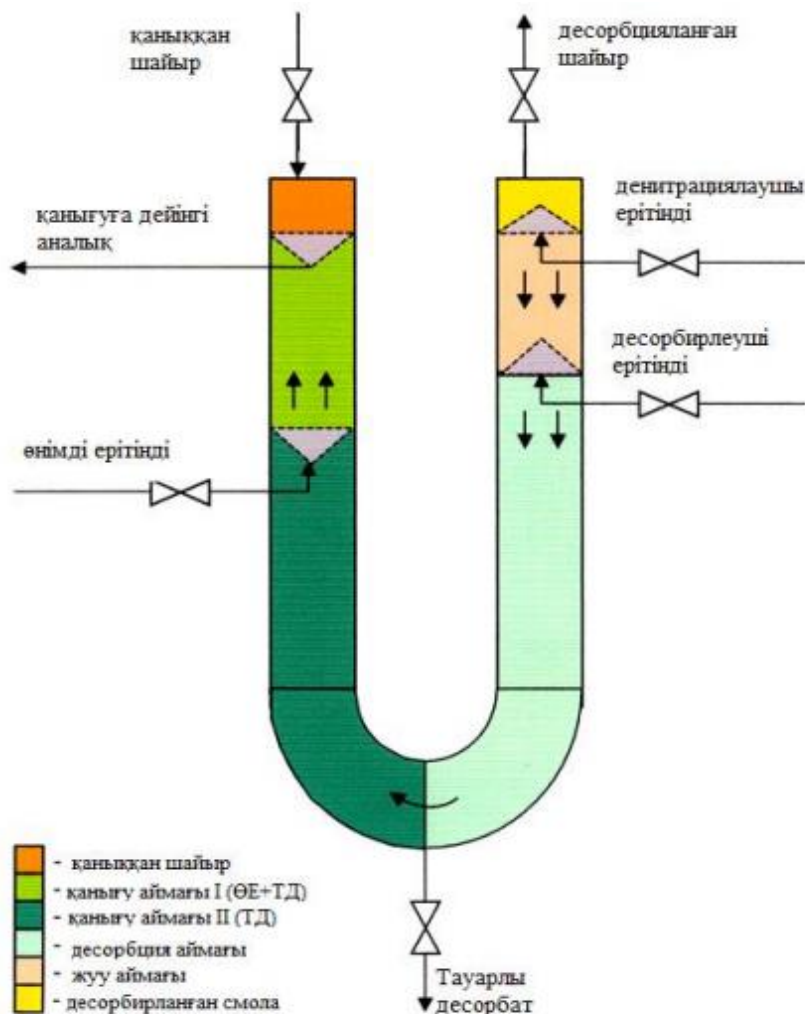
Булы ылғал сорбентті толық қанықтыру колоннасында ығыстырылады, қаныған сорбентті толық түрде уранмен бірге қанықтыру, сонымен қатар десорбция үрдісінде түзілетін өнімдік регенератты беріп сорбентті сульфатты түрден нитратты түрге ауыстырылады. Өнімдік регенерат колоннаның төмен жағына беріледі. Өнімді ерітіндінің қойылдырғышына толық қанықтыру аналығы беріледі.

Колонналар тізбегі бойымен толық түрде қаныққан сорбент пен нитратты десорбциялаушы ерітінділердің бір-біріне қарама - қарсы қозғалыстары процесінде қаныққан сорбенттен уранды десорбциялау жүреді.

Уранды десорбциялау процесі астыдағы теңдеумен сипатталады:



Шайыр колоннасы бойынша әрі қарай жылжу процесінде нитраттық десорбция мен жуу пунктеріне бірінен соң бірі өтеді. Онда сорбенттен уранның десорбциясы мен алғашқы десорбциялаушы ерітіндіден денитрациялаушы ерітіндімен жуылуы жүреді.



4 Сурет - СДК – 1500-2000 колоннасындағы жұмыс аймақтары

СДК-1500–2000 бағаналары қанығуы жүргенге дейін аналықтар бақылау елегінің көмегімен ыдыстарға түсіріледі. Тұндыру каскадына сорғы тауарлық десорбат колоннаның төмен (тороидальды) бөлігінен құрама сыйымдылыққа шығарылып жіберіледі.

4.4 Денитрация

Келесі операциямыз – денитрация процесі. Процестін негізгі мақсаты – регинирленген сорбенттердегі нитрат ионның мөлшерін төмендету, уранды десорбциялауға қажет ерітінділерді дайындау негізінде қолданылады. Ол ыдыстарға біріншілікті десорбциялайтын ерітінділерді дайындау мақсатында жіберілетін болып табылады.

Сорбентті нитратты түрден сульфатты түрге өтуі келесі формула арқылы жүреді :

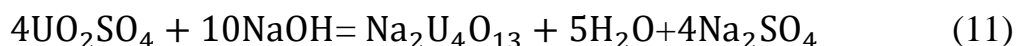


Сорбентті нитратты түрден сульфатты түрге өтуі құрамында күкірт қышқылы бар ерітінділерді қолдану арқылы жүзеге асады. Сорбентті денитрациялау үшін қажет ерітінділер жуу колонналарына келіп түседі. Ол 70 г/л қышқылдыққа немесе артық болып күкірт қышқылымен толтырылады.

4.5 Уран концентратын тұнбаға түсіру және фильтрлеу

Уранды тұнбаға түсіру ауалы араластырғыш колонналы типтегі аппаратта каустикалық соданың көмегімен жүргізіледі, мұнда каустикалық сода мөлшері рН–метрдің көрсеткішіне сай автоматты жүреді. Тұнбаға түсіру бойынша рН мәні : 2,5 - 3,0; 4,5 - 5,0; 7,0 - 7,3 .

Тауарлы регенераттан уранды тұнбаға түсіру процесінің теңдеуі :



Кесте 5 - Ерітіндідегі уранның концентрациясы мен ортаның рН - ның тәуелділігі

Концентрация U^{+b} (г/л)	рН	Концентрация U^{+b} (г/л)	рН
285,0	2,9	24,0	4,5
200,0	3,0	2,4	5,3
100,0	3,4	0,24	5,9
57,0	3,8	0,024	6,6
28,5	4,2	0,0024	7,2

Кейбір тұздарды (уранил тұздары, натрий тетрауранаты, натрий диуранаты) тұнбаға түсірген жағдайда ортаның рН – ы ерітіндідегі уранның концентрациясына тәуелді болады.

Тұндырудың соңғы жағында рН мәні жеткілікті жоғары болған кезде ерітінтіден уран толық түрде тұндырылады. Процесс 25 - 40 °С температурада жүреді. Тұнбаға түскен қосылыстар рН мәнінің әр интервалына байланысты болады.

Кесте 6 - Тұнба құрамының ортаның рН-на тәуелділігі

рН	Тұнба құрамы	рН	Тұнба құрамы
4,0-5,0	$UO_2(OH)_2$	7,0-9,0	$Na_2U_4O_{13}$
6,0-6,5	$Na_2U_7O_{22}$	9,0-11,0	$Na_2U_2O_7$

Гидролизді тұнбаны ұстап көру арқылы байқауға болады. Соның нәтижесінде тұнба құрамы өзгеріп, қышқылдылығы жоғары ерітінді түзіледі.

Тұндыру өнімінің құрамында нитрат иондарының бар болуы каллоидты бөлшектердің түзілу кезінде қатты бөлшектерде адсорбциялануымен сипатталады. Жиналмалы сыйымдылықтарға тұндырудан алынған пульпа жиналып, ол сүзгі – пресске жерден сорғы көмегімен жіберіледі. Сонымен қатар уранды десорбциялауға арналған ерітінділерді дайындауға беріледі. Сүзгі – престерден шығып ыдысқа түседі, ол одан кейін насос арқылы пульпа жинағышқа кейін қайтарылады. Фильтрация аяқталғаннан соң фильтрде тұнба техникалық сумен жуылады, кейін сығылған ауа көмегімен үрленеді.

Жуылған, құрғатылған дайын өнім - химиялық табиғи уранның концентраты "сары кек". Ол бункер арқылы көлемі 2,5 м ТУК-118 типтес контейнерлерге тиелініп жіберіледі.

4.6 Соңғы өнімнің сипаттамасы

Соңғы өнімнің техникалық атауы – табиғи уранның химиялық концентраты, «сары кек» .

Химиялық формуласы - $Na_2U_4O_{13}$, натрий тетрауранаты.

Тауарлық атауы – табиғи уранның химиялық концентраты (ТУХК).

Уран концентратының негізгі физика – химиялық қасиеттері :

- сыртқы түрі кристаллды зат тәрізді;
- сары түстен қоңыр түске дейін құрамындағы қоспалардың мөлшеріне қарай болады;

- суда аз ериді, уранил тұздарын қышқылдар ерітінділерінде түзіп ериді;

- әлсіз белсенді , меншікті белсенділігі – 0,239.....0,340 мкКи/г;

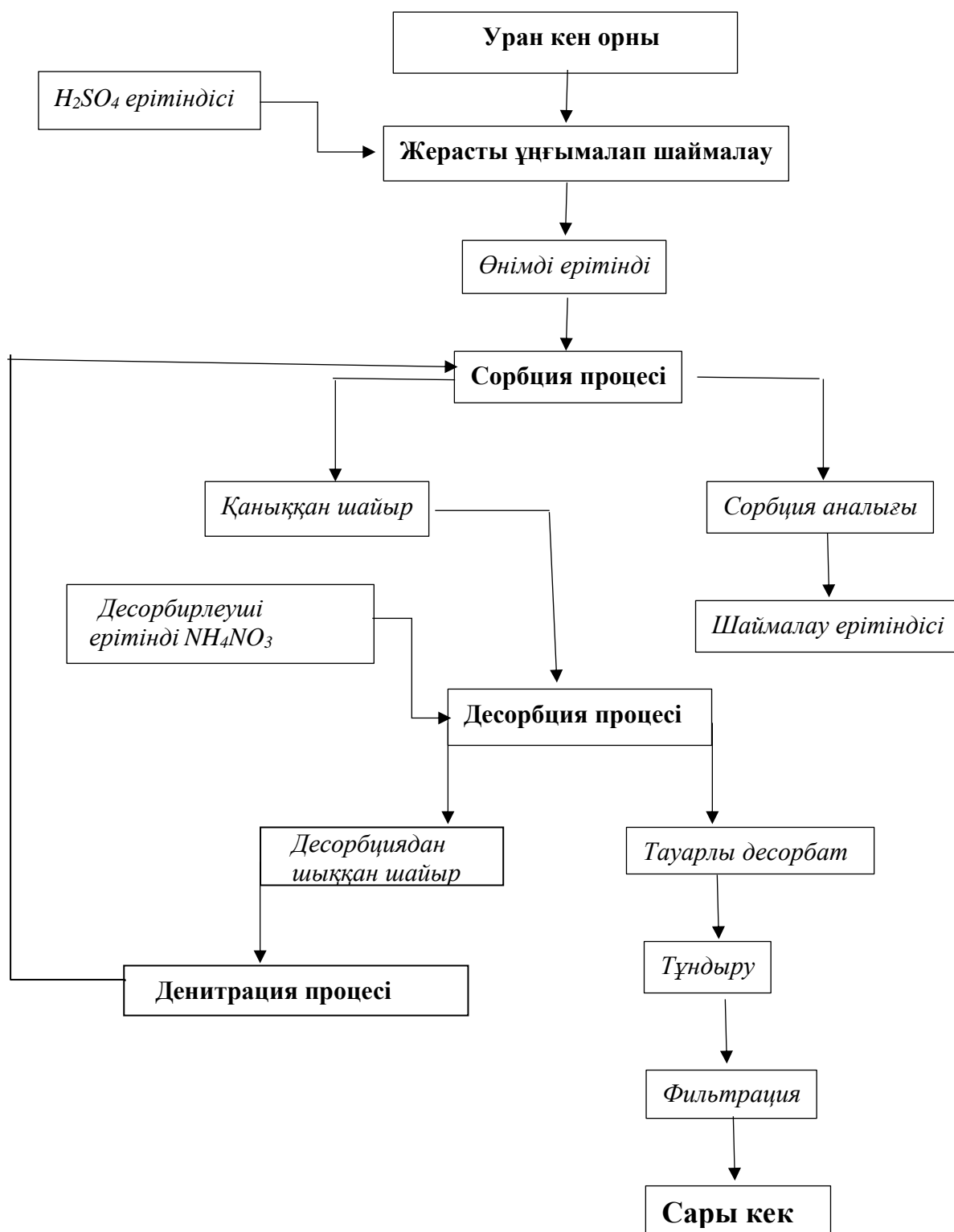
- үйінді салмағы – 1,9 – 2,3 г/см³

Уран концентраты техникалық шарттарда ТУ 640 РК-38229886-3АО-01-2000, берілген кесте 7 бойынша параметрлерге сәйкес болуы керек.

Кесте 7 - Уранды концентраттың техникалық параметрлері

Көрсеткіштер атауы	Норма
Уранның массалық үлесі , %	35,0 кем емес
Азот қышқылында ерімеген қалдықтың массалық үлесі , %	1,2 артық емес
Ылғалдың массалық үлесі , %	30,0 артық емес

4.7 Технологиялық схема



5 Сурет - Сары кек алудың технологиялық схемасы

5 Материалдық балансты есептеу

5.1 Сорбция процесі

Дипломдық жұмыс бойынша Қызылқұм кен орнының өнімділігі жылына 470 тонна құрайтын уран концентраты алынған. Кәсіпорынның жұмыс уақыты 2 ауысым, әр ауысым 12 сағаттан. Бір жылдағы цехтың жұмыстық күндері 340 күн. Қалған 25 күні жөндеу істеріне байланысты.

Уран бойынша өнімділік $Q = 470$ т/жыл;

Өнімді ерітінді құрамындағы уран үлесі $100,0$ мг/л не $0,1$ кг/м³

Сағаттық өнімділік анықталады:

$$Q_{\text{сағ}} = \frac{470000}{340} * 24 = 57,59 \text{ кг/сағ}$$

Сағаттық көлем (ерітінді) (м³ / сағ):

$$V_{\text{сағ}} = \frac{Q_{\text{сағ}}}{U_{\text{бас}} - U_{\text{соң}}} \quad (12)$$

мұндағы $V_{\text{сағ}}$ - сағаттық көлем (м³ /сағ) ;

$Q_{\text{сағ}}$ – сағаттық өнімділік (уран) (кг/сағ) ; 57,59

$U_{\text{бас}}$ және $U_{\text{соң}}$ – алғашқы және соңғы концентрация (ерітінді құрамындағы уранның) (кг/м³) ; 0,10 ; 0,0030 ;

$$V_{\text{сағ}} = 57,59 / 0,1 - 0,003 = 593,72 (\text{м}^3 / \text{сағ})$$

Өнімді ерітіндінің шығыны - $593,72$ м³/сағ не $4844755,2$ м³ /жыл, сонда уранның сағатты өнімділігі – $57,59$ кг/сағ не $469934,4$ кг/жыл.

Су - материалдық баланс есебі бойынша қалдық ыдыстар:

- қалдық шайыр сыйымдылығы $1,0$ кг / м³ ;

- сорбция үрдісіндегі қайтарымды қалдық ерітінділердің сыйымдылығы – $0,0030$ кг / м³.

Сорбция үрдісі сорбциялы қысымды бағаналарда (СНК - 3М) жүргізіледі . Қолданылатын ион алмастыру шайыры Ambersep 920 U Cl⁻ (SO₄)²⁻ .

Шайырдың жұмыс сыйымдылығы - 55 кг/кг. Бастапқы өнімді ерітіндінің тәуліктік мөлшерін есептейміз, оның тығыздығы - $1,01$ г/м³,

онда:

$$V_{\text{тәу}} = 593,72 \cdot 24 = 14\,249,28 (\text{м}^3 / \text{тәул})$$

$$m_{\text{тәу}} = 14\,249,28 \cdot 1,01 = 14\,391,7 (\text{кг/тәул}) / \text{тәул}$$

Өнімді ерітінді құрамындағы уран:

$$14\,249,28 \cdot 0,160 = 2\,279,8 \text{ (кг)}$$

анионитке алыну 98,5 % , алынуға қажетті уран мөлшері есептелінеді :

$$2\,279,8 \cdot 0,985 = 2\,245,6 \text{ (кг)}$$

Ambersep 920 U $\text{Cl}^- (\text{SO}_4)^{2-}$ жұмыс сыйымдылығы 0,55 кг , сорбция үрдісіне қажетті шайыр :

$$2\,245,7/0,55 = 4\,083,06 \text{ (кг)}$$

Сорбция үрдісінен кейін ерітіндіде қалатын уран :

$$2\,279,8 - 2\,245,6 = 34,2 \text{ (кг)}$$

Сорбцияланған уранды анионит саны:

$$4\,083,06 + 2\,245,6 = 6\,328,66 \text{ (кг)}$$

Сорбция аналықтар саны:

$$14\,391,7 - 2\,245,6 = 12\,146,1 \text{ (кг)}$$

Есептеулер нәтижесі бойынша сорбция үрдісінің материалдық балансы құрастырылады - 8 Кесте.

Кесте 8 - Сорбцияның материалдық балансы

Кірісі			Шығысы		
Атауы	Саны , кг/тәул		Атауы	Саны , кг/тәул	
	Жалпы саны	Құрамындағы уран		Жалпы саны	Құрамындағы уран
1.Өнімді ерітінді	14 391,7	2 279,8	1.Қаныққан анионит Ambersep 920 U $\text{Cl}^- (\text{SO}_4)^{2-}$	6 328,66	2 245,6
2.Күшті негізді анионит Ambersep 920 U $\text{Cl}^- (\text{SO}_4)^{2-}$	4 083,06		2.Сорбция аналығы	12 146,1	34,2
Барлығы:	18 474,76	2 279,8	Барлығы :	18 474,76	2 279,8

Сонда , әр тәулік сайын шайырдағы уран мөлшері – 2 279,8 кг, жылдық мөлшері– 775,132 кг құрайды.

5.2 Десорбция процесі

Десорбция үрдісі 200 – 250 г/литр концентрациялы NH_4NO_3 аммиак селитрасымен жүреді. Десорбция Қ : С фазаларының 1:1,5 қатынасында жүзеге асады.

Кесте 9 - Десорбцияның материалдық балансы

Кіріс			Шығыс		
Атауы	Саны , кг/тәул		Атауы	Саны , кг/тәул	
	Жалпы саны	Құрамындағы уран		Жалпы саны	Құрамындағы уран
1.Қаныққан анионит Ambersep 920 $\text{U Cl}^-(\text{SO}_4)^{2-}$	6 328,66	2 245,61	1.Тауарлық десорбат	9 492,99	2 223,144
2.Десорбциялаушы ерітінді $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{H}_2\text{O}$	2 183,3877 7 309,6		2.Қалпына келтірілген шайыр	6 328,66	22,466
Барлығы:	15 821,64	2 245,61	Барлығы :	15 821,64	2 245,61

Десорбциялаушы ерітінді көлемі :

$$6\,328,66 \cdot 1,5 = 9\,492,99 \text{ (кг/тәул)}$$

Десорбирлеуші ерітінді шығыны есептеуі:

а) H_2SO_4 шығыны

$$G_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 230 \times 9,49299 = 2\,183,3877 \text{ (кг/тәулік);}$$

б) судың шығыны :

$$9\,492,99 - 2\,183,38 = 7\,309,6 \text{ (кг/тәулік).}$$

Тауарлық десорбат шығымы :

а) десорбция үрдісінде уранның шығуы 99 %, онда :

$$2\,245,6 \cdot 0,99 = 2\,223,144 \text{ (кг/тәулік).}$$

б) шайырда қалған уран мөлшері:

$$2\,245,61 - 2\,223,144 = 22,466 \text{ (кг/тәулік).}$$

Есептеу нәтижелері бойынша десорбция үрдісінің материалдық балансы құрылады - 9 Кесте.

Есептің қорытындысы бойынша тауарлық десорбаттағы тәулігіне уран мөлшері – 2 223,144 , жылына – 755868,96 кг.

5.3 Аппараттық есеп

5.3.1 СНК-3М колоннасын есептеу

Кесте 10 - Сорбция процесінің жабдығын таңдау және есептеуге қажетті бастапқы деректер

Көрсеткіштер атауы	Белгіленуі	Көрсеткіш шамасы
Ерітінділер бойынша өнімділік, м ³ /сағ	Q _{сағ}	593,721
Өнімді ерітінділерде уранның болуы (орташа), г/л	C _{өе}	0,160
Сорбция аналықтарындағы уранның қалдық құрамы, г/л	C _{вр}	0,0030 дейін
Бункерсіз бір бағанадағы сорбент көлемі,	V _{сор}	56,0
Қаныққан иониттегі уранның құрамы, кг/т	C _и	70,0
Сорбент қабатының кеуектілігі, %	Θ	50,0
Анионит Ambersep 920 U Cl ⁻ (SO ₄) ²⁻		
Максималды сыйымдылық , кг/м ³	C _{max}	56,0
Минималды сыйымдылық , кг/м ³	C _{min}	1,0
Жұмыс сыйымдылығы, кг/м ³	C _p	55,0
Сызықтық қозғалыстың ерітінді жылдамдығы, м/ч	ω	35,0

СНК-3М колоннасының көрсеткіші: D (диаметр)= 3 метр , Н (биіктігі) = 12 метр , нақты сызықтық жылдамдық (ертінді қозғалысы) – 35,0 км /сағ .

250 м³/сағ көлемді өнімді ерітінділер 35 км/сағ жылдамдықпен қозғалып сорбция колоннасына жіберіледі.

Сорбция колоннасының диаметрі:

$$D = \sqrt{\frac{4*Q}{\omega*\pi}} \quad (13)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 250}{35 \cdot 3,14}} = 3 \text{ м} \quad (14)$$

Толық жұмыс уақыты есептелінеді:

$$\tau = \tau_0 + \tau_{\text{пар}} \quad (15)$$

мұндағы $\tau_{\text{пар}}$ - параллельді ауыстыру уақыты (шоғырлану фронтының);
 τ_0 - қалыптасу уақыты (жұмыс концентрациясы фронтының).
 Параллельді тасымалдау уақыты (15)

$$\tau_{\text{пар}} = (H - H_0) / v \quad (16)$$

мұндағы H – Сорбентті қабаттың биіктігі;
 H_0 - сорбентті жұмыс қабаты биіктігі;
 v - тең концентрациялы фронттың жылжу жылдамдығы.
 Жұмысты шоғырлануын қалыптастыру уақыты:

$$\tau_0 = \frac{a_p}{K_1 \cdot C_{\text{исх}}} \quad (17)$$

мұндағы a_p – сорбент құрамындағы заттың тепе-тең концентрациясы;
 $C_{\text{исх}}$ – ерітінді құрамындағы сорбцияланатын заттың бастапқы концентрациясы;
 K_1 – сыртқы диффузия кинетикалық коэффициенті.

$$K_1 = D \cdot \frac{\omega^{0.5}}{d^{1.5}} \quad (18)$$

мұндағы D – молекулалы диффузия коэффициенті ($D = 10^{-7} \div 10^{-7}$ м/сек.);
 ω - ерітіндінің қозғалысты жылдамдығы ($\omega = 35,0$ м/сағ);
 d - сорбент дәні диаметрі ($d = 0,0010$ м).
 Жұмыс концентрациясы фронтының қалыптасу уақыты :

$$K_1 = 10^{-7} \cdot 3600 \frac{35^{0.5}}{0.001^{1.5}} = 67,353$$

$$\tau_0 = \frac{100}{67,35 \cdot 200 \cdot 10^{-3}} = 7,421 \text{ сағ}$$

Шоғырлануды параллельді ауыстыру уақыты анықталады:

$$H = \frac{\omega}{K_1} \ln \frac{C_{исх}}{C_{пр}} = \frac{35}{67,35} \ln \frac{200 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-3}} = 0,52 * \ln 66,67 = 2,188 \text{ м} \quad (19)$$

мұндағы $C_{пр}$ - секіру жағдайындағы зат концентрациясы. Содан :

$$v = \frac{H_0}{\tau_0} = \frac{2,18}{7,42} = 0,30 \text{ м/сағ}, \quad (20)$$

$$\tau_{пар} = \frac{4-2,18}{0,3} = 6,070 \text{ сағ}$$

Содан соң , сорбент қабатының толық жұмыс уақыты анықталады :

$$\tau = 6,07 + 7,42 = 13,49 \text{ сағ}$$

Қаныққан шайыр көлемі:

$$V = H_0 \cdot r^2 \cdot \pi = 2,18 \cdot (1,5)^2 \cdot 3,14 = 15,401 \text{ м}^3 \quad (21)$$

Сорбциялық колоннаның көлденең қимасының ауданы:

$$S = \Pi d^2 / 4 = 3,14 \cdot 3^2 / 4 = 7,065 \text{ м}^3 . \quad (22)$$

Сорбент қабатының биіктігі $H = 8$ м, шайыр көлемі $V = 8 \cdot 7 = 56 \text{ м}^3$.
Бағанның нақты көлемі 56 м^3 болады.

5.3.2 Колонна санын есептеу

Цехты жобалауда өнімді сорбция процесіне берілетін ерітінділерінің көлемі негізінде сорбциялық қысымды бағананың санын анықтаймыз.

Сорбциялық қысымды бағананың өнімділігі $250 \text{ м}^3 / \text{сағ}$ болғандықтан, сонда колонналар саны (n):

$$n = 593,72/250 = 2,37 = 2 \text{ (колонна)}.$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындылай келе бұл дипломдық жобамда «Қызылқұм» кен орнының уранқұрамды ерітінділерінен уранды бөліп алу технологиясы қарастырылды. Кен орны геологиялық әдістердің бірі жер асты ұңғымалы шаймалаумен жұмыс атқарады. Кен орнында жерасты ұңғымалау әдісінде ұңғымаларды қолдану арқылы жұмыс атқарады. Уранның жер қабатында орналасуына байланысты күкірт қышқылын беру арқылы уранды ерітіндіге өткізіп, сорғы ұңғымаларымен беткі қабатқа шығарылады. Жобада уранқұрамды кенді өндеуде сорбция процесінде қолданылатын сорбциялық қысымды колоннасы, десорбция процесінің жүруінің жұмыс аймақтары, технологиялық сұлбалар, кестелер келтірілген. Сонымен қатар сорбция, десорбция материалдық баланстары мен аппараттық жабдықтар саны есептелінді. Аппараттық есептеу негізінде сорбциялық қысымды бағананың екі колоннасы қажет етілді. Сорбция процесіне қажет сорбент ретінде Ambersep 920 U $\text{Cl}^- (\text{SO}_4)^{2-}$ шайыры, десорбция процесінде 200 – 250 г/литр концентрациялы NH_4NO_3 аммиак селитрасы қолданылды.

Процестер жүру нәтижесінде кен орнының технологиясы бойынша жүргізілетін негізгі процестер тиімді, сонымен қатар прогрессивті, экологиялық тұрғыдан таза.

Берілген мәліметтер бойынша есептеу нәтижелері:

Сорбция процесінің материалдық балансы әр тәулік сайын шайырдағы уран мөлшері – 2 279,8 кг, жылдық мөлшері – 775,132 кг құрайды.

Десорбцияның материалдық балансы бойынша тауарлық десорбат құрамындағы әр тәулік сайын уран мөлшері – 2 223,144, жылдық – 755868,96 кг.

Сары кек алу үшін ең алдымен сорбция, одан кейін десорбция, денитрация, фильтрлеу үрдістері жүргізіледі.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 . Громов В.В. Введение в химическую технологию урана. – М.: Атомиздат, 1978.- С.70-80.
- 2 . Лаверов Н.П. Месторождения урана и редких металлов. - М.: Атомиздат, 1976.- С.9-13.
3. Шевченко В.Б., Судариков. Технология урана. – М.: Атомиздат, 1961.
4. Методы исследований при подземном выщелачивании руд. Учебное пособие // Белецкий В.И., Давыдова Л.Г., Долгих П.Ф. и др. – М.: Изд. МРГИ, 1981.
5. Павлов К.Ф. Рошанков., Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов, Процессы и аппараты химической технологии, Учебное пособие для вузов. – Алматы.: Альянс, 2007.
6. Петров Н.Н .,Язиков В.Г.,Аубакиров Х.Б.,Плеханов В.Н ., Вершков А.Ф ., Лухтин В.Ф .Урановые месторождения Казахстана: (экзогенные). Алматы : Гылым , 1995.-С.27-35.
7. Бугенов Е.С. Василевский О.В. Табиғи уранның химиялық концентраттарын алудың физика-химиялық негіздері және технологиясы. - Алматы.: 2007
8. Основное оборудование для производства урана. А. Менлибаев, А.М. Интыкбаев, Б.О. Дуйсебаев. Издательство «Бастау». Алматы, 2004 г.-С.91-98.
9. Технология урана и плутония: учебное пособие /А. А. Маслов, Г.В. Каляцкая, Г.Н. Амелина, А.Ю. Водянкин, Н.Б. Егоров – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – С.8-15.