

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

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Кушерова Асел Кадиржановна

Жерасты ұңғымалық шаймалау әдісімен Қанжуған радиоактивті металдар кен орнын игеру
жобасы

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 университеті» 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
« » 2023 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Жерасты ұңғымалық шаймалау әдісімен Қанжуған радиоактивті металдар кен
орнын игеру жобасы»

6В07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту ББ

Орындаған

КушEROVA Асел Кадиржновна

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

Шаринова А. С.
« » 2023 ж.

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

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы



М.Б. Барменшинова
МЖПҚБ кафедра меңгерушісі
техн. ғыл. канд., қауым. проф.
2022 ж.

ТАПСЫРМА
дипломдық жобаны орындауға

Білім алушы Кушеровна Асел Кадиржановна

Тақырып: «Жерасты ұңғымалық шаймалау әдісімен Қанжуған радиоактивті металдар кен орнын игеру жобасы»

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

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «31» мамыр 2023 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістер:

Жұмыс істеп тұрған өндірістің технологиялық регламентті, дипломдық жобаның қысқаша мазмұны.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

Кіріспе. Кен орнының сипаттамасы. Жобаның технологиялық бөлімі. Уран шикізатын жерасты ұңғымалап шаймалаудан алынған өнімдік ерітіндіні өңдеу технологиясы. Құрал-жабдықтарды таңдау және есептеу.

Өнімдік ерітіндіні өңдеудің технологиялық схемасы. Өнімдік ерітіндіні өңдеуде қолданылатын жабдықтардың схемалық көрінісі.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

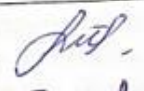
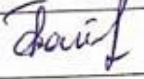
1 А.А. Маслов, Г.В. Каляцкая, Г.Н. Амелина, А.Ю. Водянкин, Н.Б. Егоров. Технология урана. - Издательство Томского политехнического университета 2007.

2 С.В. Троеглазов. Автоматизация получения товарного десорбата урана на сорбционно-десорбционной колонне СДК-1500 с применением проточного аналитического прибора СРВ-1Н. – Томск 2020.

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

Ғылыми жетекші



Мамбеталиева А.Р.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Кушерова А.К.

Күні

«31» 05 2023 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жобада келесі тақырыптар қарастырылған: уран минералдары және Қанжуған байыту фабрикасына сипаттама, шаймалау, сорбция, десорбция, денитрация, тұндыру, фильтрлеу және аффинаждау.

Жобаланған байыту фабрикасында Қанжуған кен орнының уран кенін жер асты ұңғымалап шаймалаудың технологиялық сұлбасы және ерітіндіден уранды сорбциялық бөлу жолы қарастырылған. Жобада сорбция, десорбция процестерінің материалдық баланстары және жабдықты таңдау мен есептеулері қарастырылған. Технологиялық сұлбаны іске асыру негізінде қолданылатын негізгі жабдықтар көрсетілген.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте рассмотрены следующие темы: урановые минералы и характеристика обогатительной фабрики Канжуган, выщелачивание, сорбция, десорбция, денитрация, осаждение, фильтрация и аффинаж.

На проектируемой обогатительной фабрике предусмотрена технологическая схема подземного скважинного выщелачивания урановой руды Канжуганского месторождения и путь сорбционного отделения урана от раствора. Проектом предусмотрены материальные балансы процессов сорбции, десорбции, а также выбор и расчеты оборудования. Показано основное оборудование, применяемое на основе реализации технологической схемы.

ANNOTATION

The diploma project covers the following topics: uranium minerals and characteristics of the Kanzhugan processing plant, leaching, sorption, desorption, denitration, sedimentation, filtration and refining.

The technological scheme of underground borehole leaching of uranium ore from the Kanzhugan deposit and the way of sorption separation of uranium from the solution are provided at the designed concentrating plant. The project provides for material balances of sorption and desorption processes, as well as the selection and calculations of equipment. The main equipment used on the basis of the implementation of the technological scheme is shown.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	
1	Әдебиетке шолу	8
1.1	Қанжуған кен орнының геологиялық жағдайы	8
1.2	Қанжуған кен орнына сипаттама	9
1.3	Уранның маңызды минералдары мен кендеріне негіздеме	10
2	Жалпы бөлім	13
2.1	Уран кендерін жерасты шаймалау	13
2.2	Карбонатпен сілтілеу	15
2.3	Қышқылмен сілтілеу	15
3	Негізгі технологиялық бөлім	17
3.1	Күкірт қышқылымен шаймалағаннан кейін пульпа мен ерітінділерден уранның бөлінуі	17
3.2	Өнімді ерітіндіні сорбция процесіне дайындау	21
3.3	Ерітіндіден уранды сорбциялық бөлу процесі	21
3.4	Қаныққан сорбентті десорбциялау үрдісі	23
3.5	Уран сорбентін денитрациялау әдісі	25
3.6	Концентратты тұндыру және фильтрлеу процесі	27
3.7	Уран аффинажы	27
4	Есептеу бөлімі	29
4.1	Сорбцияның материалдық балансы	29
4.2	Десорбцияның материалдық балансы	32
4.3	Жабдықты есептеу және таңдау	33
	Қорытынды	
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	

КІРІСПЕ

Бұрынғы КСРО-ның ажырамас бөлігі бола отырып, Қазақстан ядролық кешеннің маңызды бөлігі болды және ядролық циклдің айтарлықтай қуаттылығына ие болды. Қазақстан бұрынғы КСРО-да уран өндіретін негізгі өңірлердің бірі болды. КСРО ыдырағанға дейін 70 000 тоннадан астам уран өндірілді, ал Үлбідегі өндіріс орталығы КСРО-да қолданылатын отын түйіршіктерінің 80% қамтамасыз етті.

Біздің елімізде радиоактивті металды өндіру дәстүрлі шахта әдісімен және ұңғымалық жерасты шаймалаудың заманауи әдісімен жүргізіледі. Соңғысы қазірдің өзінде өндірістің жалпы көлемінің 30% - дан астамын құрайды. 70-80 жылдары Қазақстанда уранның ірі кен орындары, оның ішінде жерасты ұңғымалап шаймалау әдісіне жататын кен орындары табылды. Бұл әдіс бірқатар экономикалық және экологиялық артықшылықтарға ие. 1970 және 1971 жылдары Уванас кен орнында шаймалау сынақтары сәтті өтті және үздіксіз барлау Қанжуған, Мойнқұм және Мыңқұдық сияқты қосымша кен орындарының ашылуына әкелді. 70-80 жылдардағы қысқа мерзім ішінде Қазақстан жерасты ұңғымалап шаймалау әдісімен уран өндіруді дамыту үшін берік негіз құрды. Қазіргі уақытта жерасты ұңғымалап шаймалау әдісіне жататын уранның әлемдік қорларының жартысынан астамы Қазақстанда орналасқан. Осылайша, Қазақстан жерасты ұңғымалап шаймалау әдісін пайдалана отырып, шығындар мен қоршаған ортаға әсерді азайту есебінен уран өндіру бойынша әлемдік көшбасшыға айналу мүмкіндігіне ие.

Дипломдық жобада ҰАК «Казатомпром» кен орындарының бірі Қанжуған кен орнында жерасты ұңғымалық шаймалау әдісімен радиоактивті металдар кен орнын игеру жобасы жайлы мәліметтер келтірілген. Жерасты шаймалау – бұл пайдалы компонентті жер қойнауындағы сұйық фазаға селективті аудару арқылы кен орындарын игеру әдісі, содан кейін өндірістік ерітінділерді қайта өңдеу. Қанжуған кен орнында тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстардың нәтижелері бойынша күкірт қышқылын (H_2SO_4) қолданып шаймалау тиімдірек. Себебі құрамында ерімейтін оксидтер бар уранинит, настуран сияқты уран минералдары көбінесе концентрацияланған қышқылдармен ғана ашылады. Екінші себептерінің бірі шаймалау реагентін таңдауда реагенттің құны маңызды рөл атқарады. Егер уранды шаймалауға жарамды химиялық реагенттердің құнын салыстыратын болсақ, онда ең арзан күкірт қышқылы H_2SO_4 болады. Онымен салыстырғанда HNO_3 1,5 есе, HCl – 2,5 есе, Na_2CO_3 – 1,5 есе, $NaHCO_3$ – 2 есе және $(NH_4)_2CO_3$ – 4 есе қымбат.

Бұл әдіс уран кендері арқылы ұңғымаларды бұрғылау, уран кендеріне ерітінді беру, құрамында уран бар ерітінділерді бетіне көтеру және олардан сорбциялық ион алмасу қондырғыларында уран алу, аналық ерітінділерге қышқыл қосу және оларды қайтадан жер қойнауына айдау арқылы жүзеге асырылады. Ұңғымаларды шаймалау кезінде жер қойнауының геологиялық жағдайы өзгермейді, өйткені тау-кен массасын алу жүргізілмейді.

1 Әдебиетке шолу

1.1 Қанжуған кен орнының геологиялық жағдайы

Қанжуған кенорны Созақ қаласынан шығысқа қарай 30 км жерде, Оңтүстік Қазақстан облысындағы Шу - Сарысу өзенінің оңтүстік бөлігіндегі Қаратау тауларының солтүстік баурайында, Қызылордадан шығысқа қарай 300 км және солтүстік-батыстан әрі 200 км жерде орналасқан.

Оңтүстігінде ол Мойынқұмның құмды топырақтарымен жабылады. Тау асты жазығы тегіс көлбеу тегіс рельефпен сипатталады. Топырақтың химиялық қасиеттері құрғақ қабаттардан тұрады, олар бойынша ағын тек қардың көктемгі еруі кезінде және жаңбырдан кейін байқалады. Топырақ түзетін кеуектер әлсіз илектелген пролювиалды және аллювиалды-пролювиалды шөгінділермен ұсынылған. Аумақтың солтүстік бөлігі Мойынқұмның шегінде орналасқан, олар тау аралық ойпаттар мен түйнек-жоталы құмдар болып табылады, олардың тұзды батпақтары жиі кездеседі. Қанжуған кен орны 2008 жылы іске қосылған Қайнар шахтасын қолдайды.

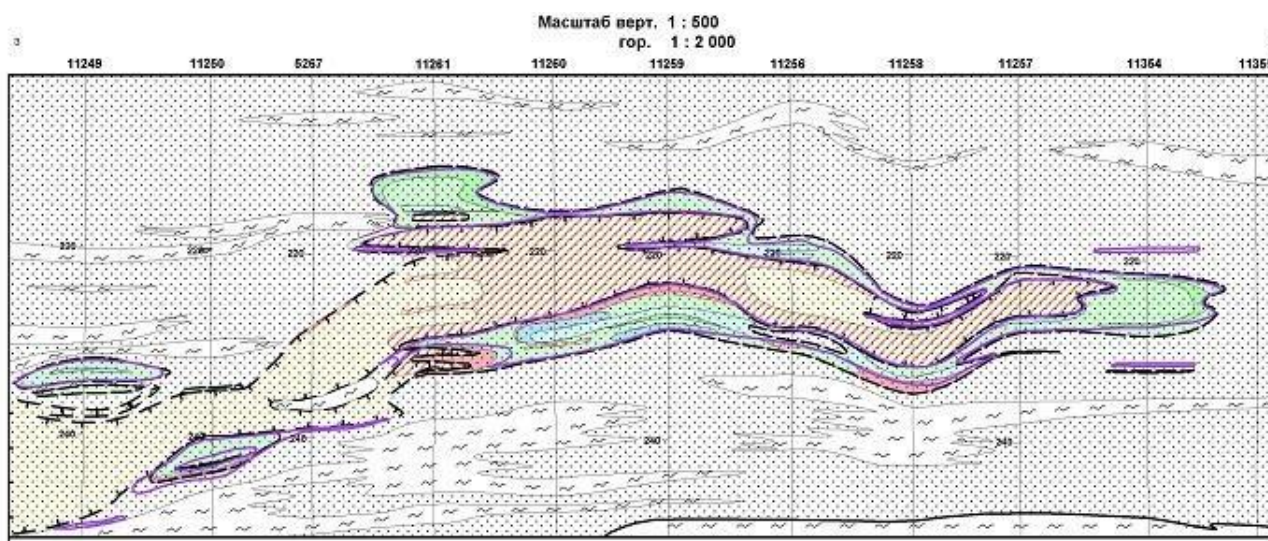
Бұл құрылым мезозой іргетасына дейінгі ендік сына тәрізді болып табылады, оның беті тегістелген және Шу-Сарысу өлкесінің солтүстігінен салыстырмалы түрде іргелес, кайнозой қабығының мезо қабаты. Мезо-кайнозой құрылымдық қабатының негізгі белгілерде мезозой түзілімдеріне дейінгі беттің блоктық құрылымымен және жыртылу бұзылыстарымен анықталады. Шу-Сарысу жер қыртысының жоғарғы бөлігінің қимасы жалпы құрылымы бар. Төменгі құрылымдық қабат геологиялық формациялардың қарқынды орналастырылған және метаморфталған шөгінділерімен ұсынылған: тақтатас шөгінді вулканогенді, карбонатты теңіз. Орташа құрылымдық қабат қатты келіспеушілікпен каледондық негізді қабаттастырады. Төменгі және орта құрылымдық қабаттардың құрамында кембрий, ерте және кеш палеозой интрузивті-эффузивті кешендер ерекшеленеді. Жоғарғы (мезо-кайнозой) құрылымдық қабаты юра, бор, палеоген және неоген-төрттік жүйелермен ұсынылған.

Қанжуған кен алқабы екінші ретті Сарысу артезиан бассейніне жатады. Су өткізгіш жыныстардың тиістілігіне, жер асты суларының қозғалу жағдайларына және кенді алқапта гидравликалық өзара байланыс дәрежесіне байланысты келесі сулы горизонттар бөлінеді:

- қазіргі аллювиалды шөгінділер;
- кеш төрттік-қазіргі аллювиалды шөгінділер;
- орта тоқсандық аллювиалды-пролювиалды шөгінділер;
- төменгі палеоцендік ерте-орта эоцендік шөгінділер.

Климаты күрт континенталды, қысы суық-ылғалды, жазы ыстық-құрғақ. Орташа жылдық температура 8-10°, шілде айының орташа температурасы +26-27°, қаңтар айының орташа температурасы -8-10°. Жылы кезеңдегі гидротермиялық коэффициент 0,2-0,25 құрайды. Жауын-шашынның орташа

жылдық мөлшері 130-150 мм. Жауын-шашынның таралуы айтарлықтай біркелкі болып келеді.



1 Сурет – Қанжуған кен орнының геологиясы

1.2 Қанжуған кен орнына сипаттама

Негізгі уран минералдары коффинит және настуран болып табылады, олардың уран минералдарының таралуы келесідей: коффинит-49,6%, настуран-42,0%, уранды черни – шамамен 5-10 %. Кен орнында сульфид-настуран-коффинит кендерінің бір минералогиялық түрі бөлінеді. Текстуралық белгілері бойынша кендер дисперсті қиылысқан. Құрылымы әртүрлі: цементті, интерстациялық, псоморфты, сирек колломорфты. Қанжуған кен орнының литологиялық типтерінің химиялық құрамы келесідей: уран мөлшері-0,052 %, қалғаны кестеде көрсетілген.

1 Кесте – Химиялық талдау нәтижелері

Минерал атауы	Мөлшері, %
SiO ₂	82,35
Al ₂ O ₃	7,82
FeO	0,36
Fe ₂ O ₃	1,56
T ₂ O ₂	0,28
P ₂ O ₅	0,04
CaO	0,36
MgO	0,60
K ₂ O	2,33
Na ₂ O	0,15
H ₂ O	0,28
Сульфид	0,48

Құмды кендердің минералогиялық және химиялық құрамы жеткілікті дәрежеде сақталған және әртүрлі кендердің немесе санау блоктарының оқшаулануының белгісі бола алмайды. Карбонаттардың мөлшері төмен (жалпы карбонатты емес кендер). Қанжуған кен орны бойынша құмдағы CO_2 орташа статистикалық құрамы – 0,30%,

Зертханалық сынамаларды талдау бойынша Қанжуған горизонтының жыныстары мен кендерінің әр түрлі литологиялық-фльтрациялық типтері үшін қышқыл сыйымдылығы 4,5 кг/т аспайды, бұл құмдардың төмен карбонаттылығымен және қышқылды қажет ететін компоненттердің шамалы құрамымен жақсы үйлеседі. Кенді орналастыру горизонты шегіндегі сүзу коэффициентінің (Кф) шамасы тәулігіне 3,4-тен 13,4 м-ге дейін, орташа тәулігіне 7,7 м құрайды.

2008 жылы пайдалануға берілген сәттен бастап Қанжуған кенішінің өндірістік қуаты жылына 800 тонна уранды құрайды.

2 Кесте – Қанжуған кен орнының уран өндіру бойынша көрсеткіштері (тонна бірлік)

2012 ЖЫЛ	2013 ЖЫЛ	2014 ЖЫЛ	2015 ЖЫЛ	2016 ЖЫЛ	2017 ЖЫЛ	2018 ЖЫЛ	2019 ЖЫЛ	2020 ЖЫЛ	2021 ЖЫЛ
1075	1129	1174	873	781	616	609	710	750	835

1.3 Уранның маңызды минералдары мен кендеріне негіздеме

Қазіргі уақытта уранды негізгі компонент ретінде қамтитын 150-ге жуық минералдар және қоспалар ретінде аз мөлшерде уран бар тағы 50-ге жуық минералдар белгілі. Уран минералдарын екі үлкен топқа бөлуге болады – біріншілік және екіншілік. Біріншілік-жер қыртысының пайда болуында пайда болған минералдар (әдетте магмалық шығу тегі). Екіншілік минералдар- табиғи факторлардың әсерінен кейінгі кезеңдерде пайда болған. Бастапқы және екіншілік кен орындарының негізгі минералдары уранинит және настуран болып табылады.

Уранинит-құрамында уран (IV) оксиді түріндегі уран бар және UO_2 формуласы, дегенмен оның құрамында әрдайым UO_3 уран (VI) оксиді бар. Минералдың түсі қара; тығыздығы 7,6-10 г / см³; уран мөлшері 62-95 %. Қышқылдарда ол әрең ериді, ең жақсы тұз қышқылында, азот қышқылында, күкірт қышқылында – тотықтырғыштың қатысуымен концентрацияланған.

Настуран (уран шайыры, шайыр) – әдетте минералға U_3O_8 формуласы жазылады, оның құрамы өзгеруіне байланысты дәлірек формула $x\text{UO}_2 \cdot y\text{UO}_3 \cdot z\text{PbO}$ құрамына сәйкес келеді. Минералды " алдау " деп атайды, өйткені ол түсі қарадан ашық сұрға дейін өзгереді, ал шайыр-оның дәндері қатып қалған шайыр тамшыларына ұқсайды. Настуранның тығыздығы 4,5-7,7 г / см³; ондағы уранның мөлшері 66-85% құрайды.

3 Кесте – Уран минералдары

Аты	Формула
Уранның біріншілік минералдары	
Уранинит	$x\text{UO}_2 \cdot y\text{UO}_3 \cdot z\text{PbO}$
Настуран (уран шайыры)	$x\text{UO}_2 \cdot y\text{UO}_3 \cdot z\text{PbO}$
Давидит	Шамамен құрамы: 52% TiO_2 , 17% FeO , 18% Fe_2O_3 , 2% UO_3 , 1% SiO_2 , азғана V, Th және т.б. тығыздығы 4,8 г/см ³ , қаттылығы-6.
Браннерит	TiO_2 – 31–43%, UO_2 – 24% дейін, UO_3 – 40% дейін, ThO_2 – 8% дейін, Fe_2O_3 –4% дейін, CaO –3,5% дейін. Тығыздығы– 4,5–5,4 г/см ³ , қаттылығы 4,5–5,5.
Бетафит	уран, кальций, темір, торийдың титан-тантало-ниобаты. Уранның мөлшері - 20% дейін. Тығыздығы– 3,7–5 г/см ³ , қаттылығы – 4
Коффинит	$\text{U}(\text{SiO}_4)_{1-x} \cdot \text{OH}_{4x}$. Уранның мөлшері 45-67% құрайды. Тығыздығы– 5,1 г/см ³ , қаттылығы 5–6.
Уранның екіншілік минералдары	
Уранды черни	Тотығу дәрежесі настуранға қарағанда үлкен (UO_3 дейін). Уранның мөлшері 8-3,4% құрайды. Тығыздығы– 3-4,8 г/см ³ , қаттылығы 1–4.
Карнотит	$\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot (1-3)\text{H}_2\text{O}$. Тығыздығы –4,5 г/см ³ , қаттылығы 2–2,5.
Тюямунит	$\text{CaO} \cdot 2\text{UO}_3 \cdot \text{V}_2\text{O}_5 \cdot (4-10)\text{H}_2\text{O}$. Тығыздығы– 3,3–4,4 г/см ³ , қаттылығы 1–2.
Отенит	$\text{CaO} \cdot 2\text{UO}_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot (8-12)\text{H}_2\text{O}$. Тығыздығы–3–3,2 г/см ³ , қаттылығы 2–2,5.
Торбернит	$\text{CuO} \cdot 2\text{UO}_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot (8-12)\text{H}_2\text{O}$. Тығыздығы– 3,2–3,6 г/см ³ , қаттылығы 2–2,5.
Парсонит	$2\text{PbO} \cdot \text{UO}_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Тығыздығы– 5,4–6,2 г/см ³ дейін, қаттылығы 2,3–2,5.
Шрекингерит	$\text{Na}_2\text{Ca}_3(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3(\text{SO}_4)\text{F}(\text{OH}) \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Тығыздығы– 2,5 г/см ³ , қаттылығы –2,5.
Уранофан	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Тығыздығы–4 г/см ³ , қаттылығы 2–3.
Казолит	$\text{Pb}(\text{UO}_2)\text{SiO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Тығыздығы– 5,3–6 г/см ³ , қаттылығы 4–5.
Тухолит	28–60% C, 20–40% ұшпа көмірсутектер, 7–27% күл, күлде 4–40% U_3O_8 , 14–48% Th бар.

Екіншілік минералдарда уранинит пен настуранмен бірге, гидратталған оксидтер мен уран тұздары жиі кездеседі. Олар: сульфаттар, силикаттар, фосфаттар және т. б. Олардың ішіндегі ең практикалық маңызы барлар: отенит-сары-жасыл гидратталған кальций уранил фосфаты ($\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$),

карнотит – сары калий уранилванадаты ($K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$) және коффинит гидратталған қара уран силикаты (IV) ($U(SiO_4)_{1-x}(OH)_{4x}$).

Таралуы бойынша уран күміс (Ag), кадмий (Cd), сынап (Hg), висмут (Bi) сияқты белгілі элементтерден озады. Жер қыртысының салыстырмалы түрде жұқа 20 шақырымдық қабатында шамамен 1014 тонна уран бар. Жер қыртысының әртүрлі жыныстарында уранның мөлшері бірдей емес. Қышқыл тау жыныстары бар SiO_2 кремний жоғары диоксиді уранға бай. Бір тонна гранитте 25 граммға дейін уран бар. Уранның қазіргі әлемдік бағасы кезінде құрамында 0,1% уран бар кен орындарын игеру экономикалық тұрғыдан тиімді. Уранның белгілі арзан резервтік кен орындарының 90% - дан астамы Австралия, Канада, Оңтүстік Африка, АҚШ, Франция аумағында орналасқан. Конгломерат жыныстарының екі кен орны осы елдердің қорларының 50-60% құрайды.

2 Жалпы бөлім

2.1 Уран кендерін жер асты шаймалау

Жерасты шаймалау – бұл пайдалы компонентті жер қойнауындағы сұйық фазаға селективті аудару арқылы кен орындарын игеру әдісі, содан кейін өндірістік ерітінділерді қайта өңдеу.

Жерасты шаймалаудың өзіндік құны дәстүрлі игеру әдістерінен едәуір аз (ашық және жер асты), бұл жерасты шаймалаумен құрамында уран мөлшері 0,01-0,03% болатын кедей кендерді өңдеуге мүмкіндік береді, оларға қатысты тау-кен жұмыстары мүлдем тиімсіз. Жерасты шаймалауда уран өндірудің табиғи ортаға теріс әсері айтарлықтай төмендейді. Осы тәсілмен пайдаланылған кен орындарының алаңында жер бетінің құлауы мен құлау аймақтары, бос жыныстар мен баланстан тыс кендердің үлкен үйінділері, сондай-ақ қалдық қоймалары жоқ. Жерасты шаймалаудағы қатты қалдықтардың мөлшері 100 кг уран оксиді үшін 1 кг, ал дәстүрлі әдіспен-1 кг үшін 1000 кг құрайды. Шаң шығару көздері өндірістен толығымен алынып тасталды, бұл радиоактивті заттардың атмосфераға шығарылу көлемін күрт азайтты.

Жерасты шаймалау екі нұсқада жүзеге асырылады: шахта және ұңғыма. Жерасты ұңғымалап шаймалау әдісі жиі қолданылады. Бұл кедей кен қабатына сілтілеу ерітіндісі (1-2% күкірт қышқылы немесе карбонат ерітіндісі) құйылады, ол кен қабатынан өтіп, уран минералдарын (настуран, уран черни, кофинит) ашады. Алынған уран ерітіндісі аэрлифт немесе суасты сорғысы арқылы айдау ұңғымасы арқылы бетіне көтеріледі. Өнімді ерітіндіден ион алмасу шайырларымен уран алынғаннан кейін "сорбция" матты ерітіндісі шаймалау реагенттерімен нығайтылғаннан кейін айдау ұңғымасына қайтарылады.

Жерасты ұңғымалап шаймалау нұсқасын орындау үшін бірқатар шарттарды орындау қажет:

-уран негізінен қышқылдар мен карбонаттардың сұйылтылған ерітінділерімен оңай ашылатын екіншілік минералдармен ұсынылуы керек, өйткені орташа және жоғары концентрациядағы ерітінділерді қолдану қышқыл мен карбонаттардың көп тұтынылуына әкеледі, бұл жерасты ұңғымалап шаймалауды тиімсіз етеді.

-құрамында уран бар тау жыныстарының жақсы өткізгіштігі (сүзу коэффициенті) болуы керек. Жерасты шаймалауды қолдануға болатын ең аз сіңу жылдамдығы тәулігіне 10 см құрайды.

-бұл аймақта жер асты суларының көші-қон жылдамдығы төмен болуы керек.

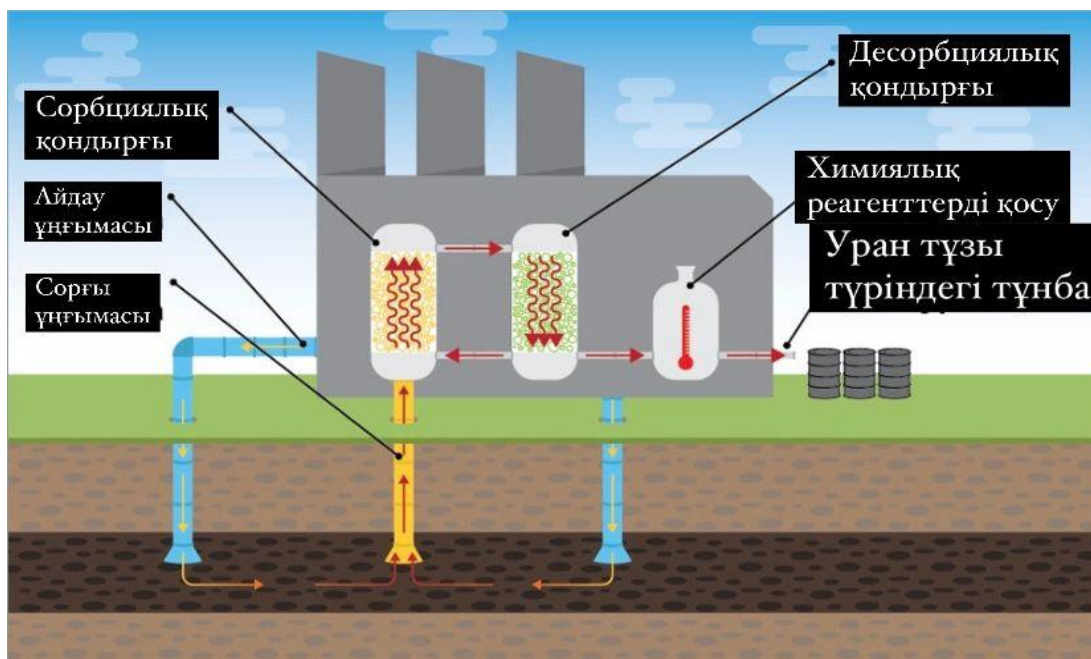
-суға төзімді астыңғы қабаттың болуы.

Жерасты ұңғымалап шаймалауды қолданудың ең қолайлы жағдайын құмдар мен кеуекті құмтастардағы қайталама кен орындарынан уран алу деп санауға болады.

Мұндай кен орындарының пайда болуын келесідей елестетуге болады. Геологиялық процестер нәтижесінде уранның байырғы кен орны жер

бетіне шыққанда, ол желге ұшырайды. Ауаның, судың әсерінен сульфидті жыныстарға күкірт қышқылы пайда болуы мүмкін, ол тотыққан алты валентті уранды аша алады. Уран карбонатты ерітіндіге де ауыса алады. Тотығу аймағында пайда болған ерітінділер су өткізгіш жыныстарға: құмдарға, құмтастарға ауысады. Тотығу аймағынан шыққан кезде уранды ерітіндіден негізгі жыныстарға тұндыру процесі басталуы мүмкін. Тұндыру карбонаттармен, темір, алюминий қосылыстарымен реакцияға қышқыл шығыны салдарынан, сондай-ақ күкіртті сутегімен немесе екі валентті темірмен тотықсыздану салдарынан қышқылдығы төмендеген кезде гидролиз нәтижесінде пайда болуы мүмкін.

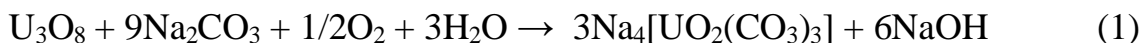
Уран уранды черни, настуран, сирек коффинит төрт валентті уран силикатының пленкалары түрінде тұндырылған. Қышқыл ерітіндінің жаңа бөліктері жақындаған кезде бұл пленкалар еруі мүмкін және уранды тотығу және тотықсыздану аймақтары арасындағы жаңа шекараға ауыстыруға болады. Бірте-бірте уранның шөгу аймағы бастапқы көзден ондаған және жүздеген шақырымға су өткізгіш қабат арқылы өтіп, "орам" деп аталатын фигураны құрайды. Ол уранның негізгі бөлігі шоғырланғанынан және геологиялық жағдайларға байланысты болады, орамның ені 200-1000 м, биіктігі 10 м – ге дейін, ұзындығы 3-тен 20-70 км-ге дейін жетуі мүмкін. Орамның биіктігі өткізгіш қабаттың биіктігінен аз болуы мүмкін, яғни жоғарғы су өткізгіш орамнан жоғары өтуі мүмкін және өткізгіш горизонттардың орташа қуаты 10-35 м, кен денелерінің орташа қуаты 4-10 м құрайды. Орамда уран минералдарының химиялық тұрақтылығында гетерогенділік байқалады. Кен орындарын өңдеу блоктар бойынша жүргізіледі. Айдау ұңғымаларының бірнеше орналасуы бар: алтыбұрышты, шаршы және тікбұрышты торлар.



2 Сурет – Жерасты ұңғымалап шаймалау схемасы

2.2 Карбонатпен сілтілеу

Ол карбонатты кендер үшін қолданылады және уранның сулы карбонат ерітінділерімен әрекеттесуіне негізделген оттегі тотықтырғыш ретінде уранның жақсы еритін күрделі қосылыстарын түзеді:



Карбонатты ерітінділер бос тау жыныстарының минералдарымен әрең әрекеттеседі, сондықтан уранды сәтті алу үшін уран минералдарының механикалық ашылуы қажет.

Карбонатты шаймалау кезінде қажетсіз қоспалар кальций мен магний сульфаттары болып табылады, өйткені олар содамен әрекеттеседі, бұл оның шығынын күрт арттырады.

Карбонатты шаймалауды қолдану бірқатар факторлармен анықталады. Біріншіден, карбонатты ашылу қышқылға қарағанда әлдеқайда жұмсақ, өйткені көптеген қоспалар карбонатты кешендер түзбейді және ерітіндіге енбейді. Ашылу неғұрлым жұмсақ болса, реагент соғұрлым аз жұмсалады және технологиялық ерітінділер соғұрлым таза болады, бұл оларды әрі қарай өңдеуді жеңілдетеді.

Екіншіден, карбонатты ерітінділер аппараттар үшін коррозиялық белсенді емес, бұл олардың қызмет ету мерзімін ұзартады. Бірақ карбонатты шаймалауды кеңінен қолдануға бірқатар кемшіліктер кедергі келтіреді:

- карбонатты шаймалау аэрацияны және кендерді ұнтақтаудың жоғары тоннасын қажет етеді, өйткені бос жыныстың қабығы іс жүзінде карбонатты ерітінділермен ашылмайды;

- сода құны күкірт қышқылынан жоғары (натрий карбонаты Na_2CO_3 - 1,5 есе; аммоний карбонаты $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ - 4 есе);

- карбонатты шаймалау қышқыл шаймалауға қарағанда әлдеқайда баяу; қышқылмен ашылған кезде уранды алу деңгейі әлдеқайда жоғары.

Бұл қышқылмен сілтілеуді жиі қолдануға әкеледі.

2.3 Қышқылмен сілтілеу

Өндірілген кендерден уранның негізгі бөлігі күкірт қышқылымен шайылады. Уран кендерін ашудағы күкірт қышқылының негізгі кемшілігі-тотықтырғышты қосу қажеттілігі. Тотықтырғыш ретінде HNO_3 , MnO_2 , KClO_3 және т.б. қолдануға болады. Көбінесе өнеркәсіптік тәжірибеде тазартылған табиғи минералды пиролюзит (MnO_2) қолданылады.

Уранинит – настуран тобының минералдары бар кендерден уранды MnO_2 қатысуымен күкірт қышқылымен шаймалау кезінде келесі реакция жүреді:

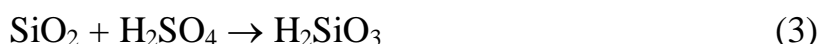


Қарапайым сульфатпен қатар қышқыл ортада уранилдің күрделі сульфатты аниондары $[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_2]^{2-}$ және $[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{4-}$ түзіледі.

Қарапайым сульфат рН екіден көп ерітінділерде болады. Қарапайым сульфаттың тұрақтылық константасы $K = 50$. Уранилдің дисульфатты кешені рН 1-ден 2-ге дейінгі ерітінділерде түзіледі. Бұл кешеннің тұрақтылық константасы $K = 350$. Трисульфат кешені рН < 1 кезінде, яғни қатты қышқыл ортада түзіледі. Трисульфат кешенінің тұрақтылық константасы $K = 2500$. Бұл уранның күшті қышқыл ортада екенін білдіреді, негізінен трисульфат кешені түрінде дисульфат кешенінің болуы ықтималдығы аз және қарапайым сульфаттар жоқ.

Сілтілеу 5-25 г/л концентрациясы бар күкірт қышқылының ерітінділерімен жүзеге асырылады, өнімді ерітінділердің рН мәні 1,5–2,5 құрайды. Күкірт қышқылын сілтілеу ерітінділердің кенмен өзара әрекеттесуінің жақсы кинетикасымен сипатталады (блоктарды өңдеу кенде аяқталады), өнімді ерітінділердегі уранның жеткілікті жоғары концентрациясы (50-500 мг/л), кендерден уранның жоғары экстракциясы (80-90%), блоктарды өңдеудің аз уақыты (3-5 жыл), ерітінділердің жұмыс контуры үшін минималды таралуы, өйткені күкірт қышқылы негізгі жыныстармен әрекеттесу кезінде шаймалау ерітінділерінің көші-қонына кедергі келтіретін ерекше тосқауыл жасайды. Алынған сульфат ерітінділеріндегі уран әр түрлі формада болады, олардың арақатынасы ион сульфаты мен уранил концентрациясына байланысты:

Жоғары температурада кремний кендерінен уранды шаймалау процесінде шамамен 1 литр атомның кремнийі күкірт қышқылымен ашылып, сүзу қиын кремний қышқылын түзеді, Бұл пульпалар мен ерітінділерді одан әрі өңдеуді қиындатады:



Шаймалау-бұл гетерогенді процесс, яғни қатты минерал мен сұйық химиялық реагенттің (шаймалаушы) қатысуымен жүретін процесс. Шаймалау процесінің жылдамдығы (кез келген гетерогенді процестің жылдамдығы сияқты) минералдың химиялық реагентпен әрекеттесуінің химиялық реакциясының жылдамдығымен немесе шаймалағыштың өзара әрекеттесу бетіне диффузиялық масса беру жылдамдығымен және реакция өнімдерінің бетінен шығарылуымен анықталады. Химиялық реакция жылдамдығы көп жағдайда диффузиялық процестердің жылдамдығынан үлкен.

3 Негізгі технологиялық бөлім

3.1 Күкірт қышқылымен шаймалағаннан кейін пульпа мен ерітінділерден уранның бөлінуі

Уран технологиясының дамуының алғашқы кезеңдерінде уранды кендерден шаймалағаннан кейін ерітінділерден алудың жалғыз әдісі тұндыру әдісі болды, оның мәні уранды ерімейтін қосылыстар түрінде тұндыру болып табылады. Бұл әдіске тән негізгі кемшіліктер-тұндырғыштың химиялық реагентінің үлкен шығыны және шөгіндідегі уранның салыстырмалы түрде төмен мөлшері. Кейінірек уран өнеркәсібінде неғұрлым прогрессивті әдістер енгізілді – сорбциялық (ион алмасу) және экстракция.

Экстракция бұл сұйық заттардың қоспасын селективті еріткіштермен (экстрагенттермен) бөлу процесі. Экстракция әдісі сумен араласпайтын кейбір органикалық еріткіштердің қасиетіне негізделген, артық еріткіште еритін уран және уран тұздарымен кешендер түзеді. Экстракциялық бөлу процесі үш кезеңнен тұрады: 1) экстракция; 2) қаныққан экстрагентті сумен жуу; 3) реэкстракция.

Экстракция сатысында құрамында алынатын металл (су фазасы) бар сулы ерітінді мен экстрагент (органикалық фаза) қарқынды араласады. Фазалық байланыс уақыты 1 -2 минут. Фазалық байланыс кезінде алынатын металл су және органикалық фазалар арасында бөлінеді. Сулы және органикалық фазалардың стратификациясы оларды араластырғаннан кейін 25-40 с аралығында болады. Экстрагент су фазасынан декантация арқылы бөлінеді. Алынатын металдың рұқсат етілмейтін концентрациясы бар су фазасы (рафинат) бейтараптандыруға және үйінді өрісіне жіберіледі. Алынатын металмен қаныққан экстрагент, экстрагент көлемінің төрттен бір бөлігі мөлшерінде алынған сумен жуылады, негізінен тазартқыштың жеке тамшылары болып табылатын экстракцияланатын қоспалар мен механикалық қоспаларды кетіру мақсатында. Тазартылған экстрагенттен алынатын металл қандай да бір химиялық реагент (қышқыл, аммоний карбонаты және т.б.) қосылған арнайы тазартылған сумен қайта шығарылады. Реэкстракт одан әрі алынатын металл концентратының тұндыру сатысына жіберіледі.

Экстрагент ретінде қолданылатын заттарға, белгілі бір талаптар қойылады:

- алынған металға қатысты селективтілік.
- суда және судың онда ерімейтінділігі.
- экстрагент химиялық реагенттердің әсеріне төзімді болуы керек.
- экстрагенттің тығыздығы судың тығыздығынан аз және тұтқырлығы салыстырмалы түрде аз болуы керек. Фазалық тығыздықтың айырмашылығы неғұрлым көп болса және экстрагенттің тұтқырлығы аз болса, фазалық стратификация соғұрлым тез және толық жүреді. Осы мақсатта көбінесе өнеркәсіптік тәжірибеде экстрагент кез-келген сұйылтқышпен сұйылтылады, мысалы, керосин, гексон, тығыздығы суға қарағанда аз.

- экстракция процесінде экстрагент жақсы қалпына келтіріліп, қоспалардан

тазартылуы керек.

- экстрагент ұшпайтын, улы емес, жанбайтын болуы керек. Экстрагенттердің көпшілігі органикалық заттар болғандықтан, оларды қауіпсіз өңдеу үшін аталған қасиеттері бар заттар таңдалады.

- экстрагент салыстырмалы түрде арзан болуы керек.

Уран-кен ерітінділерін өңдеудің экстракциялық әдісінде қышқыл алкилфосфаттар мен аминдер кеңінен қолданылады, олар уранның таралу коэффициенттерінің жоғары мәндерімен сипатталады.

Қышқыл алкилфосфаттар-ортофосфор мен пирофосфор қышқылдарының органикалық туындылары. Ортофосфор қышқылындағы сутекті органикалық спирттердің радикалдарымен дәйекті алмастыру кезінде қышқыл моноалкил және диалкилфосфаттар алынады. Барлық үш сутегі алмастырылған кезде бейтарап алкилфосфат алынады.

Қышқыл алкилфосфаттардың негізгі кемшілігі, экстрагенттер ретінде, олардың салыстырмалы түрде төмен селективтілігі болып табылады. Сондықтан уранмен бірге көптеген қоспалар органикалық фазаға шығарылады. Осы тұрғыдан алғанда, ең жақсы экстрагенттер-органикалық аминдер.

Органикалық аминдер-аммиактың сутегін R_1 , R_2 , R_3 көмірсутек радикалдарымен алмастыру өнімдері, олар бірдей немесе әртүрлі болуы мүмкін: R_1NH_2 – бастапқы аминдер, R_1R_2NH – екіншілік аминдер, $R_1R_2R_3N$ – үшіншілік аминдер. Технологиялық жағынан ең қызықтысы-көмірсутек радикалдарының қалыпты тізбегі және жоғары молекулалық салмағы бар үшінші реттік аминдер. Олар жоғары таралу коэффициентін береді, суда әлсіз ериді және фазалардың бөлінуіне кедергі жасамайды.

Экстракциялық процестердегі аминдер қалыпты алкогольдің 2-4% қоспасы бар керосинде 5-10% ерітінді түрінде қолданылады (Аминнің керосинде ерігіштігін арттыру үшін). Аминдермен экстракциялау кезіндегі фазалық атомдар көлемінің қатынасы $V_{орг}:V_{cy} = 1:4$. Сұйылтылған ерітінділерден алынған кезде уран бойынша экстрагенттің сыйымдылығы көп жағдайда 4-6 моль аминге 1 моль уранды құрайды. Технологиялық ерітінділерде уранмен бірге болатын қоспалардың көпшілігі екінші және үшінші реттік аминдермен өте аз мөлшерде алынады. Нақты мөлшерде фосфат ионы, үш валентті темір ионы және төрт алквалентті ванадий органикалық фазаға өтеді. Алты валентті молибден, бес валентті ванадий, төрт алквалентті торий, цирконий мөлшерлі түрде алынады.

Сорбция – еріген заттарды қатты сорбенттермен сіңіру. Сорбциялық әдістің мәні келесідей. Сорбент құрамында алынатын металл бар ерітіндімен немесе пульпамен байланысады. Бұл ретте металл сорбциясы сорбентте жүреді. Металл (рафинат) алынғаннан кейін ерітінді немесе пульпа төгіледі. Алынған металмен қаныққан сорбент қиын сорбцияланатын иондар мен қатты механикалық қоспаларды кетіру үшін сумен жуылады. Жуғаннан кейін металды сорбенттен десорбциялау жүргізіледі.

Ион алмасу процестерінде қолданылатын сорбенттер келесі негізгі талаптарға сай болуы керек:

1) алынатын металға қатысты барынша селективті болуға;

2) қалыпты және жоғары температурада тұздар, қышқылдар, негіздер ерітінділерінің әсеріне жоғары химиялық төзімділікке ие болуға;

3) оңай қалпына келуі керек.

Уран өнеркәсібінде синтетикалық ион алмасу шайырлары кеңінен қолданылады. Әдетте ион алмасу шайырлары әртүрлі түйіршіктердің сфералық бөлшектері болып табылады. Олардың қаңқасы, матрица деп аталатын, көмірсутек тізбектерінің тұрақты емес жоғары полимерлі кеңістіктік торынан тұрады. Матрицада зарядты тасымалдайтын топтар бекітілген және бекітілген иондар.

Мысалы, метилен көпірлерімен жалғанған бірнеше бензол сақиналары бар әмбебап катионит маркасының шайырында функционалдық топ SO_3H болып табылады, онда SO_3^- бекітілген ион, ал HCl^- қарсы ион. Сорбция процесінде шайыр өзінің қарсы иондарын стехиометриялық мөлшерде басқа катиондармен алмастырады.

Ион алмасу процесінің тепе-теңдік күйіне әсер ететін факторларды қарастырамыз:

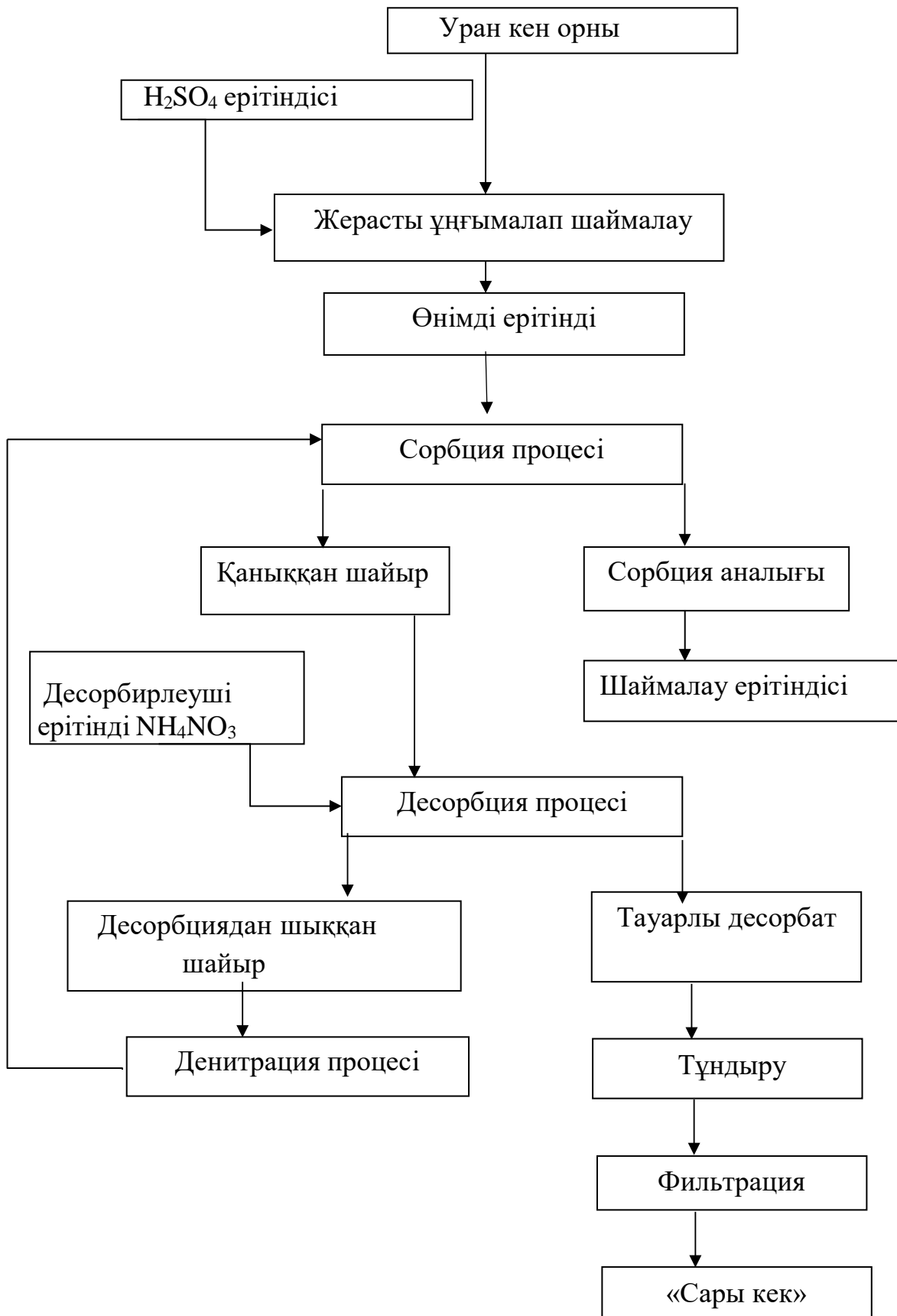
- сұйылтылған ерітіндімен тепе-теңдікте болған кезде ионит үлкен зарядты қарсы иондарды сіңірген жөн.

- ионит эквивалентті көлемі аз (гидратталған күйде) қарсы ионды жақсырақ сіңіреді. Таңдау эквивалентті көлемдер айырмашылығының, ионит сыйымдылығының, иониттегі көлденең байланыстар санының, ерітіндінің жалпы концентрациясының төмендеуімен және аз антион концентрациясының төмендеуімен артады.

- иондардың заряды бірдей болған кезде, гидратталған қабығы аз ион жақсы сіңеді. Гидрат қабығының мөлшері ионның заряд тығыздығына байланысты. Сондықтан үлкен өлшемді иондардың гидрат қабығы кішірек болады. Яғни, элемент периодтық жүйеде неғұрлым төмен болса, соғұрлым ол ерітіндіден ионитпен жақсы алынады.

- елек эффектісі кіші кеуекті иониттегі шағын өлшемді иондардың "мәжбүрлі" селективтілігіне сәйкес келеді. Ол қатты кристалды құрылымы бар иониттерге (мысалы, цеолиттерге), сондай-ақ қатты айқаспалы шайырларға тән.

- шайырдың маңызды сипаттамасы – ион алмасу сыйымдылығы. Толық сыйымдылық тек функционалды топтардың санына байланысты және иондардың табиғатына және сорбция процесінің жағдайларына байланысты емес. Динамикалық айырбастау сыйымдылығы (немесе секіруге дейінгі сыйымдылық) шығатын ерітіндіде пайда болғанға дейін сорбцияланған ион мөлшерімен анықталады. Шайырдың жұмыс сыйымдылығы сорбцияланатын концентрациялардың теңдігімен анықталады және ол шығатын және кіретін ерітінділерде болады.



3 Сурет – Сары кек алудың технологиялық схемасы

3.2 Өнімді ерітіндіні сорбция процесіне дайындау

Жерасты ұңғымалап шаймалаудың өнімді ерітінділерін дайындау оларды сорбциялық өңдеу алдында өнімді ерітінділердің құм тұндырғышында жүзеге асырылады. Ол ауырлық күшінің әсерінен қатты механикалық суспензиялардан (құмдар, лайлар) өнімді ерітінділерді тұндырудан және ағартудан тұрады. Құм тұндырғыштардың мөлшері мен көлемі құм тұндырғыштан өнімді ерітінділердің түсу және айдау өнімділігін ескере отырып есептеледі.

Өнімді ерітінділерді өңдеу цехының орталық сорғы станциясында орнатылған сорғылармен құм тұндырғыштан ағартылған өнімді ерітінділер уранды сорбциялық бөлуге беріледі.

3.3 Ерітіндіден уранды сорбциялық бөлу процесі

Өнімді ерітіндіден уранды сорбциялау "СНК – 3М" типті сорбциялық қысым бағандарында күшті негізді анионитке шаймалау ерітіндісінің құм тұндырғышына сорбция аналығын төгумен жүзеге асырылады. Сорбциялық-қысымды баған құрылымдық жағынан жасалған:

- цилиндрлік корпус (материал агрессивті технологиялық ерітінділерге химиялық төзімділікті ескере отырып таңдалады);

- дренажға арналған жоғарғы құрылғы;

- сорбция аналығын жинауға арналған ыдыстар;

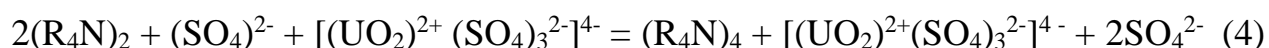
- ерітінділерге арналған ағызу шығысы,

- кіріс ағынының конустық дистрибьюторымен өнімді ерітіндіні енгізу құрылғылары;

- қаныққан ион алмасу шайырын түсіруге арналған құрылғылар;

- регенерацияланған шайырды тиеуге арналған қысым бункері.

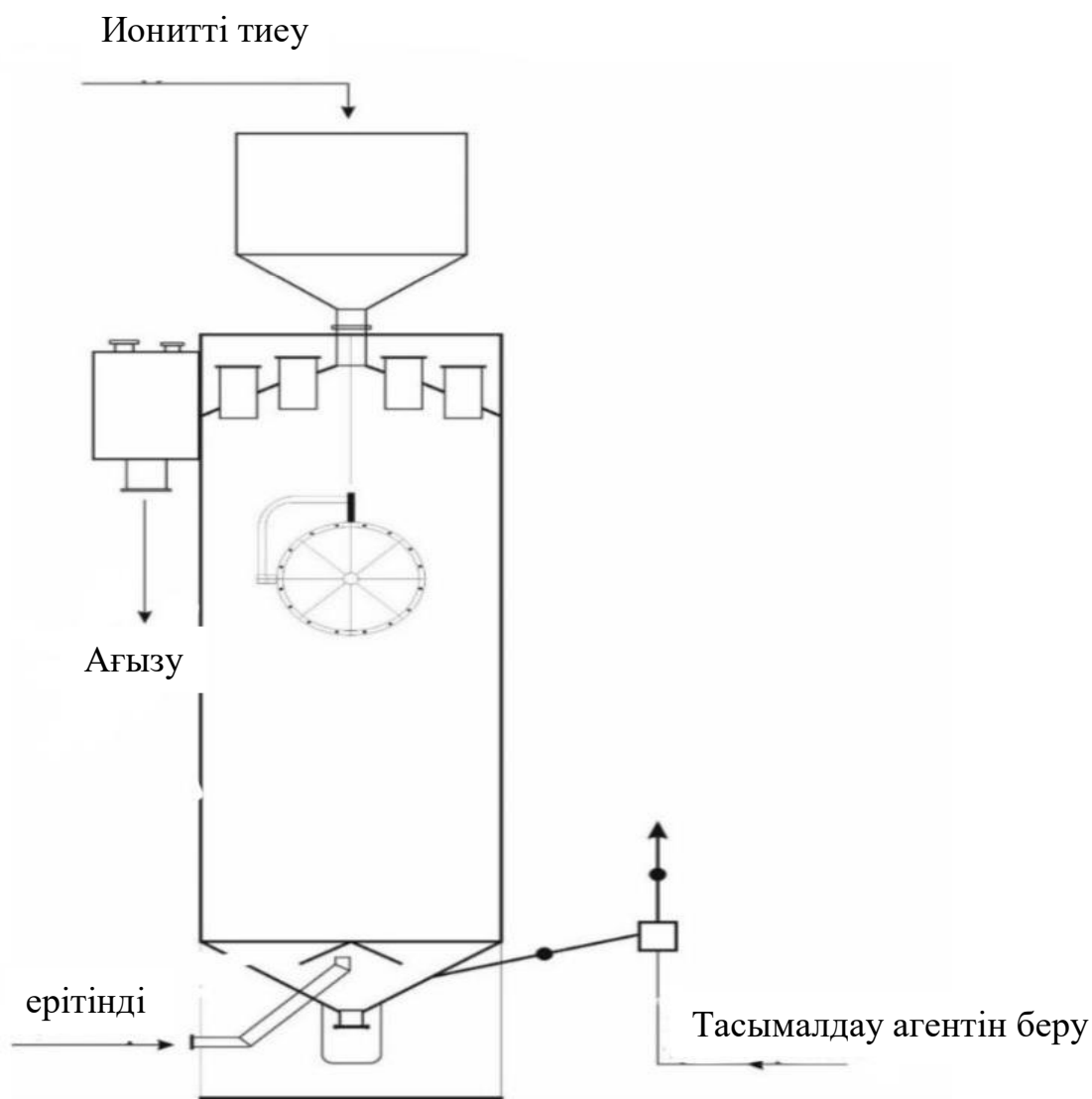
СНК–3М бағанында уранның сорбциялық бөлінуі динамикалық режимде жүреді, онда ерітіндінің жұмыс ағыны сорбенттің стационарлық қабаты арқылы сүзіледі. Өнімді ерітіндідегі уран химиялық реакция арқылы жүретін ион алмасу нәтижесінде анионит кеуектеріндегі белсенді алмасу орталықтарында бекітіледі:



"СНК – 3М" аппараты қарама-қарсы, жартылай үздіксіз әсер ететін ең қарапайым ион алмасу аппараты болып табылады. СНК-3М төменгі ерітінді таратқышы, жоғарғы дренажы және анионит қорын сақтауға арналған бункері бар цилиндрлік ыдыс. Құрылғы анионитпен толтырылған, ерітінді оның қабаты арқылы төменнен жоғары қарай сүзіледі. Мезгіл-мезгіл ерітіндіні беру тоқтатылады және аниониттің бір бөлігі басқа операцияға эрлифтпен айдалады, аниониттің бірдей мөлшері бункерден құрылғының жоғарғы бөлігіне ағып кетеді. Аппарат материалы– 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т маркалы тот баспайтын болаттан жасалған.Буферлік сыйымдылықтан қаныққан сорбент сорбциялық-

десорбциялық бағанына дейін нығайтуға және десорбциялауға жіберіледі. СНК–3М бағандарынан қаныққан сорбентті шамадан тыс жүктеу үшін гидротранспорт қолданылады. Қаныққан шайырдың гидротранспорты аниониттің механикалық тозуын азайтуға, сондай-ақ кейіннен анионитті механикалық бөлшектердің негізгі санынан бөлуге мүмкіндік беретін тасымалдау ерітіндісін алуға мүмкіндік береді.

Тасымалдау ерітіндісі ретінде шаймалау ерітіндісі қолданылады. Уранның десорбциясы нитратты десорбция аймағында қаныққан сорбентке дейін жүреді, онда бұл аймаққа бастапқы десорбциялық ерітінді беріледі. Сорбция аналықтары бағанның жоғарғы жағындағы дренаждық кассеталар арқылы шығарылады. Сорбция аналығындағы уранның мөлшері 3 мг/л-ден аспайды. Әрі қарай сорбция аналығы шаймалау ерітіндісінің құм тұндырғышына жіберіледі. Шаймалау ерітіндісі-өнімді ерітінділерді қайта өңдеу цехының мінсіз жұмысын көрсететін және өнімді ерітінділерді қайта өңдеу цехындағы уранды алу коэффициентін анықтайтын өндірістегі негізгі бақылау нүктесі.



4 Сурет – СНК – 3М типті сорбциялық қысымды бағана

3.4 Қаныққан сорбентті десорбциялау үрдісі

Сорбциялық-десорбциялық бағанды (СДК) кедей өнімді ерітінділерден металды алу процестері үшін Целин тау-кен химия комбинатының инженерлер тобы әзірледі. Сорбциялық-десорбциялық бағананың қазіргі регенерациялық аппараттардан басты айырмашылығы-бұл неғұрлым бай дайын өнім-тауарлық десорбат. Тауарлық десорбатта уранның концентрациясы ерітіндідегі уранның құрамына тікелей байланысты, дайын десорбаттың шегі 70-тен 150 г/дм³ - ға дейін. Тауарлық десорбаттағы уранның мөлшері қаныққан сорбенттегі уранныан асып түседі. Тауарлық десорбаттағы өнімді ерітінділерден U концентрациясының дәрежесі 1000 немесе одан да көп болуы мүмкін.

СДК бағандарында сорбент сығылған ауаның (пневматикалық импульс) көмегімен ерітінділердің қозғалысына қарсы ағынмен қозғалады және бірнеше аймақтан өтеді. Бағанда ион алмасу сорбция динамикасы жағдайында фазалардың мінсіз шығуы режимінде жүзеге асырылады (эквивалентті теориялық кезеңнің биіктігі шайыр дәнінің бір жарым диаметріне тең, бұл бір метрлік шайыр қабатында ион алмасудың мыңға жуық сатысын қамтамасыз етеді). Бағанның мұндай жұмыс жағдайлары ион алмасу процестерінің максималды тиімділігін қамтамасыз етеді. Сорбент аппаратының жұмыс процесінде бірқатар аймақтар келесі процестерге сәйкес келеді (шайыр жүрісі бойынша):

- қанықтыру (регенераттан уранның сорбциясы);
- регенерация (шайырдан уранның десорбциясы);
- десорбенттен (десорбциялаушы ерітіндіден) жуу.

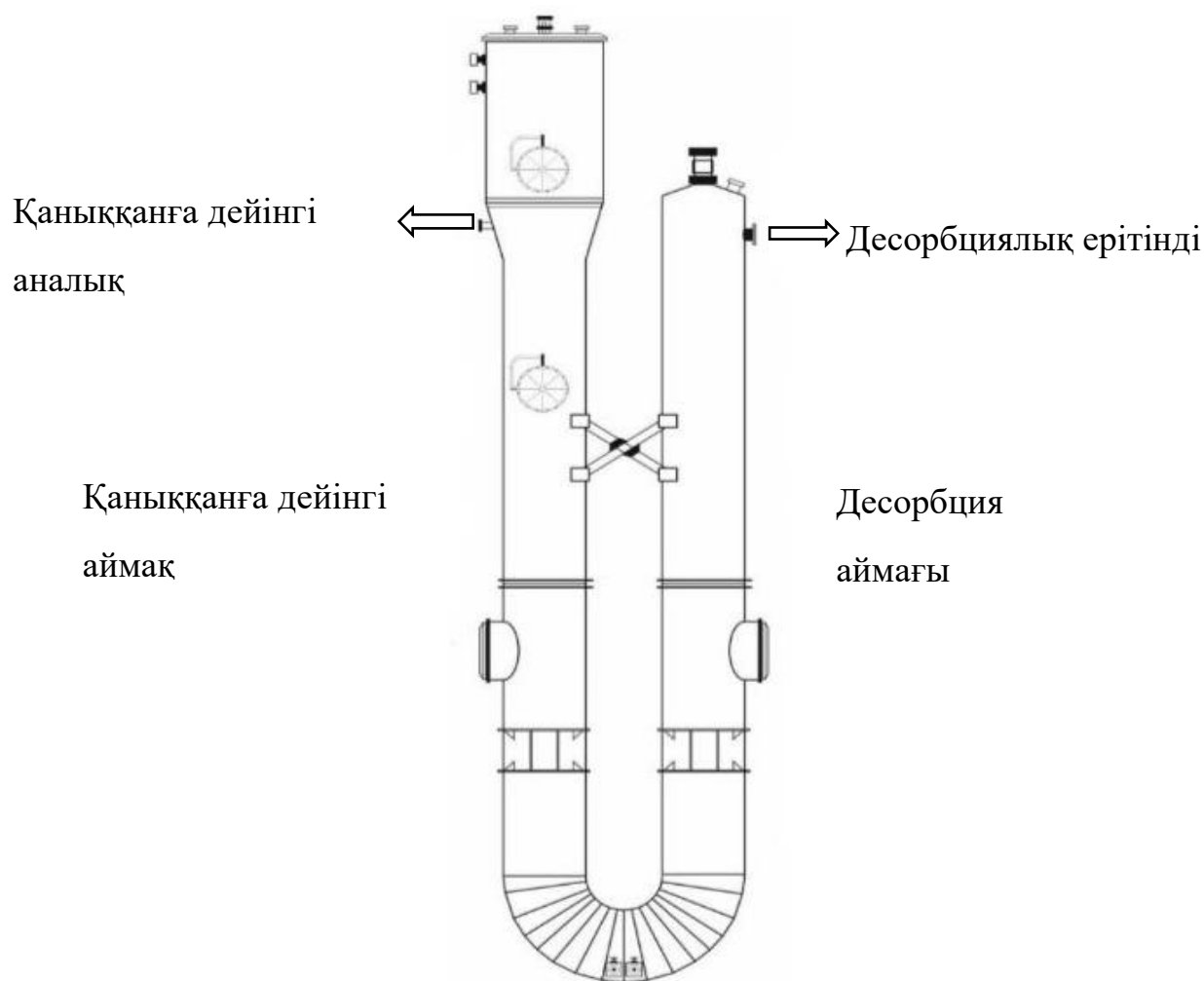
Өнімді ерітіндіден сорбция сатысында сорбенттің қанығуы ерітіндідегі уран концентрациясына сәйкес келеді, ол әдетте аз, сонымен бірге сорбенттің толық алмасу сыйымдылығының 20-30% құрайды. Дәстүрлі десорбция әдісімен десорбаттағы уран концентрациясы да аз.

СДК-да сорбентті регенерациялау кезінде сорбция сатысында қаныққан сорбент бастапқы өнімді ерітіндімен сұйылтылған десорбат бөлігінен уранды сорбциялау арқылы шайырдың қосымша қанығуы орын алатын қаныққанға дейінгі аймаққа түседі. Сорбенттің қанықтылығы оның сыйымдылығын арттырады және десорбаттағы уран концентрациясын арттыруға және сәйкесінше уранның берілген өнімділігі кезінде оның көлемін азайтуға мүмкіндік береді. Қаныққанға дейін сорбенттің толық сыйымдылығының 80-90% - пайдалануға мүмкіндік береді, бұл шайырды пайдалану жылдамдығын арттырады. Қанықтыруға дейінгі операцияның болуы СДК аппаратының басты артықшылығы болып табылады.

Қанықпағаннан кейін сорбент "концентрация" аймағынан өтеді, ол қанықпау (сорбция) аймақтары мен регенерация аймағы арасындағы өтпелі аймақ болып табылады. Құрылымдық жағынан бұл аймақ торус түрінде жасалған құрылғының төменгі бөлігіне сәйкес келеді.

Мұнда сорбент пен ерітінді (регенерат) сорбентте де, ерітіндіде де уранның максималды концентрациясының нүктесінен өтеді. Осы сәттен бастап тауарлық

десорбат іріктеледі. Аппарат арқылы әрі қарай жылжу барысында шайыр десорбция және жуу аймақтарынан дәйекті түрде өтеді, онда сәйкесінше уранның сорбенттен десорбциясы және оны десорбенттен жуу –шайырдың регенерациясы жүреді. Құрамында жуылған сорбенті бар жуу ерітіндісі шайырға қарай регенерация аймағына қарай жылжи отырып, айдау құбырына дозалау сорғысымен берілетін десорбенттің концентрацияланған ерітіндісімен (мысалы, күкірт қышқылының регенерациясындағы күкірт қышқылы) араласады. Жуу суының мөлшері берілген құрамның десорбциялық ерітіндісінің мөлшеріне сәйкес келеді. Жуылған сорбент түсіру бункеріне түсіріледі, ол жерден шаңсыздандыру процесі жүретін елекке тасымалданады. Одан әрі қарай, «ДНК-2000» типті денитрациялау бағандарына жіберіледі.

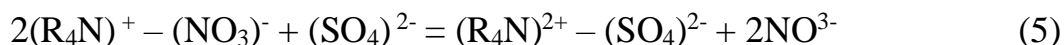


Тауарлы десорбат

5 Сурет – СДК – 1500 сорбциялық – десорбциялық колонна аймақтарының схемасы

3.5 Уран сорбентін денитрациялау әдісі

Денитрацияның мақсаты сорбентті сорбция процесіне жарамды бастапқы (яғни сульфат) формасына регенерациялау, сондай-ақ NO_3^- нитрат иондарын қайта өңдеу және кейіннен пайдалану арқылы десорбциялаушы агенттің меншікті шығынын азайту болып табылады. Аниониттің нитрат түрінен сульфатқа айналуы келесі химиялық теңдеу арқылы сипатталады:



Сорбентті қалпына келтіруге арналған денитрация ДНК-2000 бағандарында ұйымдастырылды, олар бірнеше рет қолданылатын ерітінділерді тік ағызу жүйесі бар масса алмасу сорбциялық типті құрылғылар. Десорбцияланған иониттің қол жетімді мөлшерін өңдеу үшін операция процедурасы келесідей жұмыс істейтін ДНК бағандарын модульдік пайдалануды қамтиды:

- бастапқы денитраттайтын ерітіндіні баған негізіне беру;
- денитрацияға жарамсыз ерітіндіні тоңазытқыш камерадан десорбциялық ерітінділер дайындалатын қондырғыға жеткізу;
- денитратталған ерітіндіні бағаннан түсіру әрі қарай өңдеу кезеңі.

Денитраттайтын ерітінді сұйық реагенттер қоймасынан жеткізілетін күкірт қышқылының концентрацияланған ерітіндісінің көмегімен 25-35 г/дм³ концентрациясына дейін қосымша күшейтілген жуу ерітінділері, регенерацияланған сорбенттің жуу қондырғысы және сүзгі ерітінділері негізінде дайындалады. Көлденең қоспасы ерітінділерді араластыруды күшейту үшін қолданылады.

Күкірт қышқылының концентрациясы денитрация процесіне әсер ететін ең маңызды фактор болып табылады. Оның мөлшерінің жоғарылауы денитрация дәрежесін едәуір арттырады. Екінші жағынан, денитрация ерітіндісіндегі күкірт қышқылының концентрациясының жоғарылауы оның денитрациясыз ерітіндіде де, десорбциялық ерітіндіде де құрамының жоғарылауына әкеледі. Сорбентті денитрация-бұл көптеген факторлар әсер ететін сорбция-десорбция процесі. Біріншіден, бұл сорбциялық агент түріне және оның концентрациясына қатысты. Бұл тұрғыда күкірт қышқылы; атап айтқанда, сульфат; әсіресе гидросульфат иондары, олардың құрамы күкірт қышқылының концентрациясының жоғарылауымен бірге артады. Сонымен қатар, денитрация процесіне келесі факторлар да әсер етеді:

- жұмыс кеңістігі-денитрация фронтын құрайтын баған диаметрлерінің қатынасы;
- берілген шайырдың мөлшері және процестің жиілігі.

Бұл факторлар бір-біріне тәуелді. Басқа нәрселермен қатар, берілген шайыр мөлшерінің азаюы шайырдың үздіксіз денитрация процесіне жақындаған тірі ерітіндінің бір бөлігімен жанасу жиілігінің жоғарылауына әкеледі (идеалды жағдайларды білдіреді):

- денитрациялық ерітіндінің сызықтық беру жылдамдығы. Сызықтық

жылдамдықтың жоғарылауы тасымалданатын иондардың концентрациясының айырмашылығын арттырады;

- денитраттайтын ерітіндінің үлестік шығыны;
- температура.

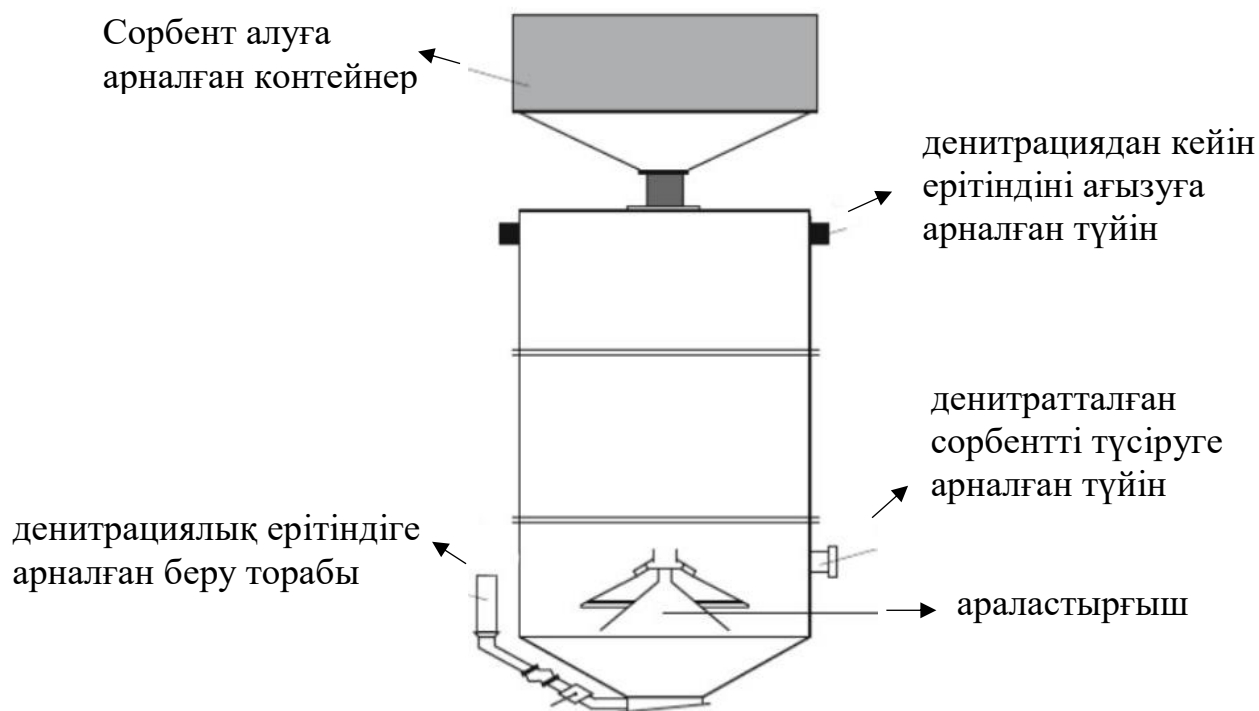
Бұл өндіріс жағдайында аниониттің денитрациясына әсер ететін негізгі факторлар.

Егер сорбция режимдері (яғни, қозғалатын анионит мөлшері; жиілігі; өнімділігі және т.б.) өңдеу аймағының жұмыс сипаттамаларына әсер етсе, онда денитрацияның, сондай-ақ десорбцияның жұмыс сипаттамалары сорбция процесінің сатысына сәйкес анықталады. Ең алдымен, ион алмасу материалының регенерация блогын аппараттық қайта жарақтандыруды қолдана отырып, қаныққан ерітіндіні өңдеудің белсенді схемасын оңтайландыру негізгі жабдықты неғұрлым сапалы және тиімді іске асыруды көздейді. Қазіргі уақытта технологиялық кезенді пайдалану кезінде модульдік режим қолданылады, яғни. денитрациялық бағандарды тәуелсіз пайдалану.

Регенерациялық құрылғылардың артықшылықтары:

- әр түрлі өндірістік модульдерден анионитті араластырудың болмауы; жөндеу кезінде немесе бөлшектерді ауыстыру қажет болған жағдайда процестердің тоқтап қалуын, сондай-ақ жабдықтың тоқтап қалу кезеңдерін барынша азайту;

- әр түрлі параметрлер мен жағдайлар тұрғысынан технологиялық кезеңдердің жұмысын ұйымдастыру мүмкіндігі.



6 Сурет – Сорбентті денитрациялауға арналған ДНК 2000 бағаны

3.6 Концентратты тұндыру және фильтрлеу процесі

Гидрометаллургиялық өндірістің соңғы кезеңі химиялық концентраттарды тұндыру, оларды сусыздандыру, кептіру және қыздыру болып табылады. Химиялық концентраттар аммоний гидроксиді NH_4OH , натрий гидроксиді NaOH , кальций гидроксиді $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ерітінділерімен немесе кальций CaO немесе магний MgO оксидтерімен құрамында уран бар регенераттар мен рэкстрактілерден тұндырылады. Көптеген жағдайларда аммоний гидроксиді ерітінділері қолданылады. Тұндырғыштың мөлшері аналықтағы уранның қалдық концентрациясы 1 литрге 1-3 мг U аспайтын мөлшерде алынады. Тұндыру $60-80^\circ\text{C}$ температурада жүзеге асырылады. Бұл жағдайда аммоний диуранаты $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$ ретінде жалпы формулаға жатқызылған ауыспалы құрамдағы сарғыш тұнба пайда болады:



Тұнба алу 1-ден 6 сағатқа дейін жүреді. Каскадты тұндыру - ең көп таралған тұндыру әдісі.

Химиялық концентраттардың салыстырмалы сұйық пульпалардан сүзу автоматты сүзгі престерінде жүзеге асырылады. Сүзгі престері қысыммен жұмыс істейді. Сүзгі престеріндегі жұмыс қысымы $0,3 - 1,0 \text{ Мн/м}^2$, олардың жалпы сүзгі беті 100м^2 немесе одан да көп жетеді. Тұнба жиналғандықтан, бұл сүзгілерді тоқтатып, тазалау керек болғандықтан, оларда сұйылтылған пульпаларды сүзген жөн.

Көбінесе сүзгіден бұрын пульпа қоюландырылады, ал қоюландырғыштың төменгі өнімі вакуумдық сүзгілерде сүзіледі. Соңғы уақытта үздіксіз центрифугалар қатты және сұйық заттарды бөлу үшін қолданыла бастады. Бұл жағдайда аз ылғалдылық тұнбасы алынады, ал сүзгі таза болады. Фильтрат тұндырғышты еріту үшін қолданылады, ал тұнба кептіруге жіберіледі. Кептіру электр жылытуы бар барабанды айналмалы пештерде жүзеге асырылады. Тұнбаның бастапқы ылғалдылығы $50-60\%$, соңғы ылғалдылығы $2-5\%$ құрайды. Кептіруден кейін аммоний диуранатының тұнбасы айналмалы барабан пештерінде $700 - 900^\circ\text{C}$ температурада уран кені зауыттарының соңғы өнімі (химиялық концентрат) болып табылатын уран оксидіне дейін күйдіріледі.

3.7 Уран аффинажы

Уран зауыттарының соңғы өнімдері химиялық концентраттар болып табылады, олардың құрамында $60-95\%$ уран бар., кендердің құрамына және оларды U_3O_8 қайта өңдеу әдісіне байланысты. Қоспалар саны 20% дейін жетеді.

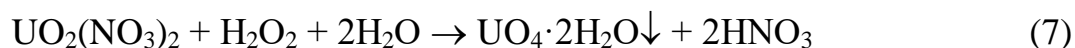
Қоспалардың негізгі бөлігі Fe, Si, P, V, Al, Mn, S, Ca, Mg және т.б. сияқты элементтерден тұрады, олардың құрамы бірнеше пайыздан онға дейін. Сирек жер элементтері сияқты басқа элементтердің мазмұны пайыздық үлестің оннан жүзден

біріне дейін. Мұндай өнімдерді реактор отыны ретінде пайдалануға жол берілмейді. Ядролық тазалыққа қол жеткізу үшін уранды қоспалардан тазарту қажет.

Уран зауытынан түсетін концентрат U_3O_8 түрінде немесе диуранат түрінде азот қышқылында ериді. Алынған ерітіндідегі уранның концентрациясы 200 – 250 г/л құрайды. Уранды қоспалардан тазарту үшін тұндыру және экстракция әдістері қолданылады.

Тұндырғыш реагенттер ретінде уранның тұндырғыш аффинажында сутегі асқын тотығы H_2O_2 , шавель қышқылы $H_2C_2O_4$ және карбонаттар $(NH_4)_2CO_3$ немесе бикарбонаттар NH_4HCO_3 аммоний қолданылады. Тұндыру аффинаж әдісін таңдауды анықтайтын маңызды жағдай уранды бастапқы шикізатта болатын қоспалардан тазарту дәрежесі болып табылады.

Пероксид әдісі реакция арқылы түзілетін $UO_4 \cdot 2H_2O$ уран пероксидінің нашар ерігіштігіне негізделген:



Технологиялық ерітінділерде тек уран ерімейтін пероксидтер түзеді, ерітінділердегі барлық қоспалар ерітіндіде қалады. $pH = 1,5 - 2,0$ кезінде уран пероксидтерінің оңтайлы тұндыру шарттары, сондықтан реакция нәтижесінде бөлінетін азот қышқылын бейтараптандыру қажет. Уран пероксидінің жақсы сүзілген тұнбасын алу үшін тұндыру процесі $20-35^\circ C$ температурада қарқынды араластырумен жүзеге асырылады.

Карбонатты тазарту әдісінде уранил ионы түріндегі уран карбонатпен немесе аммоний бикарбонатымен әрекеттескенде ерітіндіде қалатын тұрақты Карбонат кешенін құрайды:



Бұл жағдайда қоспалар тұнбаға түседі.

Уранил оксалаты-ерімейтін қосылыс және уранның оксалатты аффинажында уранил ионы оксалат оксалатының тригидраты түрінде оксал қышқылымен азот қышқылды ерітінділерден тұнбаға түседі, қоспалардың көпшілігі ерітіндіде қалады:



Реакция нәтижесінде ірі кристалды және оңай сүзілетін уранил оксалаты түзіледі. Тұнба ерітіндіден бөлінеді, жуылады, кептіріледі және U_3O_8 уран оксиді-оксидіне дейін $700 - 900^\circ C$ температурада күйдіріледі.

Қазіргі уақытта трибутилфосфатты (ТБФ) экстрагент ретінде қолдана отырып, химиялық концентраттарды экстракциялық тазарту кең таралған. Тұндыру әдістері екінші роль атқарады. Экстракциялық тазарту процесінің негізгі заңдылықтары кенді шайғаннан кейін ерітінділерді өңдеумен бірдей.

4 Есептеу бөлімі

4.1 Сорбцияның материалдық балансы

Дипломдық жұмыс бойынша жобаланатын Қанжуған кен орнының өнімділігі жылына 800 тонна құрайтын уран тотығы. Жалпы мәліметтер бойынша өнімді ерітіндідегі U_3O_8 үлесі $0,15 \text{ г/м}^3$. Бір жылдағы цехтың жұмыстық күндері 310 күн. Жұмыс уақытын пайдалану коэффициенті-0,93.

Кәсіпорынның сағаттық жұмыс ұзақтығы:

$$310 \times 0,93 \times 24 = 6919,2 \text{ сағ/жыл}$$

Сонда уран бойынша сағаттық өнімділік:

$$Q_{\text{сағ}} = \frac{800000}{6912,2} = 115,7 \text{ кг/сағ}$$

Ерітіндінің сағаттық көлемін ($\text{м}^3/\text{сағ}$) анықтаймыз:

$$V_{\text{сағ}} = \frac{Q_{\text{сағ}}}{U_{\text{бас}} - U_{\text{соң}}} \quad (10)$$

мұндағы $V_{\text{сағ}}$ - ерітіндінің сағаттық көлемі ($\text{м}^3/\text{сағ}$)

$Q_{\text{сағ}}$ – уранның сағаттық өнімділігі (кг/сағ)

$U_{\text{бас}}$ және $U_{\text{соң}}$ - ерітіндідегі уранның бастапқы және соңғы концентрациясы (кг/м^3)

$$Q_{\text{сағ}} = 115,7 \text{ кг/сағ}; U_{\text{бас}} = 0,15 \text{ кг/м}^3; U_{\text{соң}} = 0,003 \text{ кг/м}^3$$

$$V_{\text{сағ}} = \frac{115,7}{0,15 - 0,003} = 787,07 \text{ м}^3/\text{сағ}$$

Өнімді ерітіндінің шығыны- $787,07 \text{ м}^3/\text{сағ}$ немесе $5855800,8 \text{ м}^3/\text{жыл}$, демек уран бойынша өнімділік – $115,7 \text{ кг/сағ}$ немесе 860808 кг/жыл .

Су-материалдық баланс бойынша қалдық сыйымдылықтар келесідей қабылданды:

- шайырдың қалдық сыйымдылығы $-1 \text{ кг} / \text{м}^3$;
- сорбция процесінде қайтарымды ерітінділердің қалдық сыйымдылығы– $0,003 \text{ кг} / \text{м}^3$.

Сорбция процесі сорбциялық - қысымды колонналарда жүргізіледі. Ион алмасу шайыры ретінде пиридинді макрокеуекті анионит қолданылады. Пиридинді макрокеуекті анионит (амп-п) - хлорид түріндегі күшті негізді полистиролды ион алмасу шайыры. Сфералық дәндер түріндегі анионит уранның жоғары сорбциялық сыйымдылығына ие. Оның оңтайлы

гранулометриялық құрамы және жоғары механикалық беріктігі бар. Арнайы таңдалған анионит матрицасы тұрақты жоғары сорбция кинетикасын қамтамасыз етеді. Шайырдың жұмыс сыйымдылығы - 40 кг/кг.

4 Кесте – Пиридинді макрокеуекті анионит шайырының сипаттамасы

Негізгі физикалық және химиялық қасиеттері	
Сыртқы түрі	Ақтан ашық сарыға дейінгі мөлдір емес сфералық бөлшектер
Матрицаның құрылымы	Макрокеуекті
Функционалды топтардың түрі	Пиридинді
Иондық форма	Хлоридті
Ісінген күйдегі дәндердің мөлшері, мм	0,8 – 1,5
Жұмыс фракциясының көлемдік үлесі,%, кем емес	95
Білгалдың массалық үлесі, %	50–55
Хлорид ионы бойынша толық сыйымдылығы, мг-экв/см ³ , кем емес	1,15
Білгалдылығы бар хлорид түріндегі тығыздық, кг/м ³	670–700
Жұмыс температурасы, °С, артық емес	60



7 Сурет – Пиридинді макрокеуекті анионит шайыры

Бастапқы өнімді ерітіндінің тәуліктік мөлшерін есептейміз, оның тығыздығы - 1,01 г/м³ тең, яғни:

$$V_{\text{тәу}} = 787,07 \times 24 = 18889,68 \text{ м}^3/\text{тәул}$$

$$m = 18889,68 \times 1,01 = 19078,57 \text{ кг/тәул}$$

Өнімді ерітіндідегі уран мөлшері:

$$18889,68 \times 0,15 = 2833,452 \text{ кг}$$

Уранды анионитке шығару 98,5 % болғандықтан, алынатын уран мөлшері:

$$2833,452 \times 0,985 = 2790,95 \text{ кг}$$

Пиридинді макрокеуекті анионит шайырының жұмыс сыйымдылығы 0,40 кг болғандықтан, сорбция үшін қажет шайыр мөлшері :

$$\frac{2790,95}{0,40} = 6977,37 \text{ кг}$$

Сорбциядан кейінгі ерітіндіде қалатын уран мөлшері:

$$2833,452 - 2790,95 = 42,502 \text{ кг}$$

Сорбцияланған ураны бар анионит саны:

$$6977,37 + 2790,95 = 9768,32 \text{ кг}$$

Сорбция матты ерітінділерінің саны:

$$19078,57 - 2790,95 = 16287,62 \text{ кг}$$

5 Кесте – Сорбцияның материалдық балансы

Кіріс			Шығыс		
Атауы	Саны, кг/тәул		Атауы	Саны, кг/тәу	
	Жалпы Саны	Құрамындағы уран		Жалпы саны	Құрамындағы уран
1.Өнімді ерітінді	19078,57	2833,452	1.Пиридинді макрокеуекті анионит	9768,32	2790,95
Пиридинді макрокеуекті анионит АМП-П	6977,37	-	Сорбция матты ерітіндісі	16287,62	42,502
Барлығы	26055,94	2833,452	Барлығы	26055,94	2833,452

Осылайша, тәулігіне шайырдағы уран мөлшері – 2833,452 кг, ал жылына – 878370,12 кг құрайды.

4.2 Десорбцияның материалдық балансы

Десорбция бастапқы сорбенттің құрамына кіретін катион немесе анион бар реагент ерітіндісімен жүзеге асырылады. Десорбция кезінде алынатын металдың жуылуы және сорбенттің бастапқы күйіне дейін регенерациясы жүреді. Сол себепті десорбцияны NH_4NO_3 аммоний нитратымен 250 – 300 г/л концентрациясымен өткіземіз.

6 Кесте – Десорбцияның материалдық балансы

Кіріс			Шығыс		
Атауы	Саны, кг/тәул		Атауы	Саны, кг/тәул	
	Жалпы саны	Құрамындағы уран		Жалпы саны	Құрамындағы уран
1.Пиридинді макрокеуекті анионит	9768,32	2790,95	1.Тауарлық десорбат	14652,48	2763,04
2.Десорбциялаушы ерітінді: NH_4NO_3 H_2O	4102,69 10549,78	-	2. Қалпына келтірілген шайыр	9768,32	27,91
Барлығы	24420,8	2790,95	Барлығы	24420,8	2790,95

Десорбция фазалардың К:С = 1:1,5 арақатынасында жүргізіледі. Демек, десорбциялаушы ерітіндінің көлемі құрайды:

$$9768,32 \times 1,5 = 14652,48 \text{ кг/тәул}$$

Десорбциялаушы ерітіндінің шығынын анықтау:

а) күкірт қышқылының шығыны:

$$G_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 280 \times 14,65248 = 4102,69 \text{ кг/тәул}$$

б) су шығыны:

$$14652,48 - 4102,6944 = 10549,78 \text{ кг/тәул.}$$

Тауарлық десорбаттың шығымын анықтау:

а) уранның шығуы десорбция процесінде 99 % деп аламыз, сонда:

$$2790,95 \times 0,99 = 2763,04 \text{ кг/тәул}$$

б) шайырда қалған уранның мөлшері:

$$2790,95 - 2763,04 = 27,91 \text{ кг/тәул}$$

Осы есептің қорытындысы бойынша, тауарлық десорбаттағы уран мөлшері тәулігіне – 2763,04, ал жылына – 856542,4 кг.

4.3 Жабдықты есептеу және таңдау

Уранды алу үшін алдын ала сорбциялық шаймалау аппараттарын есептеу сорбция сатыларының қажетті санын ескере отырып, пульпа ағыны бойынша сағаттық өнімділікке, шаймалау ұзақтығына және аппараттардың қабылданған көлеміне сүйене отырып жүргізіледі. Сорбциялық қысым бағанасы сипаттамасы: $D = 3$ м, $H = 12$ м. Есептеу мен орнатуға анионит қабаты бар бағаналарды қабылдаймыз, бағанадағы ерітінділер қозғалысының жылдамдығы – 30 м/сағ. 30 м/сағ жылдамдықпен $300 \text{ м}^3/\text{сағ}$ көлемдегі өнімді ерітінді сорбция бағанына беріледі.

Сорбция қысым бағанасының диаметрін анықтау:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\omega \times \pi}}, \quad (11)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 300}{30 \times 3,14}} = 3,5 \text{ м}$$

Сорбент қабатының толық уақыты:

$$\tau = \tau_0 + \tau_{\text{пар}} \quad (12)$$

мұндағы $\tau_{\text{пар}}$ -концентрация фронтының параллель ауысу уақыты;

τ_0 - концентрация фронтының қалыптасу уақыты.

Концентрация фронтының параллель ауысу уақыты мына өрнек бойынша есептеледі:

$$\tau_{\text{пар}} = \frac{H - H_0}{v} \quad (13)$$

мұндағы H – сорбент қабатының биіктігі;

H_0 – сорбенттің жұмыс қабатының биіктігі;

v – концентрация фронтының қозғалу жылдамдығы.

Концентрация фронтының қалыптасу уақыты:

$$\tau_0 = \frac{a_p}{K_1 \times C_{\text{бас}}} \quad (14)$$

мұндағы a_p – сорбенттегі заттың тепе-тең концентрациясы;
 $C_{\text{бас}}$ – ерітіндідегі сорбцияға түсетін заттың бастапқы концентрациясы;
 K_1 – сыртқы диффузияның кинетикалық коэффициенті.

$$K_1 = D \times \frac{\omega^{0,5}}{d^{0,5}} \quad (15)$$

мұндағы D – молекулалық диффузия коэффициенті ($D = 10^{-7} \div 10^{-9}$ м/сек.)
 ω – ерітіндінің қозғалыс жылдамдығы ($w = 30$ м/сағ);
 d – сорбент түйіршігінің диаметрі ($d = 0,002$ м).
 Концентрация фронтының қалыптасу уақытын есептейміз:

$$K_1 = 10^{-7} \times 3600 \times \frac{30^{0,5}}{0,001^{1,5}} = 22,04 ,$$

$$\tau_0 = \frac{100}{22,04 \times 250 \times 10^{-3}} = 18,14 \text{ сағ}$$

Концентрация фронтының параллель ауысу уақытын есептейміз:

$$H_0 = \frac{\omega}{K_1} \ln \frac{C_{\text{бас}}}{C_{\text{сек}}} = \frac{30}{22,04} \ln \frac{250 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-3}} = 6,02 \text{ м} \quad (16)$$

мұндағы $C_{\text{сек}}$ – секіру кезіндегі заттың концентрациясы.
 Осыдан

$$v = \frac{H_0}{\tau_0} = \frac{6,02}{18,14} = 0,33 \text{ м/сағ}, \quad (17)$$

$$\tau_{\text{пар}} = \frac{(8-6,02)}{0,33} = 6 \text{ сағ}$$

Енді сорбент қабатының секіруге дейінгі толық жұмыс уақыты:

$$\tau = 18,14 + 6 = 24,14 \text{ сағ}$$

Қаныққан шайыр көлемін есептейміз:

$$V = H_0 \times r^2 \times \pi = 6,02 \times 1,5^2 \times 3,14 = 56,7 \text{ м}^3 \quad (18)$$

Сорбциялық қысым бағананың көлденең қимасының ауданы мына өрнекпен есептеледі:

$$S = \pi d^2 / 4 = 3,14 \times 3^2 / 4 = 7,065 \text{ м}^2 \quad (19)$$

Сорбент қабатының биіктігі $H = 8$ м тең, шайырдың көлемі:

$$V = 8 \times 7 = 56 \text{ м}^3$$

Бағананың нақты көлемі 56 м^3 құрайды.

Цехты жобалау кезінде сорбциялық қысым бағаналарының қажетті саны сорбция процесіне берілетін өнімді ерітінді көлемінің байланысты анықталады. Жалпы деректер бойынша сорбциялық қысым бір бағанының өнімділігі $250 \text{ м}^3/\text{сағ}$ құрағандықтан, онда бағаналардың саны:

$$n = \frac{787,07}{250} = 3,14$$

Кенорын мәліметтерінің талдауына қарай, сорбция – десорбциялық бағанының 1 бағанасы 3 сорбция қысым бағанасына келеді. Сонда, сорбциялық қысым бағанасының саны – 3, ал сорбциялық – десорбциялық бағанасы 1 тең болып қабылданды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жерасты ұңғымалап шаймалау технологиясының болашағы зор, өйткені ол адам өміріне төнетін қауіпті және қоршаған ортаға әсерді іс жүзінде жояды.

Технологиялық ерітінділердің ықтимал төгілуінен болатын залалды болдырмау мақсатында учаскеде қорларды өңдеуді бастамас бұрын бірқатар пайдалану ұңғымаларының бүкіл ұзындығы бойынша ені 4-5 м және тереңдігі 40-50 см топырақтың беткі құнарлы қабатын алып тастау жүргізіледі. Барлық жұмыстар аяқталғаннан кейін құнарлы қабат қайтарылады, ұңғымалар жойылады, ал ластанған учаскелер қалпына келтіріледі. Бұл шаралар жерді ауыл шаруашылығына пайдалануға беруге мүмкіндік береді.

Радиоактивті үйінді қалдықтары және соның салдарынан оларды көмуге арналған полигондардың болмауы да қоршаған ортаға жағымды әсер етеді. Сонымен қатар, тау-кен өндірудің барлық кезеңдерінде, соның ішінде кен денелерін ашу және дайындау кезінде шаң түзілуіне жол берілмейді. Нәтижесінде, жерасты ұңғымалап шаймалаумен атмосфераға улы заттардың бөлінуі ондаған есе азаяды.

Сондай-ақ, кен орнын ашу мен өңдеудің ұңғымалық әдісі пайдалану құны тұрғысынан да үнемді екенін атап өткен жөн, өйткені кенді қабылдау және кен дайындау операциялары процестен шығарылады.

Осы артықшылықтардың барлығы жерасты ұңғымалап шаймалау әдісін ең прогрессивті, экологиялық таза және бүгінгі күнге дейін қол жетімді етеді.

Жерасты ұңғымалық шаймалау әдісімен Қанжуған радиоактивті металдар кен орнын игеру жобасы бойынша орындалған дипломдық жобаны қорытындылай келе:

1 Қанжуған кен орнының геологиялық жағдайы, ауданның қысқаша сипаттамасы көрсетілген;

2 Уран кендерін жерасты ұңғымалап шаймалаудың теориялық негіздері және қышқылмен сілтілеу қарастырылған;

3 Сары кек алудың технологиялық сұлбасы келтірілген;

4 АМП – П (пиридинді макрокеукті анионит) хлорид түріндегі күшті негізді полистиролды ион алмасу шайырымен уран қосылысын сорбциялау және концентрациясы 250 – 300 г/л аммоний нитратымен тауарлы десорбат алу көрсетілген;

5 Берілген мәліметтер бойынша, жабдықты есептеу және таңдау мен сорбция және десорбция процесінің материалдық балансын есептеу жұмыстары жүргізілді:

1) сорбцияның материалдық балансы бойынша:

- шайырдағы уран мөлшері жылына – 878370,12 кг құрады.

2) десорбцияның материалдық балансы бойынша:

- тауарлық десорбаттағы уран мөлшері жылына 856542,4 кг құрады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 А.А. Маслов, Г.В. Каляцкая, Г.Н. Амелина, А.Ю. Водянкин, Н.Б. Егоров. Технология урана. – Издательство Томского политехнического университета, 2007. – С . 26-65.

2 С.В. Троеглазов. Автоматизация получения товарного десорбата урана на сорбционно-десорбционной колонне СДК-1500 с применением проточного аналитического прибора СРВ-1Н. - Томск 2020. – С. 20-26.

3 K.Yussupov, E.Aben, A.Omirgali, A.Rakhmanberdiyev. Analyzing a denitration process in the context of underground well uranium leaching. – Almaty. – P. 127-129.

4 Тураев Н. С., Жерин И.И. Химия и технология урана. – Москва Издательство ЦНИИАТОМИНФОРМ, 2005. – С. 51-53.

5 Т. А. Солопова, К.М. Пачикин. Почвы уранового месторождения Канжуган. – Алматы, 18 с.

6 Бугенов Е.С., Василевский О. В. Физико-химические основы и технология получения химических концентратов природного урана. – Алматы, 2005.

7 Петров Н. Н., Язиков В. Г., Аубакиров Х.Б. Урановые месторождения Казахстана (экзогенные). – Алматы, Гылым, 1995.

8 Громов. Введение в химическую технологию урана. - Москва, Атомиздат, 1978.

9 И.Г. Абдульманов, М.И. Фазлуллин, А.Ф. Мосев, М.К. Пименов, Н.К. Савинова. Комплексы подземного выщелачивания. - Москва Недра, 1992.

10 [59.pdf \(esrae.ru\)](#)

11 [Почвы уранового месторождения Канжуган \(cyberleninka.ru\)](#)

12 <https://lektsia.com/14xc778.html?ysclid=lh1smm0fvm404073923>

13 [Uranium Technology.pdf](#)

ПІКІР

Дипломдық жоба

(жұмыс түрінің атауы)

Кушерова Асел Кадиржановна

(студенттің Т.А.Ж.)

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту ББ

(мамандық шифры, атауы)

Тақырыбына «Жерасты ұңғымалық шаймалау әдісімен Қанжуған радиоактивті металдар кен орнын игеру жобасы»

Әзірленген:

а) түсіндірме жазбасы _____ 37 _____ бетте

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Пікірге ұсынылған дипломдық жоба жерасты ұңғымалық шаймалау әдісімен Қанжуған радиоактивті металдар кен орнын игеру 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 (95%) деген баға қойылады. Жоба авторы Кушерова Асел Кадиржановнаға 6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту ББ мамандығының бакалавры деген атқа лайықты деп ойлаймын.

Пікір беруші

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

Шарипова А. С.

« 1 » _____ 2023 ж.



**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
СЫН - ШІКІРІ**

Дипломдық жобаға

КушEROва Асел Кадиржановна

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту білім беру
бағдарламасы


Тақырыбына «Жерасты ұңғымалық шаймалау әдісімен Қанжуған
радиоактивті металдар кен орнын игеру жобасы»

Орындалған дипломдық жоба алдын-ала берілген тапсырмаға сәйкес орындалған. Дипломант осы берілген тақырыпқа сай жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмыстарымен және технологиямен алынған ураны бар кендерден уранды бөлудің әр түрлі тәсілдерімен, уран кендерін шаймалап алу технологиясымен, оларға қатысты сан түрлі кен орындарының тәжірибесімен танысып соның негізінде қажетті технологиялық сұлбаларды қабылдаған.

Шаймалау әдісі арқылы ерітіндіге өткізу, әр түрлі үрдістерге қатысты есептеулерді және қолданылатын құрал жабдықтарды таңдап есептеді. Жұмыс істеп тұрған фабрикадағы гидрометаллургиялық үрдістердің технологиялық сұлбасын көрсетті.

Дипломдық жобаны орындау кезінде студент КушEROва Асел Кадиржановна өзін кен байыту саласының маманы ретінде дайын екенін көрсете білді. Оның орындалған дипломдық жобасы «өте жақсы» (92%) деген баға және оның авторына 6B07203- «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» мамандығының бакалавры атағын беруге лайықты деп санаймын.

Ғылыми жетекші, PhD доктор
аға оқытушысы"

 Мамбеталиева А.Р.
« 02 » 06 2023 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: КушEROVA Асел Кадиржановна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Жерасты уңғымалық шаймалау әдісімен Қанжуған радиоактивті металдар кен орнын игеру жобасы

Научный руководитель: Алима Мамбеталиева

Коэффициент Подобия 1: 4.7

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 9

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 укрыва 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 05-06-2023

Заведующий кафедрой

Миоше
Бурмекшиев М.Б.


Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Кушера Асел Кадиржановна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Жерасты ұңғымалық шаймалау әдісімен Қанжуған радиоактивті металдар кен орнын игеру жобасы

Научный руководитель: Алима Мамбеталиева

Коэффициент Подобия 1: 4.7

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 9

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 29.05.23.

Алима Мамбеталиева А.А.
проверяющий эксперт



Метаданные

Название

Жерасты ұңғымалық шаймалау әдісімен Қанжуған радиоактивті металдар кен орнын игеру жобасы

Автор

Кушера Асел Кадиржановна

Научный руководитель / Эксперт

Алима Мамбеталиева

Подразделение

Г_М_И

Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв		9
Интервалы		0
Микропробелы		0
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		17

Объем найденных подоби

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



25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



5987

Количество слов



46905

Количество символов

Подобия по списку источников

Посмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают KPI №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 ("хриптоцитаты").

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	https://docplayer.ru/346381-Tehnologiya-urana-a-a-maslov-g-v-kalyackaya-g-n-amelina-a-yu-vodyankin-n-b-egorov-uchebnoe-posobie.html	23	0.38 %
2	https://docplayer.ru/346381-Tehnologiya-urana-a-a-maslov-g-v-kalyackaya-g-n-amelina-a-yu-vodyankin-n-b-egorov-uchebnoe-posobie.html	21	0.35 %
3	https://docplayer.ru/346381-Tehnologiya-urana-a-a-maslov-g-v-kalyackaya-g-n-amelina-a-yu-vodyankin-n-b-egorov-uchebnoe-posobie.html	20	0.33 %
4	https://docplayer.ru/346381-Tehnologiya-urana-a-a-maslov-g-v-kalyackaya-g-n-amelina-a-yu-vodyankin-n-b-egorov-uchebnoe-posobie.html	20	0.33 %

5	Өнімдік уранқурамды ерітінділерден өнімділігі 800т/кылына уран концентратын алатын кен байыту кешенінің жобасы 5/21/2020 Satbayev University (ИМиПИ)	20	0.33 %
6	https://docplayer.ru/346381-Tehnologiya-urana-a-a-maslov-g-v-kalyackaya-g-n-amelina-a-yu-vodyankin-n-b-egorov-uchebnoe-posobie.html	18	0.30 %
7	https://docplayer.ru/346381-Tehnologiya-urana-a-a-maslov-g-v-kalyackaya-g-n-amelina-a-yu-vodyankin-n-b-egorov-uchebnoe-posobie.html	16	0.27 %
8	https://docplayer.ru/346381-Tehnologiya-urana-a-a-maslov-g-v-kalyackaya-g-n-amelina-a-yu-vodyankin-n-b-egorov-uchebnoe-posobie.html	15	0.25 %
9	https://docplayer.ru/346381-Tehnologiya-urana-a-a-maslov-g-v-kalyackaya-g-n-amelina-a-yu-vodyankin-n-b-egorov-uchebnoe-posobie.html	14	0.23 %
10	https://docplayer.ru/346381-Tehnologiya-urana-a-a-maslov-g-v-kalyackaya-g-n-amelina-a-yu-vodyankin-n-b-egorov-uchebnoe-posobie.html	13	0.22 %

из базы данных RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИФНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из домашней базы данных (0.60 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИФНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	Өнімдік уранқурамды ерітінділерден өнімділігі 800т/кылына уран концентратын алатын кен байыту кешенінің жобасы 5/21/2020 Satbayev University (ИМиПИ)	29 (2)	0.48 %
2	Инкай кен орнында жерасты ұңғымалық күкірт қышқылды шаймалау технологиясын әзірлеу 5/19/2020 Satbayev University (ИМиПИ)	7 (1)	0.12 %

из программы обмена базами данных (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИФНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из интернета (4.09 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИФНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	https://docplayer.ru/346381-Tehnologiya-urana-a-a-maslov-g-v-kalyackaya-g-n-amelina-a-yu-vodyankin-n-b-egorov-uchebnoe-posobie.html	226 (18)	3.77 %
2	https://docplayer.ru/44089352-San-tun-ekstrakciya-raznoligandnyh-co-2-3-f-o-2-2-oh-kompleksov-u-vi-solyami-chac-iz-karbonatnyh-rastvorov.html	10 (1)	0.17 %
3	https://melimde.com/azirgi-zamanfi-filimi-bilimi-rilimindafi-jaratilistanu-filimd.html	9 (1)	0.15 %

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИФНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	---