



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Алдаберген Әсел Қажымұқанқызы

Тақырыбы: «Инкай кен орнында жерасты ұңғымалық күкірт қышқылды
шаймалау технологиясын әзірлеу»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Мамандығы 5В073700-Пайдалы қазбаларды байыту

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сатпаев университеті

Метталургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

МжПҚБ кафедра меңгерушісі

Техника ғылымдарының кандидаты

_____ Барменшинова М.Б.

Қолы

« _____ » _____ 2020 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: «Инкай кен орнында жерасты ұңғымалық күкірт қышқылды шаймалау технологиясын әзірлеу»

Мамандығы 5B073700 - Пайдалы қазбаларды байыту

Орындаған

Алдаберген Әсел Қажымұқанқызы

Ғылыми жетекші

Доктор Phd, сениор-лектор

_____ Мамбеталиева А.Р.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сатпаев университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты
Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B073700 - Пайдалы қазбаларды байыту

БЕКІТЕМІН

МжПҚБ кафедра меңгерушісі
Техника ғылымдарының кандидаты
Барменшинова М.Б.

Қолы

« _____ » _____ 2020 ж.

**Дипломдық жобаны орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Алдаберген Әсел Қажымұқанқызы

Тақырыбы: «Инкай кен орнында жерасты ұңғымалық күкірт қышқылды шаймалау технологиясын әзірлеу»

Университет Ректорының «27» қаңтар 2020 жылғы №762-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «04» маусым 2020 жыл

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер

а) Жалпы түсініктеме жазбасы

б) Инкай кен орнының геотехнологиялық жіктелуі

в) Уран өндіру динамикасы

г) Өндіріс технологиясы

Дипломдық жобада 7 сурет, 4 кесте келтірілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 14 атаудан тұрады.

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Технологиялық сұлбаның дәйектемесі мен есептеуі		
Құрал-жабдықтарды таңдау және есептеу		
Сызбаларды даярлау		
Түсіндірме жазбаны әрлеу		

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Өндірістік бөлімі	А.Р.Мамбеталиева PhD, сениор лектор		
Норма бақылау	И.Ю. Мотовилов PhD, ассистент профессора		

Ғылыми жетекші: _____ Мамбеталиева А.Р.
Қолы

Тапсырманы орындауға алған білім алушы: Алдаберген Ә.Қ.

« _____ » _____ 2020 ж

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жоба Қазатомпром компаниясының Инкай кен орнының уран өндірісіне арналған.

"Инкай БК" ЖШС канадалық Cameco компаниясы мен қазақстандық "Казатомпром" АҚ арасында құрылған бірлескен кәсіпорын болып табылады. Кен орнының жиынтық қоры 75,9 мың тонна уранға бағаланады. Жобада технологиялық процестерге сай күкірт қышқылымен (H_2SO_4) ерітілген уран өндірісінде арнаулы сорбциялық, десорбциялық колоналар қолданылады. Уран кен орында жер асты шаймалу процесімен іске асырылады.

Орындалған жобада аталмыш кен орнының уран өндірісіне қажетті технологиясымен қатар басқада есептеулер жүргізілген.

АННОТАЦИЯ

Данный дипломный проект предназначен для обогащения урановой руды Инкайского месторождения на Казатомпроме.

ТОО "СП Инкай" является совместным предприятием, созданным между канадской компанией Camco и казахстанским АО "Казатомпром". Суммарные запасы месторождения оцениваются в 75,9 тыс. тонн урана. В проекте используются специальные сорбционные, десорбционные колонны в производстве урана, растворенного серной кислотой (H_2SO_4) в соответствии с технологическими процессами. Осуществляется процесс подземного выщелачивания на урановом месторождении.

В выполненном проекте помимо технологии, необходимой для уранового производства данного месторождения, были произведены другие расчеты.

THE SUMMARY

This diploma project is intended for the enrichment of uranium ore from the Inkaysk field at Kazatomprom.

JV Inkai LLP is a joint venture established between the canadian company Cameco and Kazakhstan's Kazatomprom JSC. The total reserves of the field are estimated at 75.9 thousand tons of uranium. The project uses special sorption and desorption columns in the production of uranium dissolved with sulfuric acid (H_2SO_4) in accordance with technological processes. The process of underground leaching is carried out at the uranium field.

In the completed project, in addition to the technology required for the uranium production of this field, other calculations were made.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Жалпы түсініктеме жазбасы	10
1.1	Жұмыс ауданының географиялық-экономикалық сипаттамасы	10
1.2	Жұмыс ауданының геологиялық құрылымы	12
1.3	Стратиграфия	12
1.3.1	Төменгі құрылымдық қабат	12
1.3.2	Орташа ("аралық") құрылымдық қабат	13
1.3.3	Жоғарғы құрылымдық қабат	13
1.4	Тектоника	14
1.5	Гидрогеология	15
1.6	Пайдалы қазбалар	15
2	Инкай кен орнының геотехнологиялық жіктелуі	17
2.1	Кеннің негізгі геотехнологиялық қасиеттері	17
2.1.1	Литолого-фациальды және геохимиялық сипаттама өнімді Көкжиектер	17
2.1.2	Кеннің заттық құрамы және сыйысымды жыныстар	18
2.1.3	Кеннің өткізгіштігі (су өткізгіштігі)	19
2.2	Инкай кен орнының геотехнологиялық шарттары	20
2.2.1	Кен шоғырларының морфологиялық ерекшеліктері	21
2.2.2	Уран кендерінің генезисі	22
3	Уран өндіру динамикасы	23
3.1	Уран минералдары және оларды өңдеу тәсілі	23
3.2	Элюэкс-процесс (десорбцияның ығыстыру тәсілі)	25
3.3	Десорбцияның нитратты әдісі	26
3.4	Уранның қатты фазалы десорбциясы	26
3.5	Уранның карбонатты-сульфатты ерітінділерімен сұйық фазалық десорбциясы	27
3.6	ЭД-процесс. (Уранның экстракциялық десорбциясы)	28
3.7	ИД - процесс. (Ион алмасу десорбция процесі)	29
3.8	Ион алмасу. Уранды шығарудың сорбциялық әдістері	30
4	Өндіріс технологиясы	37
4.1	Жер асты шаймалау үрдісі	37
4.2	Уран кендерін қышқылмен сілтілеу	37
4.3	Уран кендерінің сапасына қойылатын өнеркәсіптің талаптары	38
4.4	Уран өндірісіндегі тазалау операциялары	40
4.5	Материалдық баланс есептеу	41
4.6	Жабдықты таңдау және есептеу	43
	Қорытынды	46
	Пайдаланған әдебиеттер тізімі	

КІРІСПЕ

Уранды әлемдік тұтыну дүниежүзілік ядролық қауымдастықтың болжамы бойынша 2020 жылға дейін ұдайы өсуде және: 2000 жылы - 64,59 мың т., 2010 жылы — 70,6 мың т. және 2020 жылы — 73,74 мың т. құрайды.

Қазатомөнеркәсіп табиғи уран өндіретін әлемдегі ең ірі уран өндіруші болып табылады, компанияның қатысу үлесіне пропорционалды, 2019 жылы уран өндірудің әлемдік жиынтық өндірісінің 24% - ы мөлшерінде. Топтың салада уранның ең ірі резервтік базасы бар. Қазатомөнеркәсіп еншілес, тәуелді және бірлескен ұйымдармен бірге 13 уран өндіруші кәсіпорынға біріктірілген 24 кен орнын игеруді жүргізеді. Барлық уран өндіруші кәсіпорындар Қазақстан Республикасының аумағында орналасқан және денсаулықты, өнеркәсіптік қауіпсіздік пен қоршаған ортаны қорғауды бақылаудың озық тәжірибесі мен құралдарына ерекше назар аудара отырып, жер асты ұңғылап шаймалау технологиясын қолданады.

Қабаттық тотығу аймағының аймақтық уранының эпигенетикалық кен орындары Шу-Сарысу және Сырдария уран-кен провинциялары шегіндегі кен орындарының үлкен тобымен ұсынылған. Бұл кен орындары қабаттық тотығу аймақтарының өңірлік фронттарымен бақыланады және көптеген жүздеген километрге бақыланады. Қаттық-инфильтрациялық үлгідегі кен орындарында жасалған жалпы ресурстар өте маңызды және Қазақстан Республикасының барлық уран ресурстарының 75% - дан астамын құрайды.

Инкай кен орны Шу-Сарысу уран кенді провинциясының оңтүстік-батыс бөлігінде 1: 200000 L-42-XX және XXVI масштабтағы тополистер аумағында орналасқан. Солтүстік-шығыста ол 2000 бейіні бойынша Мыңқұдық кен орнымен, оңтүстігінде 0 бейіні бойынша Буденнов кен орнымен шектеседі. Кен орны 1978 ж. №27 Волков ПГО экспедициясымен Мыңқұдық кен алаңының оңтүстік-батыс бөлігінде 1: 200000 масштабтағы іздестіру-алдын алу жұмыстарының нәтижесінде ашылды. Инкай кен орны - белгілі қаттық-инфильтрациялық кен орындарының ішіндегі ең ірі, сондықтан, бірегей өлшемдерді, сондай-ақ әртүрлі учаскелердегі кенді оқшаулаудың геологиялық, гидрогеологиялық және геотехнологиялық жағдайларын ескере отырып, ол төрт учаскеге аудандастырылды: № 1 учаске, № 2 учаске, Оңтүстік (№4 учаске) және Солтүстік (№3 учаске) қапталдар.

1 Жалпы түсініктеме жазбасы

1.1 Жұмыс ауданының географиялық-экономикалық сипаттамасы

Инкай кен орнының № 4 учаскесі Шу-Сарысу депрессиясының оңтүстік-батыс бөлігінде 1:100 000 L-42-99,-100 масштабтағы тополистер аумағында орналасқан. Геологиялық бөлудің жалпы ауданы 192,0 ш. км. құрайды.

Әкімшілік тұрғыдан жұмыс ауданы Оңтүстік Қазақстан облысының құрамына, ал учаскенің оңтүстік бөлігі ҚР Қызылорда облысының құрамына кіреді (1-сурет.).

Жұмыс учаскесінің ауданы құмды-сазды, солтүстіктен оңтүстікке қарай қисайған, ағынсыз тақырлармен, дефляциялық шұңқырлармен және сирек күмбез тәрізді көтермелермен асқынған жазықтық болып табылатын Бетпақ-Дала үстіртінде орналасқан. Абсолюттік белгілер - 160-200 м. батыстан және оңтүстіктен Бетпақ-Дала үстірті тік беткейлермен шектеледі.

Ауданның гидрографиялық желісі Шу, Сарысу және Бақтықарын өзендерімен қалыптасады. Өзендердің су тасқыны кезеңінде ғана ағысы бар (Мамыр-Маусым), кейінірек ащы-тұзды суы бар жеке тайпаларға бөлінеді. Судың минералдануы 2,1 г/л-ден 9,0 г/л-ге дейін өзгереді, Бақтықарын өзенінің жекелеген учаскелерінде судың тұздылығы жаз соңында 212 г/л-ге жетеді.

Ауданның климаты күрт континенттік және жыл сайынғы және тәуліктік температура ауытқуының амплитудаларымен, қатты қыста, ыстық жазда, қысқа көктемде, ауаның құрғақтығымен және жауын-шашынның аз мөлшерімен сипатталады.

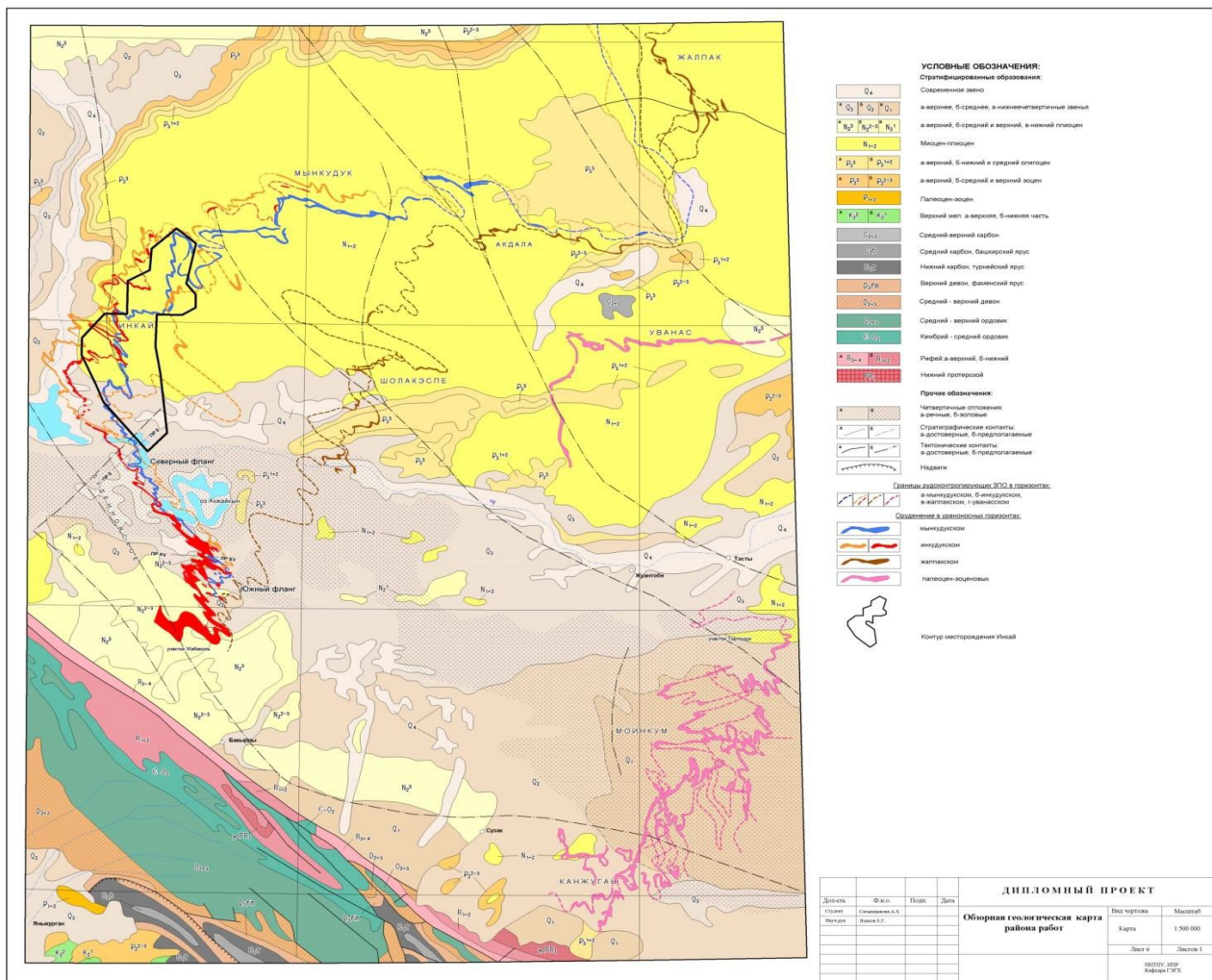
"Бетпақ-Дала" метеостанциясы бақылауының деректері бойынша ауаның орташа жылдық температурасы +6°C, +9°C, маусым-шілде айларында ең ыстық айдың температурасының абсолюттік максимумы +43°C, абсолюттік минимумы -35°C құрайды.

Жазғы айларда ауа температурасының тәуліктік ауытқуы 14°C-қа жетеді.

Жауын-шашынның орташа жылдық сомасы-130-140 мм шегінде. Ауаның орташа ылғалдылығы-56-59% шегінде.

Аудан үшін күшті, үздіксіз желдер тән. Штильдердің орташа жылдық саны 17% - дан аспайды. Желдің басым бағыты - солтүстік-шығыс және шығыс, орташа жылдамдығы 3,8 - 4,6 м/сек., шаңды дауылдар жиі кездеседі.

Инкай кен орнының оңтүстігінде негізінен құмды топырақ дамыған және тек тақырларда ғана олар сазды, сазды, сазды, әдетте қатты тұздалған топырақпен алмастырылады.



1 сурет-Жұмыс ауданының геологиялық картасы

Жақын жердегі уран кен орындары: Буденновское (40 км), Шолақ-Эспе (60 км), Мыңқұдық (80 км), Ақдала (100 км), жалпақ (140 км), Уванас (160 км), Қанжуған, Мойынқұм (250 км). Инкай (уч. 1), Буденновское (уч. 2), Қанжуған, Мойынқұм (Южный уч., Төртқұдық уч.), Уванас кен орындарында

Мыңқұдық (Шығыс және Орталық учаскесі), Ақдала Таукент тау-кен-химия комбинаты, "Қазатомөнеркәсіп "ҰАК" АҚ дала кен басқармасы, "КАТКО" БК ЖШС, "Бетпақ-Дала" БК, АҚ ("Қазатомөнеркәсіп" ҰАК "АҚ) жер асты ұңғылап шаймалау тәсілімен уран өндіруде КенДала.KZ"), "Инкай" БК.

Уванас, Мыңқұдық (Шығыс учаскесі) кен орындарын өңдеп жатқан дала кен басқармасы Қыземшек кентінің әлеуметтік-экономикалық дамуын жалғастыруда. Жақсартылған асфальт жолы кентті аудан және облыс орталықта рымен байланыстырады.

Қорғасын-мырыш, мыс, фосфорит кендерін, кенсіз пайдалы қазбаларды (Ащысай, Мырғалымсай, Жезқазған және т. б.) өндіру және қайта өңдеу жөніндегі басқа тау-кен кәсіпорындары Шу-Сарысу депрессиясының пале

озой массивтері шегінде орналасқан және Инкай кен орнынан 250-500 км қашықтықта орналасқан.

1.2 Жұмыс ауданының геологиялық құрылымы

Инкай кен орны Кенце-Буденный металлогениялық аймағының Мыңқұдық уран кенді ауданының батысында орналасқан, онда ол үлкен доғаның алдыңғы бөлігі бақыланады, ол жоғарғы бор өтетін шөгінділерінде қатты тотығудың өңірлік кен бақылау шептерін құрайды. Кен орындарының кенді аймақтары солтүстік-шығыстан оңтүстікке қарай олардың жалпы ені 7-ден 17 км-ге дейін болған кезде 55 км-ге жуық қашықтыққа бақыланады.

Аймақтық тектоникалық жоспарда Инкай кен орнының кен алаңы Созақ ойпатының солтүстік бөлігінде оңтүстік-батысқа қарай, Қаратау горст-антиклинорлі жағына қарай қисайған Сарысу моноклизасымен түйіскен жерде орналасқан. Бұл түйістікте, орталық антиклиналдық құрылым ауданында Инкай кен орны Мыңқұдық кен орнынан кенді белдеудің үзілісімен бөлінеді. Солтүстік-батыс бағыттағы Созақ ойпаты (майысу) Шу-Сарысу депрессиясының ең батырылған бөлігі болып табылады, онда домезозой түзілімдерінің тереңдігі 700-850 м құрайды. Ойпаттың құрылымы асимметриялы: солтүстік-шығыс борт қабаттарының еңісі 200-ден аспайды, ал оңтүстік-батыс борт мезозой-кайнозой шөгінділерінің құлау бұрышымен сипатталады, ол басты Қаратау сынығы аймағында 50-600 жетеді. Әсіресе, Созақ ойпаты өте белсенді дамыды, бұл неогенді шөгінділердің едәуір қуатымен ерекшеленеді.

1.3 Стратиграфия

Инкай кен орнының қимасы үш қабатты құрылыспен сипатталады. Оның тік бөлінісінде бөлінеді:

1) протерозой және ерте палеозой геосинклиналдық түзілімдермен қалыптасқан қатпарлы іргетас;

2) аралық құрылымдық қабат (ПСЭ) немесе литифицирленген шөгінді қабат, орта-кеш палеозойды формациялармен түзілген.

3) гидрогенді түрдегі өнеркәсіптік уран кенденуін сыйдыратын литификацияланбаған мезозой-кайнозой шөгінділері бар платформалы тысы.

1.3.1 Төменгі құрылымдық қабат

Іргетастың геологиялық құрылысы туралы ұсыныстар құрылымдық геофизиканың, сирек терең ұңғымалардың деректеріне, сондай-ақ депрессия жиегінде (кен орнынан 80 км Үлкен Қаратау жотасы) қатпарлы түзілімдердің шығуында жүргізілген геологиялық түсірілім материалдарына негізделеді.

Инкай кен орнының ауданында іргетас 2 км тереңдікте жатыр және тереңдік сынықтар аймақтары бойынша салынған тек жекелеген тектоникалық блоктарда ғана кристалдық түзілімдер тікелей тыстың шөгінділерінің астында, 600 метр тереңдікте кездеседі.

Іргетаста магмалық қабат жоқ. Іргетастың ең ежелгі түзілуі, шамамен ерте тротерозой (рифей) жасындағы, екі жақты дала шпаты-кварц тақтатасы бар. Сонымен қатар, іргетас құрамында кең таралған кембрийлік және ерте орта азия терригендік түзілімдер, құмтаспен ұсынылған.

1.3.2 Орташа ("аралық") құрылымдық қабат

Аралық құрылымдық қабат (ПСЭ) әлсіз қышқылданған субплатфорлы шөгінді формациялар кешенімен ұсынылған.

Оның кесіндісінің негізінде ерте таскөмір теңіз терригендік-карбонат формациясының барлық жерде таралған шөгінділерімен жабылатын фамендік терригендік-галогенді қызыл түсті формация бөлінеді.

Оның құрамында сұр түсті, жиі битуминозды әктастар, құмтас, алевролиттер және аргиллиттер басым. Ол екі свиттерге бөлінеді: төменгі – Жезқазған (C2-3dg) және жоғарғы – жиделисай (P1gd). Екі свит құрамында қызыл түсті шөгінді шөгінділер басым. Жиделисай свиті Жезқазған шартты түрде, алевролиттер мен аргиллиттер кесіндісінде құмтастар, гравелиттер мен конгломераттардың үстінен басым болып бөлінеді.

1.3.3 Жоғарғы құрылымдық қабат

Шу-Сарысу депрессиясының мезозой-кайнозой шөгінділері үш кешенге бөлінеді:

- юрский-платформа алдындағы;
- бор-палеогенді-платформалық;
- неоген-төрттік-платформалық-субороқорғыш.

Кейінгі Борлы шөгінділер (н. Н. Петров, 1990 ж.) үш дербес көкжиекке бөлінеді: Мыңқұдық (ерте турон), инкудук (кейінгі турон-коньяк-сантон) және жалпақ (ерте палеоценге дейін кампан-маастрихт).

Горизонттардың жасы негізінен Мыңқұдық кен орнының геологиялық-стратиграфиялық корреляциялық разрездерін пайдалана отырып, даулы-тозаң анықтамалары негізінде анықталған.

Кейінгі бағалау-төрттік кешен Күрделі формациялық құраммен және шөгінді жинауда жиі үзілістермен сипатталады, олармен бор-палеогенді формацияларда кен бақылаушы инфильтрациялық процестердің дамуы байланысты.

Кешсолигоценды-ерте клеоценды субороценды кешен Бетпақдала және тоғысу свиттерімен ұсынылған. Бетпақдала свитасы шөгінділерінің арасында

(P33-N11bt) екі бума бөлінеді: төменгі – қызыл түсті және жоғарғы – ала түсті. Төменгі шөгінділердегі терең емес шайылатын тоғыскен свитасы (N12-N21tg), барлық жерде тотыққан сары, гравелит, құмтас, саздақ қабаттары бар ржаво-коңыр түрлі күкіртті кварц құмдарымен ұсынылған.

Позднеплиоценовый-четвертичный өзіндік орогенный кешені (N2+Q) ұсынылған галечно-гравийными бар, гравелитами және конгломератами пре дгорного шлейфтің с. б.Қаратау. Олардың қуаты-бірінші метрден 30-40 метрге дейін.

Платформалық төрттік шағын кешен барлық бөлімдерден тұрады. Оның шөгінділері Бетпақ-Дала үстіртінде аз қуатты жамылғыларды құрайды, Сарысу және Шу өзендерінің, құрғақ шалғындардың алқаптарын, тақыр және сортаңды шұңқырларды орындайды, Муюнкұм, Самен-Кум және т.б. құмды массивтерді шоғырландырады. Шөгінділердің қуаты-метрден 10-20 метрге дейін.

1.4 Тектоника

Инкай кен орнының депрессиясы мен ауданының қазіргі заманғы құрылымдық жоспары плиоцен шекарасында және төрттен бір уақыт аралығында жиектелген горстокұрылыстардың күрт көтерілуінің нәтижесінде қалыптасты. Қаратау горстантиклинориясының пайда болуына байланысты көрші Сырдария қаласынан Шу-Сарысу депрессиясы бөлініп, одан әрі ол дербес құрылым ретінде дамыды.

Инкай кен орнының ауданы екінші ретті ірі құрылымға – Сарысу ойпатына ұштастырылған. Солтүстік пен шығыстан соңғысын қазақ қалқанымен көмкереді, оңтүстік-батыста Қаратау қалантиклинорийімен шектеледі, ал оңтүстік-шығыста Ұланбел-Талас ойпаты Шығыс Мойынкұм беткейінен бөлінеді. Сарысу ойпатының солтүстік шекарасы анық емес. Ойпат оңтүстік-батыс бағытта қабаттардың орташа еңкейуі 15-ке жуық қабаттың шөгінділерінің қиғаш аймақтық батуымен сипатталады. Сол бөлігінде оның жалпы қуаты 800 м жетеді. Оңтүстік-Батыс борты Қаратау антиклинориясына қараған иілу солтүстік-шығысына қарағанда едәуір салқын: жыныстардың құлау бұрыштары мұнда бірнеше градусқа жетеді, басты Қаратау сынығы аймағында – бірнеше ондық градусқа жетеді. Кен орнының оңтүстік шекарасы Созақ иілу солтүстік-шығыс бортын басып алады және солтүстік бағытта Бугуджиль көтеруіне өтеді, онда ПСЭ шөгінділері – 410м тереңдікте ашылады.

1.5 Гидрогеология

Гидрогеологиялық тұрғыдан Созақ артезиан бассейнінің тік қимасында мынадай құрылымдық-гидрогеологиялық қабаттар бөлінеді:

-Ең жаңа тектоникалық активтендіру кезеңінің (32-Q) негізінен бос және әлсіз түзілімдердің I қабаты молассоидтегі жер асты суларының кеуекті-қабаттық жиналуымен;

- Төмен цементтелген түзілімдердің II қабаты платформалық даму кезеңі (K2-22-3) порово-қаттық жер асты сулары бар;

-Жиынтық көтерілу кезеңінің (ерте мезозойлық тектоно-магмалық активтендіру, рифтогенез, (T3-I2) азолитирленген және литифицирленген түзілімдерінің III қабаты көміртекті жыныстардағы жер асты суларының жарықтық-порттық-қабаттық және порттық-жарықтық-қабаттық жинақтарымен. Бұл қабаттың құрамы қарастырылып отырған аумақтан тыс таралған.

Мезозой-кайнозой шөгінді қабы төменгі IV және V қабаттардағы екі жыныстармен төселеді.

IV қабат жер асты суларының терригенді, карбонатты және хемогенді жыныстардағы жарықты-қабатты, карст-қабатты, қаттық-жарықты, кейде жарықты-талшықты және карст-талшықты жиналуын қамтитын субплатфорлық даму кезеңінің (D3fm-P) литифицирленген түзілімдерімен қалыптасқан.

V қабат қарқынды литифицирленген, әртүрлі дәрежеде метаморфизденген шөгінді және магмалық, сондай-ақ жер асты суларының жарықты-желілі және карст-желілі жинақтарымен геосинклиналдық (PR-S) және орогенді (D1-D2fr) даму кезеңдерінің метаморфикалық түзілімдерімен ұсынылған.

Мезозой-кайнозой қабымен таралған мезозой қабатының жер асты сулары зерттелмеген.

1.6 Пайдалы қазбалар

Аудан аумағындағы негізгі пайдалы қазбалар радиоактивті металл-уран болып табылады. 1961 жылдан бастап депрессия шегінде Оңтүстік Қазақстан мұнай барлау экспедициясы терең ұңғыларды бұрғылайды. Бұл жұмыстармен бірқатар перспективалы газды құрылымдар (Айрақты, Амангелді және т.б.) анықталды.

Жуантөбе сазын карьерлік өндіру жұмыстары жүргізілуде.

Ұсақ көлдерде тас тұзы өндіріледі.

Бұл құрылымдарда жинақталған іргетасын Қаратау алтын, күміс, мыс, қорғасын, қалайы, барит, фосфориттер, мәрмәр және т. б. кен орындары анықталды.

Қорғасын-мырыш, мыс, фосфорит кендерін, кенсіз пайдалы қазбаларды (Ащысай, Мырғалымсай, Жезқазған және т. б.) өндіру және қайта өңдеу жөніндегі басқа тау-кен кәсіпорындары Шу-Сарысу депрессиясының палеозой массивтері шегінде орналасқан және Инкай кен орнынан 250-500 км қашықтықта орналасқан.

2 Инкай кен орнының геотехнологиялық жіктелуі

2.1 Кеннің негізгі геотехнологиялық қасиеттер

2.1.1 Литолого-фациальды және геохимиялық сипаттама өнімді көкжиектер

4-ші учаскеде, тұтастай алғанда, Инкай кен орнындағы сияқты, Мыңқұдық және инкудук көкжиегі кен орнын алмастырушы болып табылады. Есептік аумақта орналасқан төменгі және орта инкудук тау асты кен шоғырларындағы кен шоғыры 2009 жылғы геологиялық есепте бағаланды, сондықтан литологиялық-фациалдық және геохимиялық сипаттама кіші бөлімде екі өнімді деңгей бойынша келтіріледі.

Тік қимадағы Мыңқұдық горизонтының шөгінділері бірінші ретті аллювиальді макроритм болып табылады, онда қуаты 1 м – ден бірнеше метрге дейін бірнеше (8-10) қарапайым циклдер бөлінеді. Олардың әрқайсысы салыстырмалы түрде ірі түйіршікті, нашар сұрыпталған шөгінділерден басталады және ұсақ немесе жұқа сынғыш жыныстармен, сирек карбонатты цементпен тығыз құмдақ қабатымен (20 см дейін) аяқталады. Қарапайым циклдердің көпшілігі кейіннен шөгінді жинау барысында аяқталмаған немесе шайылған.

Горизонттың төменгі бөлігінде 3-5 қарапайым цикл бөлінеді. Олар үшін қабаттардың литологиялық құрамы, жыныстардың ірі түйіршікті түрлерінің басымдылығы, материалдың нашар сұрыпталуы, көмірленген өсімдік детриті бар жыныстардың ашық сұр және сұр түстері тән. Кен орнының жекелеген учаскелерінде Мыңқұдық горизонтының төменгі бөлігінде Жайылма фацияларының алевропелиттері мен құмтас саздары таралған.

Мыңқұдық горизонтының жоғарғы бөлігінде қарапайым циклдардың саны аз, олардың құрамында ұсақ түйіршікті айырмашылықтар басымірі түйіршікті жыныстар мен саз. Тұқымдардың басым түсі ашық, сұр-жасыл, ала. Мыңқұдық көкжиегі шөгінділерінің жиынтық қуаты 55 м-ден 65 м-ге дейін.

Горизонт бөлінісінде бірнеше аяқталмаған қарапайым циклдерден тұратын анық көрінген аллювиальді циклдер болып табылатын үш көкжиектің астында бөлінеді. Төменгі және орта тау асты сулары негізінен арналық фациялардың өрескел сынғыш шөгінділерімен, жоғарғысы - аттары-арналық шөгінділермен, инкудук горизонтының шөгінділерінің қуаты - 120 м дейін қалыптасқан.

Кен орнында ең көп таралған жыныстардың аралық геохимиялық түрі бар - жасыл-сұр, сұр-жасыл. Осы геохимиялық түрдегі жыныстар диагенетикалық және эпигенетикалық глеев процестерімен қалпына келтірілген және диагенетикалық қалпына келтірілген сероцветды құмдар мен арналық фациялардың гравийниктеріне қарағанда кен ыдырау процесі үшін қолайлы болып табылады.

Осылайша, геохимиялық құмды кенді қалыптастыру үшін қол астындағы ерекше қолайлы болуын ескере отырып, Инкай кен орнының эпигенетикалық кендерінің аса ірі масштабтары жалпы алғанда елеулі қуатпен, кен сыйдырғыш горизонттардың жоғары өткізгіштігімен, олардың құрамының көптеген ондаған километрге төзімділігімен, кенді қалыптау үдерісімен ұзақ уақыт өткенімен байланысты деп айтуға болады.

2.1.2 Кеннің заттық құрамы және сыйысымды жыныстар

4-ші учаскеде және жалпы кен орнында уран кенденуі жыныстардың барлық литологиялық әр түрлерінде дамыған. Силикатты кеннің химиялық құрамы бойынша.

1-Кесте 4 учаске кендерінің химиялық құрамы

SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	FeO	Na ₂ O	CaO	TiO ₂	MgO	P ₂ O ₅	ППП	Fe ₂ O ₃	MnO	Сумма
88,48	5,22	1,87	3,49	0,28	0,38	0,12	0,13	0,03	-	-	0	100,0

Кенді ығыстырғыш шөгінділер кенсіз қалдықтардан визуалды айырмашылығы жоқ және дала шпаты-кварцты, сирек, слюдист-дала шпаты-кварц құмдарымен ұсынылған.

Кенді, сондай-ақ кенді емес құмды және қиыршықтас-құмды шөгінділердегі қабаттылық материалы әртүрлі дәрежеде кварцпен, далалық шпаттармен, кремнийлі және қышқыл вулкандық жыныстардың сынықтарымен, Слюда аз мөлшерде (мусковит, биотит), көмірленген өсімдік детриттерінің фрагменттерімен ұсынылған. 4-учаске кенінің орташа минералды құрамы 2-кестеде келтірілген.

2 -Кесте 4 учаске кенінің орташа минералдық құрамы

Минералдар	Мыңқұдық көкжиегі	Инкудук көкжиегі
А. Ерімейтіндер		
Кварц	61,30	56,60
Кремний сынықтары	12,10	23,49
Аксессуарлық	0,42	1,19
БАРЛЫҒЫ:	73,82	81,28
Б. Қиын еритіндер		
Дала шпаты	17,20	10,36
Каолинит	3,82	3,63

2- Кестенің жалғасы

Минералдар	Мыңқұдық көкжиегі	Инкудук көкжиегі
Монтмориллонит	3,04	2,36
Гидролюда	0,98	0,65

Мусковит	0,27	0,70
Биотит	-	0,08
Органикалық заттар	0,04	0,05
БАРЛЫҒЫ:	25,35	17,83
В. Еритіндер		
Лимонит	0,58	0,56
Карбонаттар	0,10	0,18
Сульфидтер	0,10	0,10
Уран минералы	0,05	0,05
БАРЛЫҒЫ:	0,83	0,89

Слюда материалдарының орташа құрамы (мусковит және биотит) 0% - дан 1,8% - ға дейін өзгереді. Өсімдіктердің ұсақ фрагменттері, сабақтары, жапырақтары түріндегі көміртекті өсімдік детриті 0,01% - дан 0,11% - ға дейін құрайды және гелифицирленген құрылымдық (ксилен, кsilовитрен) және құрылымсыз матамен байқалады.

Тау жыныстарының барлық литологиялық-фльтрациялық типтеріне арналған аксессуарлық минералдар бірдей және ұсынылған: ильменит, лейкоксенизирленген ильменит, турмалин, Ставролит, Гранат, эпидот, андалузит, апатит, дистен, циркон, рутил. Жыныстың жалпы массасынан ауыр фракция 0,1% - дан 1,7% - ға дейін құрайды.

Кен құмды цементтеу әлсіз, суда олар оңай шайылады. Кенді және кенді емес шөгінділердегі портты толтырғыш полимиктік құрамды саз-алеврит материалымен бүктелген және жыныстың жалпы массасының 11% - дан 27% - ға дейін құрайды.

0,05 мм-ден кем фракциядағы сазды минералдармен бірге кварцтың иленбеген кендері, далалық шпаттар, Слюда қабыршақтары (мусковит, биотит), көміртекті өсімдік детритінің үзіктері, аксессуарлық және аутигендік минералдар бар.

2.1.3 Кеннің өткізгіштігі (су өткізгіштігі)

Аталған радионуклидтер бойынша араласу деңгейінен асып кететін жер асты сулары кенді ығыстырғыш горизонтта қабаттық тотығу аймақтарының сыну шекараларының конфигурациясын қайталай отырып, кен шоғырларының бойындағы жолақпен таралған. Радионуклидтерді жер асты суларымен кен шоғырларынан шығару ағын бойынша солтүстік-батыс бағытта жүреді.

Кен орнындағы төменгі Турин (Мыңқұдық) су тұтқыш горизонты (K2t1) барлық жерде таралған және кен орны сиятын болып табылады. Кен орны шегінде көкжиек шатыры 430 м – ден 480 м-ге дейінгі тереңдікте, ал табаны тиісінше 500 м-ден 540 м-ге дейінгі тереңдікте ашылады. Горизонттың жоғарғы бөлігінде су ығыстырғыш жыныстар көбінесе алевриттер мен саз қабаттары бар ұсақ және орташа күкіртті кварцты - дала шпатты құмдармен берілген, олар төменірек ірі сынықты айырмалармен – қиыршықтас және ірі түйіршікті

құм қабаттары бар ұсақ малтатастармен, ал кейде қиыршықтас және қиыршық тасты-галечниктермен алмасады. Жалпы кен орны бойынша солтүстік-солтүстік-шығыстан оңтүстік-оңтүстік-батысқа су ығыстырғыш құм фракциялары ірілігінің біршама азаюы байқалады. Тиісінше, осы бағытта на шарлай отырып, су ығыстырғыш шөгінділердің сүзу қасиеттері да өзгереді.

Мыңқұдық горизонтын Жоғары жатқан инкудук горизонтын Инкудук кен орнының шегінде қуаты бойынша қалыс қалмай бөлетін жоғарғы су тіреуіші. Қуаты 1 м-ден 10 м-ге дейінгі әлсіз өткізбейтін линзалық жыныстар саздармен, алевроиттермен және ұсақ түйіршікті сазды құмдармен ұсынылған.

Учаскедегі пьезометриялық деңгейдің белгілері жер бетінен 25,6 м-ден плюс 30,4 м-ге дейін жоғары.

Мыңқұдық көкжиегінің су ығыстырғыш жыныстарының өткізгіштігі өте жоғары. Учаске шегіндегі сүзу коэффициентінің мәні скважинадан шыққан бұталы шығарылымдардың деректері бойынша тәулігіне 6,0 м-ден 14,3 м-ге дейін және тәулігіне 2,5 м-ден 10,4 м-ге дейін жеке шығарылымдардың деректері бойынша өзгереді. Су құбыры коэффициенті 71 м²/тәул-798 м²/тәул-ге дейін құрайды. Мыңқұдық су тұтқыш горизонтының жер асты сулары 3,9 г/дм³-тен 5,4 г/дм³-ке дейін минералдандырумен күшті сортты. Құрамы бойынша сульфатты-хлоридті-натрийлі.

Микрокомпоненттердің құрамы: стронций - 5,8 мг/дм³ – тен 10,3 мг/дм³ дейін, бром 10,6 мг/дм³ – тен 11,4 мг/дм³ дейін, марганец-0,65 мг/дм³-тен 1,2 мг/дм³ дейін, селен-0,07 мг/дм³ құрайды және рұқсат етілген нормалардан аспайды. Қалған микрокомпоненттердің, оның ішінде ауыр металдардың құрамы шамалы.

2.2 Инкай кен орнының геотехнологиялық шарттары

4 учаскенің геотехнологиялық жағдайын бағалау, тұтастай алғанда, Инкай кен орны сияқты, ұзақ уақыт бойы барлау жұмыстарының барлық сатыларында жүргізілді. Ол кеннің заттық және химиялық құрамын зерттеу және оларда жер асты шаймалау процесіне әсер ететін зиянды қоспалардың болуы, сондай-ақ сорып шығару және электрокаротаж деректері бойынша кен ығыстырғыш шөгінділердің сүзу қасиеттерін зерттеу негізінде жүзеге асырылды.

Іздеу-бағалау жұмыстары және алдын ала барлау сатысында (1979-1984 жж.) Мыңқұдық көкжиегі кенінен 4 учаске шегінде Зертханалық жағдайларда технологиялық қасиеттерін зерттеу үшін екі сынама алынды. VIII және IX сынамалар роллдың қанаттық және қап бөліктерін сипаттайтын ВНИИХТ зертханасында талданды.

2006-2007 жж.егжей-тегжейлі барлау сатысында тікелей 4-учаскеде кеннен қап бөлігінен және Мыңқұдық көкжиегінде роллдың жоғарғы қанатына н 097 және 096/1 ұңғымалардан екі технологиялық сынама алынды. Сынамалар ЦОМЭ ХАП-да талданды, талдау нәтижелері "2006-2008 жылдар ара

лығындағы Инкай уран кен орнының 4 учаскесін егжей-тегжейлі барлау нәтижелері туралы есепте" егжей-тегжейлі көрсетілген және қайталауды қажет етпейді.

2.2.1 Кен шоғырларының морфологиялық ерекшеліктері

Инкай кен орнындағы кен шоғыры ЗПО-ның сыналу шекарасына кеңістіктік тартады, ал жоспардағы және қимадағы олардың контурлары гамма - каротаж деректері бойынша - берілген кондициялар бойынша уранның борттық құрамы - 0,01% және ең аз борттық метрополитен-0,0400 бойынша анықталған.

Анықталған кен шоғырларының әрқайсысы бір кен орнын ауыстыратын деңгейжиектің шегінде орналасады, бұл ретте көп жағдайда бір гипсометриялық деңгейге сәйкес келеді, сол арқылы, кесу бойынша өнімдік қалыңдықтың коррелирленетін бөліктеріне тұрақты ұштастықты сипаттайды және кен алаңының белгілі бір құрылымдық элементі болып табылады.

Шоғырлар бірнеше морфологиялық элементтерден тұрады - жақсы көрінетін Қаптық бөліктері мен қанаттары бар басты ролл, өлшемділік немесе басқа морфологиялық бөліктердің басымдығына дейін 5-10 есе өзгеріп отырады. Бұдан басқа, кен денесінің қапты-қанаттық элементтері ("қанатты қаптар") кеңінен дамыған, олардың қуаты 25 м жетеді. Олар, әдетте, негізгі роллдардың "тылында" орналасады, олардан кенсіз жыныстардың шамалы аралығымен (он және жүздеген метр) бөлінеді. Көлденең кесінділерде шоғырдың морфологиялық бейнесі ролл элементтерінің алуан түрлі үйлесімі бар және жалпы ерекшеліктерде дұрыс емес роллдардың нысаны болып табылады, әдетте асимметриялы, деформацияланған және қатпарланған немесе сүйекті және сателлитті денелермен үйлескен бірнеше жақындасылған роллдардың комбинациясы.

Мыңқұдық көкжиегіндегі 4 кен орнының учаскесінде екі кен орны бөлінген: 3 және 4. Солтүстіктегі 3 шоғыры 1 шоғырына (ӨЕ 446 ауданында) жанасады, әрі қарай барлық 1 учаске арқылы өтеді және ӨЕ 110 және 104 арасындағы ортасынан бастап пр 128 шоғырымен түйіскенге дейін 4 учаскеде жалғасады. Магистраль бойынша оның жалпы ұзындығы-12 км. ені 50 м-ден 1150 м-ге дейін.

Уран кенденуінің параметрлері кең шектерде өзгереді: орташа мәні 0,042% болған кезде уран мөлшері 0,013% - дан 0,150% - ға дейін, орташа 5,70 М кезінде қуаты 0,30 м-ден 14,80 м-ге дейін.

2.2.2 Уран кендерінің генезисі

Инкай – эпигенетикалық қабаттық-инфильтрациялық уран кен орны; оның кендері кеңістіктік және генетикалық жағынан жоғарғы бор көлденең

өтетін қабаттық тотығу аймақтық аймағының сыналану шекарасымен байланысты. Кен орны континентальды ала түсті аллювиальды формациямен ұсынылған. Кен шоғырлануы үшін ең қолайлы-сұр түсті қиыршық тас-құмды арналық фациялардың пайда болуы. Фациялардың таралуын конседименттік құрылымдар бақылайды. Литолого-фациальды бақылау төменгі, Мыңқұдық горизонтының кендері үшін, жоғарыда жатқан инқұдық, қалыңдықта көрінбейді.

Негізгі қалпына келтіргіштердің – органикалық қосылыстар көміртегінің (Сорг), жалпы темірдің, сульфидті күкірттің жоғары емес параметрлері геохимиялық тосқауылдың бақыланбағанын анықтады; бұл мұнда өндірістік аумақта уранға ілеспе элементтерге жинақтауға мүмкіндік бермеді.

Қалпына келтіру кедергісінде уран кендерінің жинақталуы депрессиялық құрылымның қалыптасу кезеңдерімен тығыз байланысты ұзақ кезеңді дамудың нәтижесінде болды, олардың ішіндегі ең маңыздысы депрессиялық құрылым болып табылады.:

1) уранға мамандандырылған формация тобының құрылуына әкелген үдерістер кең көрініспен мезозойға дейін;

2) триас-юрій, орогенез және седиментация аймақтарын қоршаған облыстарда мезозой тұқымдарына дейін қайта өңдеу және дезинтеграциялау арқылы гумидті желдену процестері дамыды;

3) бор-өткізілетін сұр түсті горизонттардың, аймақтық сазды су тірегінің жиналуы болған кезде палеогенді.

Кен орындарының кен шоғырлары қазіргі уақытта артезиан бассейнінің жер асты суларының ең белсенді қазіргі заманғы ағынының аймағында орналасқан.

3 Уран өндіру динамикасы

3.1 Уран минералдары және оларды өңдеу тәсілі

Қазақстан Республикасының ПСВ әдісімен өндіру үшін қолайлы геологиялық жағдайлары Қазатомпромның бірегей бәсекелестік артықшылығын қамтамасыз етеді. Уран өндірудің 100% - ы Қазатомпром ІЖӘ әдісімен жүзеге асырылады. Қазатомпром өзінің негізгі бәсекелестерінен айтарлықтай асып түсіп, өнімділігі 11,4 мың тонна (2018 жылы әлемдік уран өндірудің 20% - дан астамы) ПСВ әдісімен уран өндіруде даусыз көшбасшы болып табылады. Қаза

томпром ПСВ әдісімен уран өндіру және техникалық инновацияларды енгізу бойынша тәжірибесі компанияға құрылыс басталғаннан кейін 18 ай ішінде ПСВ әдісін пайдаланатын кеніштерде коммерциялық өндіріске қол жеткізуге мүмкіндік берді. Жалпы әлемдік практикада уран өндіру жөніндегі кенішті ПСВ әдісімен іске қосудың орташа кезеңі шамамен 3 жылды құрайды.

Уран өндірудің барлық процестері автоматтандырылған және компания үнемі бақыланады, Қазатомпром кеніштерінде техникалық жабдықтар OHSА S 18001 және ISO 14001 сияқты қауіпсіздік пен қоршаған ортаның халықаралық стандарттарына толық сәйкес келеді.

Уран кендерінде әдетте құрамында аз мөлшерде уран бар минерал (0,05-0.5% U₃O₈) бар, сондықтан алдын ала алу және байыту қажет.

Бай кендер мен концентраттарды қайта өңдеудің гидрометаллургиялық әдісі мынадай технологиялық операцияларды қамтиды: алынатын металдарды еритін жағдайға ауыстыру мақсатында концентраттарды сілтілеуге дайындау (күйдірудің әр түрлі түрлері, жентектеу немесе реагенттермен қорытпалау); металдарды химиялық реагенттермен сілтілеу; металдарды ерітіндіден шығару.

Уран өндірісінің бірінші сатысы — шоғырландыру. Ең алдымен, кенді ұсақтайды, содан кейін құрамында уран бар материалдар мен сыйысымды жыныстар тығыздықтарының айырмашылықтарына негізделген енгізу әдісімен суспензиялау арқылы байытады. Бұл жағдайда уранит және уран шайыр кендерінің үлкен тығыздықтағы алғашқы минералдар бірінші болып шөгіледі. Екінші минералдар-карнотит, торбернит және басқа да рыхлдар тұрақты қоспаларды құрайды. Бұл жағдайда бұрын ауыр бос тұқым өседі. (Дегенмен, ол әрқашан бос емес; онда көптеген пайдалы элементтер, соның ішінде уран болуы мүмкін). Кейбір минералдар (ураноторит, уранның ниобато-танталаты) флотациямен байытады.

Екінші кезең – кенді күйдіру. Ол органикалық заттарды сусыздандыру, ыдырату, сульфидтердің тотығуы, карбонаттардың ыдырауы, күшән мен сүрмені жою мақсатында жүргізіледі. Бұл ретте құрамында көміртегі бар фракциялар алынып тасталады, уран сульфатацияланады, сілтісіздендіру үшін кендергі болуы мүмкін қалпына келтіргіштер тотықтандырылады.

Үшінші кезең-концентраттарды сілтілеу, уранды ерітіндіге ауыстыру. Құрамында уран бар минералдарды ашудың бірнеше жолы бар: қышқыл, Карбонат, микробтық, фторидтер және т.б. қышқылдық сілтілеу — арзан, өйткені уранды алу үшін күкірт қышқылын пайдаланады. Бірақ егер бастапқы шикізатта, мысалы, уран шайырында, уран төртвалентті күйде болса, онда бұл әдіс қолданылмайды: күкірт қышқылындағы төртвалентті уран іс жүзінде ерімейді. Бұл жағдайда сілтілі сілтілендіруге немесе уранды алты валентті күйге дейін алдын ала тотықтыру қажет. Егер уран концентраты күкірт қышқылымен әрекеттесетін доломит немесе магнезит болса да қышқылдық сілтісіздендіру қолданылмайды. Бұл жағдайларда күйдіргіш натрды (натрий гидроксиді) пайдаланады.

3-Кесте Уран минералдары

Формула	Атауы	Сингония	U,%
UO_2	Уранид	кубтық	92
$kUO_2 \cdot lUO_3 \cdot mPbO$	Настуран	кубтық аморфты	90 60
Уранның гидрототықты минералдары			
$UO_2 \cdot OH_2$	Янтенид	ромбтық	85
$6UO_2 \cdot OH_2 \cdot CaO_2 \cdot 4H_2O$	Бекрелит	ромбтық	80
$8UO_2 \cdot OH_2 \cdot 8H_2O$	Скупит	ромбтық	85
$6UO_2 \cdot OH_2 \cdot Ba(OH)_2 \cdot 4H_2O$	Билетит	ромбтық	80
$UO_2 \cdot (OH)_2 \cdot CU(OH)_2$	Ванденбрандит	ромбтық	76
$8PbO \cdot 8UO_3 \cdot 4H_2O$	Куэрит	ромбтық	74
Уран титанады			
$(U, Ca, Ta, I)(Ti, Fe_2O_3)$	Бронэлит	моноклинді	28-44
$(Fe, U) TiO_3$	Давидит	тригональді	20
Уран силикаты			
$(CaH_2UO_2SiO_4)_2 \cdot 5H_2O$	Уранофан	моноклинді	67
$(MgH_2UO_2(SiO_4)_2 \cdot 5H_2O$	Сиокодосид	моноклинді	58
$(Pb_2UO_2)(SiO_4)_2 \cdot 2H_2O$	Казолит	моноклинді	48
$(UO_2 \cdot 15O_2Si_6O_{17} \cdot 8H_2O$	Содеит	ромбтық	85
$(USiO_4OH)$	Кафенит	тетрогональді	68
$(6UO_2 \cdot 5(OH)_2 \cdot SO_4 \cdot 12H_2O)$	Уранопирит	триклейнді	80
Уран карбонаттары мен сульфаттары			
$UO_2 \cdot SO_3$	Реодзерфордин	ромбтық	87
$Ca_2UO_2 \cdot (SO_3)_3 \cdot 9H_2O$	Ураноталит	ромбтық	37
Уранның фосфаттары			
$CaUO_2PO_4 \cdot 12H_2O$	Отенид	тетрагональді	60
$(UO_2)_3 \cdot (PO)_4 \cdot 6H_2O$	Фосфуранелит	моноклинді	75
Уранның арсенаттары			
$Ca(UO_2ArO_4) \cdot 10H_2O$	Урансперит	тетрогональді	57
$Ca(UO_2)_3(ArO_4)_2 \cdot 12H_2O$	Тригенид	тетрогональді	65
Уран ванадтары			
$(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 6H_2O$	Фергонит	ромбтық	69

$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_8(5-8)\text{H}_2\text{O}$	Тиюямунит	тетроганальді	57
Уран молибдаты			
$\text{UO}_2\text{MoO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Умохайид	моноклинді	57

3-Кестенің жалғасы

3.2 Элюэкс-процесс (десорбцияның ығыстыру тәсілі)

Әдістің ерекшелігі кен аниониттің түйіршіктерінен уранил 3 сульфатының иондарының қолайлы аниондармен – тежегіштермен жұтылған құраушының ион пішінін өзгертпей ығыстыруы. Бұл процесте анион-депрессор сульфат-ион болып табылады және уран десорбциясын әдетте 15%-дық концентрациядағы күкірт қышқылының ерітіндісімен жүргізеді.

Сорбция-десорбция процесі қолданыстағы массалардың заңына бағынатын ион алмасу қайтымды реакция болып табылады. 1



Қанық анионит (сорбция) процесінен шығарылған кезде реакция оңға қарай жылжиды, күкірт қышқылының процеске енгізілетін есебінен сульфат-иондардың концентрациясы ұлғайған кезде және қайта өңделген анионит (десорбция) процесінен шығарғанда реакция солға жылжытылады.

Артықшылықтары:

- Сорбция алдында бастапқы иондық қалыпқа анионитті қайта зарядтау қажеттілігі болмайды.

- Технологиялық процесте қалдық күкірт қышқылын іске жарату арқылы кейіннен уранды сорбциялық немесе экстракциялық шоғырландыру мүмкіндігі.

- Сульфат-иондардың аз тарауына байланысты қоршаған ортаның улауы мүмкін емес.

Кемшіліктері:

- Тауарлық регенераттың үлкен шығуы (3,0...3,5 ылғалды сорбент) негіздейді төмен концентрациясын уран онда (8...12 г / л), алдын ала концентрациясыз регенератты тікелей қайта өңдеуді болдырмайды.

- Уран десорбция үрдісінің ұзақтығы (30...40 сағат), бұл десорбция операцияларына анионитті жүктеуді және сәйкесінше аппаратураның көлемін едәуір ұлғайтуды талап етеді.

- Десорбциялаушы ерітіндінің жоғарғы коррозиялық белсенділігі.

3.3 Десорбцияның нитратты әдісі

Нитратты әдіс десорбцияның ығыстыру тәсілдерінің класына жатады. Күкірт қышқылды тәсілге қарағанда, уран десорбциясы аяқталғаннан кейін аниопитті жұмыс иондық пішінге алмасуы. Тәсілдің мәні аммоний немесе натрий азот қышқылды тұздарымен қоспадағы азот және күкірт қышқылдарының қаныққан аниониттерінен уранды десорбциялау үшін пайдалану болып табылады.2



Артықшылықтары:

- Уран десорбциясының жоғары тиімділігі нитрат-иондарды иониттермен сіңірудің жоғары селективтілігімен негізделеді.

- Күкірт қышқылды регенерациямен салыстырғанда қалпына келтіру ұзақтығы 1,5..2,0 есе төмендейді, тауарлық регенераттың шығуы 2...4 есе азаяды және сәйкесінше, онда уранның концентрациясы сонша есе артады. Кондициялық уран тотығын ала отырып, тауарлық регенераттарды тікелей тиімді экстракциялық қайта өңдеу мүмкіндігі. Құрамында уранның жоғары құрамы бар химиялық концентратты тұндыру мүмкіндігі пайда болады.

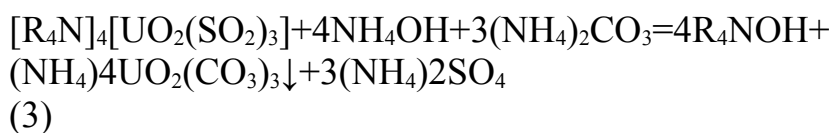
Кемшіліктері:

- Азот қышқылы мен нитратты тұздардың айтарлықтай жоғары меншікті шығыны. Нитрат-иондарды іске асытудағы, олардың ағызу ерітінділері мен қойыртпақтардағы концентрациясын санитарлық нормаларға дейін төмендетудегі қиындықтар, олардың қоршаған ортаны жұқтыру қаупі туындайды.

-Технологиялық процесте нитрат-иондардың ықтимал жиналуы уранды сорбциялық алудың тиімділігін төмендетуге әкелуі мүмкін.

3.4 Уранның қатты фазалы десорбциясы

Уранның қатты фазалық десорбциясының мәні қатты фазаға уранилүшкарбонат (А УТК) аммоний кристалдары түрінде уранилүшкарбонат (А УТК) ретінде десорбцияда аммиакты-карбонатты немесе карбонатты-сульфатты ерітінділерді пайдалану кезінде уранның тікелей бөлінуін қамтамасыз ететін заттарды пайдалану болып табылады.3



Аммиакпен қаныққан анионитті алдын ала өңдеп газ бөлінуін болдырмау және реагенттердің шығынын бірнеше есе азайтады.

Артықшылықтары:

-Бір технологиялық операцияда анионитті регенерациялауды біріктіру, жоғары дәрежелі концентрациялау және уранды тазалау, аммонийура

нитрикарбонат (АУТК) уран тотығы – тотығын алу үшін жарамды химиялық концентратты пайдаланады.

– Аутк жуылған кристалдарын тікелей қыздыру арқылы кондициялық дайын өнім-уранның шала тотығын алу мүмкіндігі, немесе төтенше жағдайда, бір реттік көміраммониялық тізбені қолдана отырып. Химиялық концентратты еріту және ерітінділерді кейіннен экстракциялық өңдеу қажеттілігін болдырмау.

- Десорбция процесінде аппаратуралық ресімдеу қарапайымдылығы.

Кемшіліктері:

- АУТК кристалдары бөлінгеннен кейін аналық уранның жоғары концентрациясы (3... 5 г/л) процестің басына уранның үлкен бұрылуын тудырады, сорбциядағы иониттің жабатын қабатының биіктігін арттыру және анионитке уранды алу дәрежесін төмендету қажеттілігіне әкелетін аниониттің жоғары қалдық сыйымдылығы.

- Десорбцияға және анионитті қайта зарядтауға арналған химиялық реагенттердің жоғары шығыны.

- Сорбция-десорбция циклдерінің бірнеше рет кезектесуімен біраз уақыт пайдаланудан кейін иониттің механикалық тұрғыдан азайып кетуі.

3.5 Уранның карбонатты-сульфатты ерітінділерімен сұйық фазалық десорбциясы

Тәсілдің мәні десорбция процесінде аммоний уранилтрикарбонаты кристалдарының түсу мүмкіндігін болдырмайтын жағдайларда уранды көмірқышқыл және күкірт қышқылды тұздар қоспасымен десорбциялау жүргізу болып табылады. Бұл шарттар десорбирлеуші ерітіндінің құрамын ұстап тұрудан тұрады: аммоний және натрий карбонаттарының суммасы - 50...80 г / л, аммоний және натрий сульфаттары -40...70 г / л және натрий концентрациясы 15...25 г / л.

Артықшылықтары:

- Технологиялық процесте қоршаған ортаға теріс әсер етуі мүмкін химиялық реагенттердің болмауы.

- Аниониттің төмен қалдық сыйымдылығын алуды қамтамасыз ететін десорбция процесінің жоғары кинетикасы.

- Қатты фазалы десорбциямен салыстырғанда химиялық реагенттер шығынының төмендеуі, технологиялық процестің басына уранның бұрылуын азайту, аниониттің қалдық сыйымдылығын төмендету есебінен сорбцияда уранды алуды арттыру, АУТК кристалдары бар аниониттің механикалық ысырабын болдырмау.

Кемшіліктері:

- Тауарлық регенераттағы уранның төмен концентрациясы десорбцияға химреагенттердің барынша жоғары меншікті шығынын негіздейді.

- Уранның десорбциясын, химконцентратты тұндыруды, газдарды пайдаға жаратуды, анионитті бастапқы жұмыс түріне конверсиялауды қамтитын жеткілікті күрделі технологиялық схема.

- Тауарлық регенераттан химиялық концентратты тұндыру, одан кейін оны еріту қажеттілігі-дайын өнімді алу бойынша технологиялық операцияларды (экстракция, көмір аммонийды тізбектеу) жүргізу мақсатында-уран тотығын алу.

3.6 ЭД-процесс. (Уранның экстракциялық десорбциясы)

Экстракция сатыларының саны аз болған жағдайда, араластыру-тұндырғыш және бағаналы экстракторлардың көлемі іс жүзінде бірдей екені белгілі. Экстракторлар екі түрі бірқатар артықшылықтары мен кемшіліктері бар, біз біздің технологияда пайдаланатын болады экстрактор түрін таңдау үшін оларды қарастырайық.

Экстракциялық колонналардың негізгі артықшылықтарына мыналар жа тады:

- жоғары өнімділік;
- аппараттарды орналастыруға арналған салыстырмалы шағын алаңдар;
- экстрагенттерді аз тиеу;
- бір аппаратта бірнеше байланыс сатысын жүзеге асыру мүмкіндігі;
- бір аппаратта фазаларды экстракциялау, жуу, еріту, бөлу экстракциясы процестерін біріктіру мүмкіндігі;
- фазааралық пленкалардың болмашы түзілуі және оларды аппаратты тоқтатпай алып тастау мүмкіндігі;
- фазалардың аз өзара тозуы;
- көптеген түрлерде қозғалатын бөліктердің экстракциялық колонналарының болмауы.

Бұл артықшылықтар аз күрделі және пайдалану шығындарына әкеледі, араластыру-тұндырғыш экстракторларға қарағанда колонна типті экстракторларды үнемді етеді.

Алайда, экстракциялық колонналарға белгілі бір кемшіліктер тән:

- аппараттардың едәуір биіктігі;
- төмен тиімділік ;
- сенімді есептеу әдістемелерінің болмауы және 1,5 - 1,8 құрайтын ауқымды өту коэффициенті.

Ең көп таралған өнеркәсіптік экстракциялық аппараттардың бірі тұндырғыштар болып табылады. Олар органикалық және су фазалары келіп түсетін фазаларды араластыру камерасынан тұрады және олар араластырғыш-сорғының немесе араластырғыш-сорғының көмегімен қарқынды араластырылады және эмульсия араластыру камерасынан үздіксіз келіп түсетін және оның ерітілуі болатын фазаларды тұндыру (бөлу) камерасынан тұрады.

Араластырғыш-тұндырғы экстракторлар-араласпайтын сұйықтықтарды сатылы жанастыратын және сыртқы энергияны жанасушы сұйықтықтарға енгізетін аппараттар.

3.7 ИД - процесс. (Ион алмасу десорбция процесі)

Процестің мәні минералды заттың сұйылтылған ерітіндісінде иониттің суспензиясымен уранды десорбциялаудан тұрады, онда қаныққан иониттің регенерация процесері және регенераттардың сорбциялық тізбектері неғұрлым тиімді үйлеседі.

Артықшылықтары:

- Қанық ионитті регенерациялау және сорбциялық тізбек операцияларын бір процеске біріктіру.

- Қаныққан аниониттерді регенерациялау ұзақтығын төмендету .

- Десорбирлеуші ерітіндідегі күкірт қышқылының концентрациясының төмендеуі.

Кемшіліктері:

– Қаныққан суспензиядан кейінгі уран десорбциясын жүргізу қажеттілігі және туындайтын тиісті қиындықтар-аппаратуралық ресімдеу, әрбір сатыда суспензия мен регенератты бөлудің сенімді тәсілдері, суспензияның және тиісінше уранның механикалық шығындары.

- Дайын өнімді алу үшін келесі технологиялық операцияларды жүргізу қажеттілігі (экстракция, химконцентратты тұндыру).

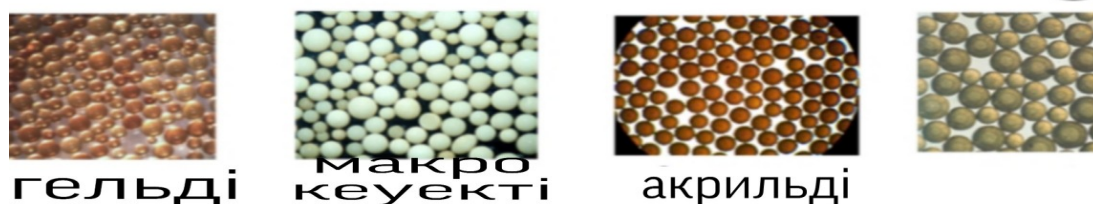
Уранның химиялық концентратының шөгуін және шайырларын қалпына келтіре отырып, регенерация тиімділігін төмендететін сульфат – иондардың жиналуы мүмкін тұйық жүйе ретінде жұмыс істейді. Сульфат-иондардың концентрациясын белгілі бір деңгейде ұстау үшін химиялық концентратты тұндыру екі сатыда жүргізіледі. Бірінші сатыда регенерат рН=3,5 әкпен бейтараптандырылады. Бұл ретте регенераттың артық қышқылдығы бейтараптандырылады, соның есебінен аммиактың немесе басқа да сілтілі реагенттердің ІІ-сатыда шығыны төмендейді, сульфат – иондардың ерімейтін кальций сульфаты түрінде едәуір бөлігі алынып тасталады және темірдің негізгі мөлшері шөгіледі. Темір кек деп аталатын гипсті-гидратты шөгінділер регенераттағы уранның жалпы санының 5% - ға дейін бар және сондықтан кенді сілтілеу операциясына жіберіледі. ІІ-ші сатыда ерітінді аммиакпен, күйдіргіш натрмен немесе рН=7 дейін магний оксидімен бейтараптандырылады және уранның химиялық концентраты тұнады.

3.8 Ион алмасу. Уранды шығарудың сорбциялық әдістері

Ион алмасу процесері Атом технологиясында маңызды орын алады. Өткен ғасырдың 50-60-жылдары уран мен бағалы ілеспе металдарды ион а

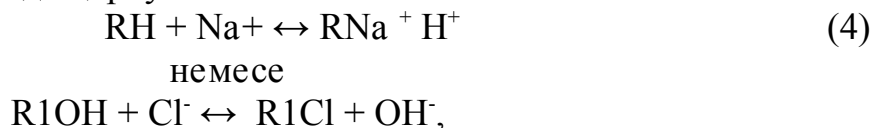
алмасу технологиясы әзірленді және жаппай қолдануға ие болды. АҚШ-та екінші дүниежүзілік соғыс кезінде химиялық және физикалық қасиеттері бойынша поликонденсациялық үлгідегі ион алмастырғыш шайырлардан тұрақты және үнемді стирол және акрил қатарының құрамдастарынан құрамдастырылған ион алмастырғыш шайыр жасау бойынша әлемде теңдесі жоқ технология әзірленді. Бұл технология ион алмастырғыш шайырларды өндірудің заманауи әдістеріне жол салды. Кеңес уран өнеркәсібінде 50-60 жылдары уран зауыттарында уранды және кенді қойыртпақтан бағалы ілеспе элементтерді ион алмасу технологиясы енгізілді, ол Дүниежүзілік мойындалған. Бұл жұмыстардың ғылыми жетекшісі академик Б. Н. Ласкорин болды. Барлық уран зауыттарында посткеңестік аумақтағы сорбциялық-экстракциялық схемаларды енгізу нәтижесінде ғылыми-техникалық тиімділік айтарлықтай арттырылды және әлемдегі ірі уран өнеркәсібі құрылды. Сорбциялық технологияны енгізумен тау-кен химиялық зауыттарының қуаты 2-3 есеге артты. Күрделі құрылыс қажеттілігі айтарлықтай төмендеді. Сорбция процесі уранның шығарылуын айтарлықтай арттыруға мүмкіндік берді және шикізаттың кедей көздерін қайта өңдеу үшін жаңа мүмкіндіктер ашты.

Ион алмастырғыш шайырлар-бұл функционалды топ қаңқасына жалғанған және қарама-қарсы зарядпен алмасу иондарының осы тобы қосылған ерімейтін үш өлшемді тор қаңқадан тұратын функционалды топпен торлы құрылымның жоғары молекулалық қосылыстары.



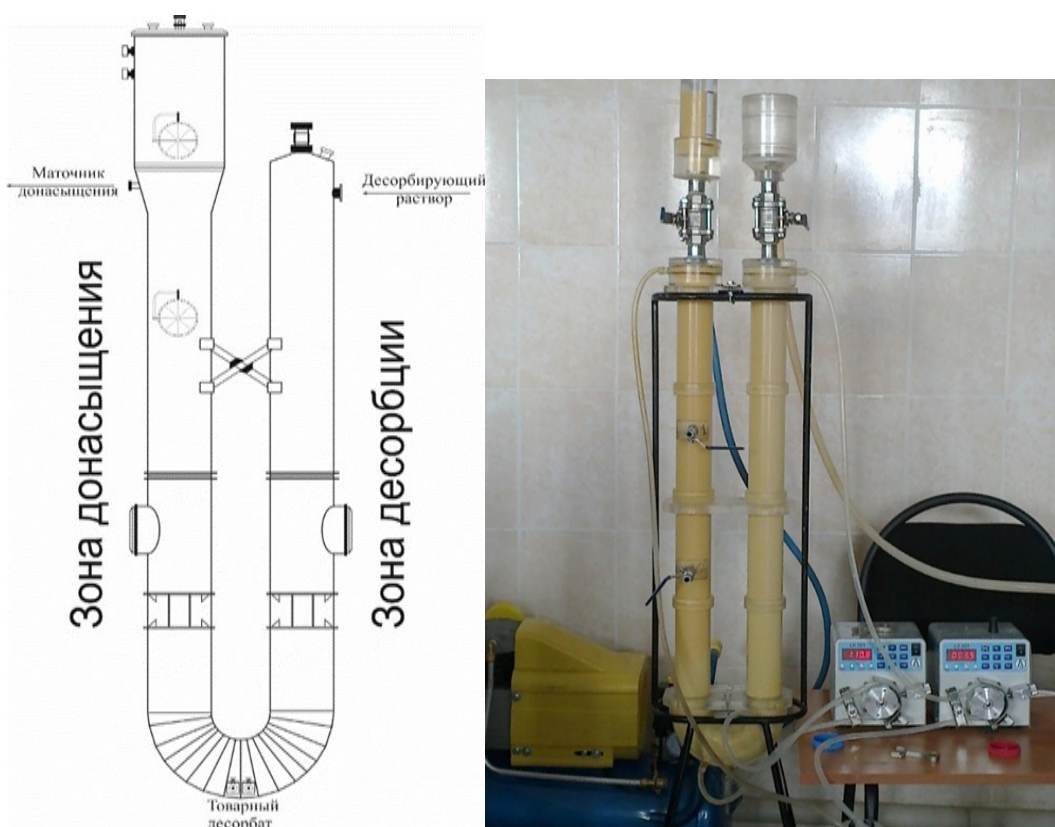
2 сурет- Ион алмастырғыш шайырлар

Иондық алмасу-бұл екі электролит арасындағы иондардың алмасуы. Ең көп таралған көзқарас-ионды алмасуға екі жақты алмасудың гетерогенді химиялық реакциясы ретінде қарау:



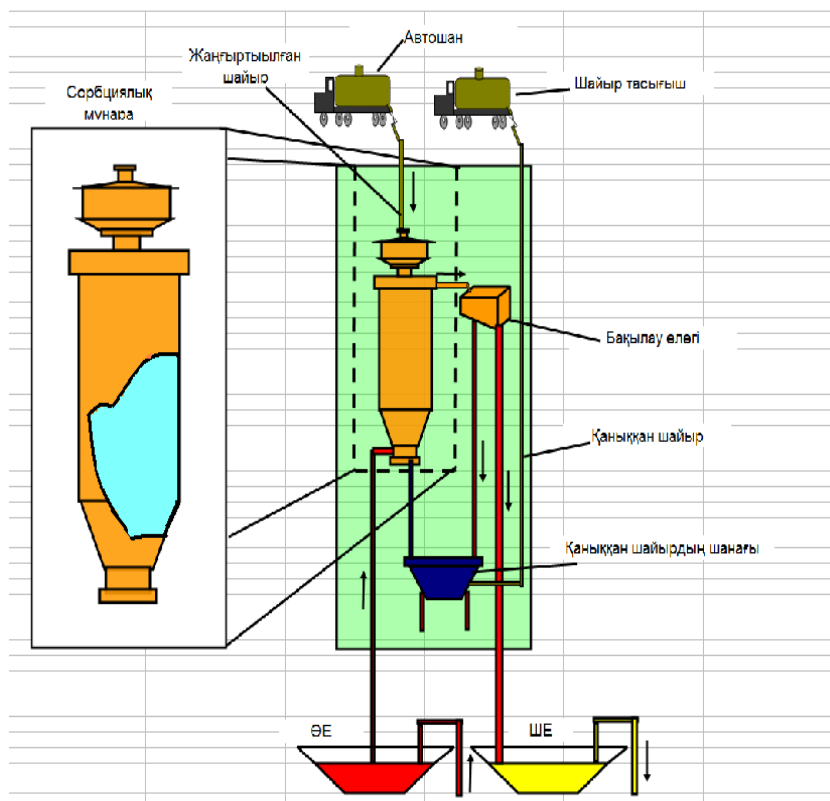
мұнда R және R1 — катионит пен анионит сәйкесінше матрицалар.

Иондық алмасу ерітіндіден сорбцияланған сол заряд белгісінің иондарының эквивалентті мөлшерінің ерітіндіге бөлінуімен сүйемелденеді.



3 сурет -Сорбциялық-десорбциялық колонна

Сорбциялық технологиялар сирек және радиоактивті металдардың гидрометаллургиясында пайдалы компоненттерді алу үшін, атап айтқанда, жер асты ұңғылап шаймалау кезінде алынатын құрамында уран бар ерітінділерді өңдеу үшін кеңінен қолданылады. Өндірістің едәуір көлемі, реагенттер мен сорбенттің жоғары құны, технологиялық кешеннің тұйықталған сипаты, экологиялық регламенттерді сақтау қажеттілігі сорбциялық процестерді автоматтандырудың тиімді жүйесін құру міндетін өте өзекті етеді. Құрамында уран бар өнімді ерітінділерді сорбциялық өңдеу үшін (ПР) СНК-3М — поз сорбциялық қысым бағаналары қолданылады.



4 сурет- Сорбция процесінде қолданылатын апарат схемасы

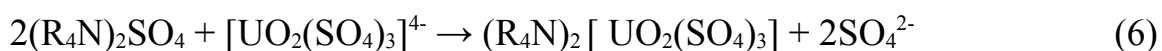
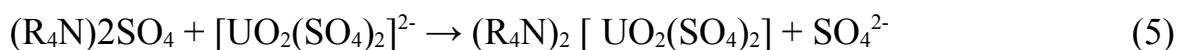
Сорбциялық арынды колоннаны автоматтандыру жүйесінің мнемосхема сы

Сорбент пен ерітінділер колоннада қарсы, сорбент жоғарыдан — төмен, ерітінді төменнен — жоғары қозғалады. Құм тұндырғышта жарықтандырылған ПР бағананың төменгі бөлігіне уранды сорбциялауға беріледі. Күкіртқышқылды ПР — нан уранды алу үшін Purolite A-500 сорбент-күшті негізді аниониті немесе оның аналогтары қолданылады. Күкіртқышқылды ерітінділерден алынған уранды сорбциялау кешенді қосылыстар түрінде жүзеге асырылады (төменде химиялық өзара әрекеттесудің теңдеуін қараңыз), алайда баяндауды оңайлату үшін болашақта өндірісте қалай қабылданғанын, "уранды" қайта өңдеу мен сорбциялау өрнегін білдіретін боламыз.

Ерітіндіні сорбент арқылы сүзу кезінде ерітіндідегі уран концентрациясы бастапқы мөлшерден оның шығару мәніне дейін жойылады. Ерітіндіні сүзу шамасына қарай сорбенттің қанығу фронты жоғары жылжытылады, яғни қаныққан қабат артады, қанықпаған — азаяды. Түсіру режимі бұзылған кезде қанықпаған қабат іс жүзінде жоқ, бұл сорбция (МС) аналықтарындағы уран құрамының тұрақсыз көрсеткіштеріне әкеледі — олардың шоғырлануы күрт өседі және кең шектерде ауытқуы мүмкін. Колоннаның сорбентпен ауыруы да көрсеткіштердің нашарлауына әкеледі, атап айтқанда, колонна биіктігі бойынша сорбенттің араласуы мүмкін, бұл МС-да уранның пайда болуына әкеледі.

ПР уранның сорбциясы стехиометриялық алмастыру болып табылатын ион алмасу тетігі бойынша жүзеге асырылады, яғни сіңірілген иондардың

әрбір эквивалентіне сорбент ерітіндіге сол белгінің эквивалентін береді, мысалы:



мұнда R және N - сорбенттің органикалық радикалдары.

Осылайша, реакция кезінде сульфат-иондарды сульфатты кешендердің уранилының эквивалентті мөлшеріне ауыстыру орын алады. Ерітінділерден алынған уранның сорбциясына уранмен бірге сорбирленетін ерітіндідегі аниондық қоспалар уран бойынша сорбенттің алмасу сыйымдылығын төмендететін елеулі әсер етеді. Сорбцияға ең үлкен депрессорлық әсер етеді – бисульфат-ион HSO_4^- , оның ПР концентрациясы 5,0 г / дм³ аспауы тиіс; - сульфат-ион SO_4^{2-} , оның ПР концентрациясы 50,0 г / дм³ аспауы тиіс; - Темірдің дисульфатты және трисульфатты кешендері $[Fe(SO_4)_2]_2^-$ және $[Fe(SO_4)_3]_3^-$; Fe – ге қайта есептегенде концентрациясы 5 г/дм³ аспауы тиіс; - кремний қосындылары. Сорбенттің уранмен қанығуына қарай баған қаныққан сорбентті түсіру және қайта өңделген сорбентті тиеу үшін тоқтатылады. Қаныққан сорбентті түсіру гидроэлеватормен одан әрі жуу колоннасына де сорбцияға жіберіледі.

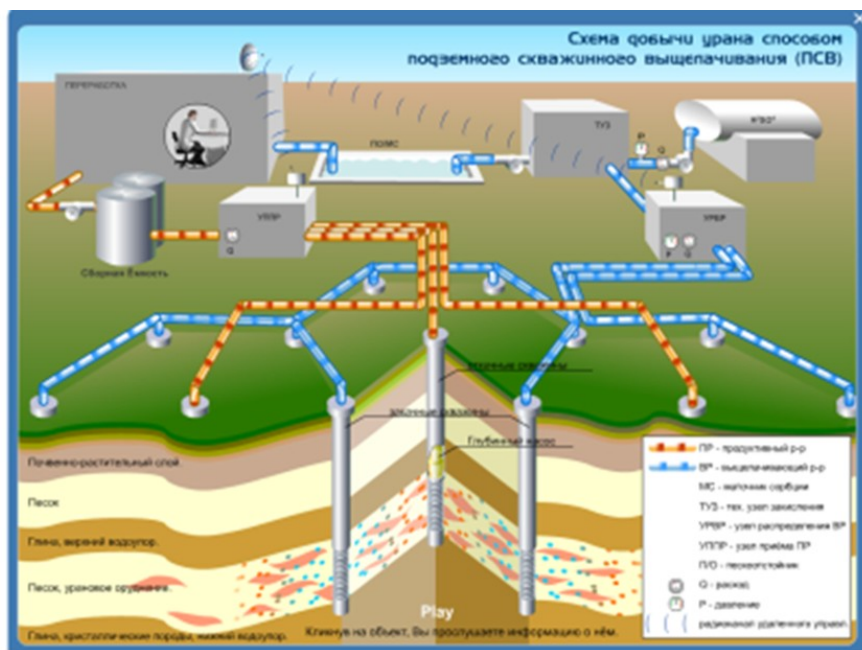
Кен

$\text{HF}, \text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$



U_3O_8

5 сурет-Сорбция мен экстракцияны үйлестіретін U_3O_8 уран алудың технологиялық схемасы



-Өнімді ерітінді, Шаймалау ерітіндісі ,МС-Сорбция аналығы ,ТУЗ-Тотығу торабы, УРВР- Тарату торабы, УРПР-Қабылдау торабы, П/О-Құм тұндырғыш, Q-ШЫҒЫН, Р-ҚЫСЫМ.

6 сурет -Аппараттар тізбегі 3D көрнісі



1. Ұсату, ұнтақтау, 2. Шаймалау проц, 3. Пульпадан химиялық қоспадан уранды селективті бөліп алу, 4, 7. Экстракция, 5. Десорбция, 6. Сумен шаю, 8. Тұндыру, кептіру, уран тотығын алу

7 сурет-Аппараттар тізбегі сұлбалық көрнісі

Уран кендерін барлау техникасы радиометриялық аэрофотототүсіруді, уран мен радонның болуына су мен топырақты талдауды, скважиналардың гамма-каротажын және жердің түрлі-түсті аэрофотүсірілімін қамтиды. Кен орындарын барлаудан оларды өндірудің жобалық қуатына шығаруға дейін орташа есеппен 8 жылға жуық уақыт өтеді. Өнеркәсіптік Кендегі уранның орташа құрамы~0,22% U_3O_8 құрайды. Мұндай аз концентрацияда 1 т уранды алу үшін алдын ала бос жыныстардан босатылған, яғни кенді байытқаннан кейін~1000 т кен массасын өндіру және өңдеу қажет.

Кеннен уранды алудың ең заманауи технологиясы (90-95% - ға дейін) гидрометаллургиялық болып табылады, ол кенді ұсақтау және ұнтақтау жолымен кенді ұнға айналдыруды (Ұнтақ тәрізді жағдайға) талап етеді. Уран оксидтерін ұсақ ұнтақталған кеннен шығару судың көп мөлшері мен химиялық реагенттердің шығынына байланысты. Кеннің химиялық және минералогиялық құрамына байланысты сілтілеу үшін қышқылдық немесе сілтілік реагенттер-күкірт, азот, фторсутекті қышқылдар немесе сілтілік элементтердің карбонаттары қолданылады. Қышқыл ерітіндісін пайдаланған жағдайда селективті экстракция немесе ион алмасу әдістері қолайлы болып табылады.

Уранды экстракциялау керосинде трибутилфосфат ерітіндісінде жүргізіледі. Жұқа тазалау бор, кадмий және сирек жер элементтері сияқты нейтрондарды басып алудың үлкен қимасы бар элементтердің құрамын миллиондаған пайызға дейін азайтуға мүмкіндік береді. Бұл ретте басқа элементтердің мазмұны да азаяды. Жұқа тазалау нәтижесінде уран оксидтерінің бірі – UO_2 , UO_3 немесе U_3O_8 алады. Бұл ядролық отын емес, уран отыны. Уран оксидтері байытылған уран өндірісінде пайдаланылатын UF_6 газ тәрізді гексафторидіне айналады.

1 т уран кенінің және 1 кг U_3O_8 құнының құрамдастары берілген. Барлау, кен орнын ауыстыру және бос жынысты пайдалану шығындары 70-75% құрайды.

4 Өндіріс технологиясы

4.1 Жер асты шаймалау үрдісі.

Жер асты шаймалау (ағылш. in-situ recovery; ең жиі ұңғымалық жерасты шаймалау) — пайдалы қазбаларды (металдар мен олардың тұздарын) оларды ұңғымалар арқылы кенге айдалатын әртүрлі еріткіштермен жыныстан жуу әдісімен өндірудің физикалық-химиялық процесі.

Процесс Ұңғымаларды бұрғылаудан басталады, сондай-ақ ерітіндінің шоғырға енуін жеңілдету үшін жарылғыш заттар немесе қабаттың гидравликалық жарылу әдісі қолданылуы мүмкін. Осыдан кейін ұңғымаға айдау ұңғымаларының тобы арқылы еріткіш (сілтісіздендіру агенті) айдалады, онда ол кенмен жалғанады. Ерітілген кеннен тұратын қоспа, содан кейін сору ұңғымалары арқылы экстракцияға ұшырайтын жер бетіне айдалады.

Жер асты сілтілеу ашық және жер асты әдістерінің баламасы болып табылады. Олармен салыстырғанда, жерасты шаймалау кен жыныстарымен олардың орналасқан жері бойынша қазудың үлкен көлемін немесе жұмысшылардың тікелей байланысын талап етпейді. Кедей кен орындарында, сондай-ақ терең жатқан кендерде де тиімді.

Уранды шаймалау үшін күкірт қышқылы және карбонатты ерітінділер пайдаланылады, қосымша реагенттер ретінде тотықтырғыштар пайдаланылады: азот қышқылы, пиролюзит, ауа оттегісі және басқалар.

U Кенін ашу әдісін таңдау кеннің минералогиялық құрамымен анықталады, бұл ретте уран минералдары да, сыйысымды жыныстардың минералдары да ескерілуі тиіс.

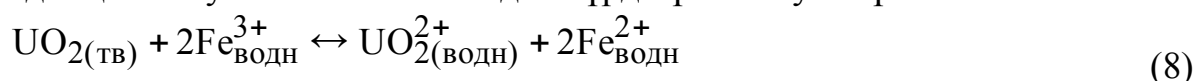
Реагенттер: аммонидің карбонатты - $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, аммонидің бикарбонат - NH_4HCO_3 , натридің карбонат - Na_2CO_3 , натридің бикарбонат - Na_2HCO_3 .

4.2 Уран кендерін қышқылмен еріту

Сілтілеу үшін жиі күкірт қышқылы қолданылады, өйткені ол ең көп таралған, ең арзан.



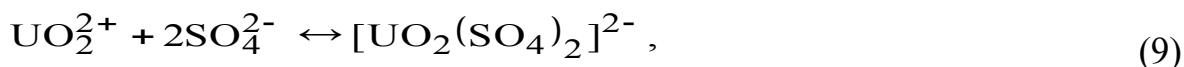
Тотығу жылдамдығы пиролюзиттен уранға оттегінің тасымалдаушысы болып табылатын темір иондарының қатысуымен күрт жоғарылайды. Уран диоксидінің тотығу механизмі мынадай түрде ұсынылуы мүмкін:



Темір ионы ураннан тотықтырғышқа дейінгі электрондардың тараушысы болып табылады. Басқа тотықтырғыштарды қолдану арқылы тотығу реакциясы кезінде де темір осындай рөл атқарады.

Алынған күкірт қышқылды ерітінділерде Уран әртүрлі қалыптарда болады: уранил катиондары, уранил сульфатының аяқталмаған молекулалары,

сульфатты анионды кешендер, олардың арасындағы арақатынасы иондардың сульфаты мен уранил концентрациясына байланысты түзілу константаларына сәйкес:



4.3 Уран кендерінің сапасына қойылатын өнеркәсіптің талаптары

Радиоактивті металдар кендерінің сапасы оларда уран мен ториймен, олардың құрылымдық-текстуралық ерекшеліктерімен, минералдық және химиялық құрамымен анықталады. Біздің елде уран кендерінің сапасы уранның құрамында, ал шетелде П. В. Прибытков ұсынған жіктеме бойынша уран тотығының құрамында (U3O8) бағаланады:

- құрамында 1-ден астам уран бар өте бай %;
- құрамы 0,5-тен 1-ге дейін бай %;
- орташа құрамы 0,25-тен 0,5-ке дейін %;
- құрамында 0,1-ден 0,25-ке дейін %;
- құрамында 0,1% төмен кедей.

Әлемдік практикада уранның құрамында кемінде 0,05% - дан кем емес кендерде және кендердің едәуір қорларында уран кендерінің болуы кезінде меншікті уран кен орындарын өңдеу экономикалық орынды деп саналады. Құрамында уран бар кешенді кен орындарында уранның шекті құрамы 0,01-0,03% - ға дейін төмендейді. Кешенді уран кендерінің жіктелуі 3 кестеде келтірілген.

4- Кесте Кешенді уран кендерін жіктеу (П. В. Прибытков бойынша)

Уранның және басқа да компоненттердің болуы	Кен түрлері	Құрамында уран бар минералдар
Уран минералдарында	Уран-ванадий Уран-сирек кездесетін-титан	Карнотит, туюмунит. браннерит

4 -Кестенің жалғасы

Уранның және басқа да компоненттердің болуы	Кен түрлері	Құрамында уран бар минералдар
Құрамында уран бар минералдарда	Уран-сирек кездесетін-торийлі	Монацит

	титан-ниобийлі	Торит, ураноторит Циртолит малакон Да видит
Түрлі минералдарда	Алтын-уран	Панинит, настуран, а лтын
	Уран-темір	
	Уран-мыс	Настуран, гематит, ма гнетит
	Уран-молибденді	Настуран, уран сиялары, халькопирит, борнит, ха лькозин
	Уран-полиметалл	Настуран, уран сиялары, молибденит, иордизит
	Уран-висмут	Настуран, уран сиялары, галенит, сфалерит
	Уран-мыс-кобальт	Настуран, уран сиялары, висмутин
	Уран-никель-кобальт- күміс-висмут	Настуран, уранинит, ха лькопирит, борнит, ха лькозин, кобальт-
	Уран-никель-кобальт	Настуран, уран сиялары, никельдің диарсенидтері мен сульфоарсенидтері, кобальт, күміс, висмутин, асыл тұқымды висмут және күміс
		Настуран, миллерит

Құрамында 0,01-0,02% уран бар кедей кендер ілеспе құрамдастарсыз тек қана қолайлы тау-кен-геологиялық жағдайларда (мысалы, ұңғымалардан жерасты шаймалау тәсілімен) өңделеді

4.4 Уран өндірісіндегі тазалау операциялары

Уран өңдеудегі аффинаж

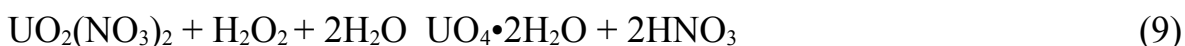
Уран кен зауыттарының соңғы өнімдері құрамында 60-95 % уран бар химиялық концентраттар болып табылады. Кен құрамына және оларды U_3O_8 қайта есептегенде қайта өңдеу тәсіліне байланысты. Қоспалардың саны 20 % дейін жетеді.

Қоспалардың негізгі массасын Fe, Si, P, V, Al, Mn, S, Ca, Mg және т. б. сияқты элементтер құрайды. В, РЗЭ сияқты басқа элементтердің мазмұны ондық пайыздан жүздікке дейін құрайды. Мұндай өнімдерді реакторлық отын ретінде қолдануға жол берілмейді. Ядролық тазалыққа жету үшін уранды қоспалардан неғұрлым жұқа тазарту қажет.

Урандағы қоспалардың рұқсат етілген құрамы олардың жылу нейтрондарын қармаудың тиімді көлденең қимасының шамасына қарай анықталады. Осы шамада нейтрондарды қоспалармен сіңіру есебінен реактордың нейтрондық ағынының қаншалықты азаюын анықтауға болады.

Пероксидті тазалау әдісі

Пероксидті әдіс реакция бойынша түзілетін $UO_4 \cdot 2H_2O$ уран пероксидінің нашар ерігіштігіне негізделген:



Технологиялық ерітінділерде тек уран ерімейтін пероксидтер түзеді, ерітіндідегі барлық қоспалар ерітіндіде қалады. $pH = 1,5-2,0$ кезінде уран пероксидтерінің шөгуінің оңтайлы шарттары, сондықтан реакция нәтижесінде бөлінетін азот қышқылын бейтараптандыру қажет. Уранның пероксидінің жақсы сүзілетін тұнбаларын тұндыру процесін $20 - 35 \text{ }^\circ\text{C}$ температурада қарқынды араластыру арқылы жүргізеді.

Карбонатты тазалау әдісі

Уранил-ион түріндегі уранды аффинаждың карбонатты тәсілінде карбонатпен немесе бикарбонатпен өзара әрекеттескен кезде аммоний тұрақты карбонатты кешен құрады, ол ерітіндіде қалады:



Бұл ретте қоспалар шөгіндіге түседі.

Уранил оксалаты-қиын еритін қосылыс және уранның оксалаттық аффинажында ион уранил оксалаты тригидраты түрінде щавель қышқылымен азот қышқылды ерітінділерден тұндырады, бұл ретте қоспалардың көпшілігі ерітіндіде қалады:



Реакция нәтижесінде уранилдің ірі кристалды және жеңіл сүзілетін оксалаты түзіледі. Тұнбаны ерітіндіден бөліп алады, кептіреді және 700-900 °С температурада U_3O_8 уран тотығы – тотығына дейін қыздырады.

Экстракциялық тазалау әдісі

Қазіргі уақытта экстрагент ретінде трибутилфосфатты (ТБФ) қолдана отырып, химиялық концентраттарды экстракциялық тазарту кеңінен таралған. Шөгінді әдістер екінші рөл атқарады. Экстракциялық тазалау процесінің негізгі заңдылықтары кенді шаймалаудан кейінгі ерітінділерді өңдеу кезіндегі сияқты.

4.5 Материалдық баланс есептеу

Сорбцияның материалдық балансы

Жобаланған фабрика өнімділігі жылына 500 тонна уран тотығын алу. Тәжірбиелік есептеулер бойынша ерітіндінің құрамында 60 мг/л. Уранды ерітіндіден бөліп алу сорбция үрдісінде 99,1 %, десорбция үрдісінде 99,2 %, экстракция үрдісінде 99,1%, реэкстракция үрдісінде 99,8%, шөгу үрдісінде 98%, кептіру үрдісінде 98,6%.

U_3O_8 сағаттық өнімділігін есептейміз:

$$W = 500\,000 / 0,991 * 0,992 * 0,971 * 0,998 * 0,98 * 0,986 * 24 * 330 = 68,58 \text{ кг}$$

Өнімді ерітіндінің мөлшері:

$$68580 / 60 = 1143 \text{ м}^3/\text{сағ}$$

Сорбция үрдісінде берілетін ерітіндінің мөлшері:

Амп-п сорбент ретінде үлестік шығыны 20 г/кг құрайды. АМП-П сипаттамалары: Гост95.291-75,79;

- поралардың жалпы көлемі 0,78 м³/сағ;

- меншікті беті 35 м³/сағ;

- ісіну коэффициенті 2,7 бірлік

Сорбцияға О:В=1:5 қатынасты қолданамыз.

Амп-п типті шайырдың мөлшері:

$$1143 / 5 = 228,6 \text{ м}^3$$

Бастапқы деректерге бойынша сорбция коэффициенті 99,1% . Шайыр бетіндегі уран саны шығады:

$$68,58 * 0,991 = 67,96 \text{ кг}$$

Ерітіндіге қалғаны:

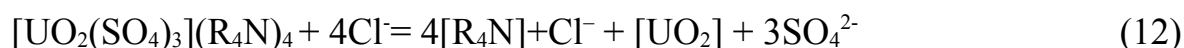
$$68,58 - 67,96 = 0,62 \text{ кг амп-п -ның тығыздығы } 1,1 \text{ г/см}^3:$$

$$228,6 * 1,1 = 251,46 \text{ кг шайыр сорбцияға берілетін ерітіндінің тығыздығы } 1,02 \text{ г/см}^3:$$

$1143 \cdot 1,02 = 1165,86$ кг сорбция үрдісінің материалдық балансын құрамыз.

Десорбцияның материалдық балансы

Уран десорбциясы басқа 4 ретімен қосылған ванналарда жүргізіледі. Қондырғының үздіксіз-қарсы әрекет ету әсері ванналарды сорбциядан де сорбцияға 14-сағаттық цикл ішінде жүйелі ауыстырып қосу есебінен қол же ткізіледі. Пайдаланатын ерітіндіге байланысты мына реакция теңдеуі сай келе ді:



Десорбция үрдісіне 20% H_2SO_4 (күкірт қышқылын) ерітіндісін пайдала намыз. Десорбцияға арналған уранның сорбциядағы құрамы 15 г/л U_3O_8 деп а ламыз.

Жалпы уран саны 67,96 кг, онда десорбция үрдісінде ердінің санын а нықтаймыз: $67,96/15 = 4,530$ м³

Десорбциядағы тығыздық 1,035 кг/м³: $67,96 \cdot 1,035 = 7033,86$ кг

Десорбция коэффициенті 99,2%, онда уран мөлшерін есептейміз: $67,96 \cdot 0,992 = 67,41$ кг

Қалған уран: $67,96 - 67,41 = 0,55$ кг

Десорбцияның материалдық балансын құрамыз.

Регенерат құрамында 15 г/л U_3O_8 бар, тұндығыш каскадка дәл осы мөлшерде ерітіндіні жіберуге болмайды, себебі уран аз, осыған себептен U_3O_8 20 г/л, демек шөгуге баратын ерітінді мөлшері 2 есе азаяды:

$6801,72/2 = 3400,86$ кг.

Экстракцияның материалдық балансы

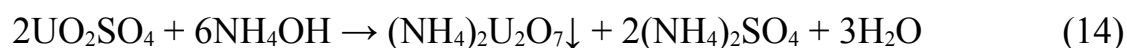
Түзілген тұнба еріген сон экстракцияға ұшырайды. Тәжірбиелік деректер бойынша фазалар қатанасы 1:5-ке тең. Қажет экстракцияның санын есепте йміз: $156,27/5 = 31,254$

Экстракцияның материалдық балансын анықтамыз. Экстракция коэффице нті 97,1% онда: $91,02 \cdot 0,991 = 90,20$ кг

Рафинатқа өтетіні: $91,02 - 90,20 = 0,82$ кг.

Тұндырудың материалдық балансы

Тұндыруды (NH_4OH) қосу арқылы жүзеге асырамыз:



Реакция теңдеуінен (NH_4OH) шығыны: 22,5 кг

4.6 Жабдықты таңдау және есептеу

Сорбция (СНК) бағанасының диаметрі 3 метр, биіктігі 13 метр. Осы деректерге сүйене келе колоннаның көлемін анықтаймыз:

$$V = \pi D^2 / 4 \times H = 3.14 \times 3^2 / 4 \times 9.61 = 67.83 \text{ м}^3$$

Сорбция колоннасының көлденең қимасының ауданын анықтау керек ;

$$S = \pi D^2 / 4 = 3.14 \times 3^2 / 4 = 7.07 \text{ м}^2$$

Ерітіндіні колоннаға беру жылдамдығын анықтаймыз;

$$W_c = 1344.8 / 3600 = 0.373 \text{ м/с}$$

$$W = 0.373 / 7.07 = 0.05 \text{ м/с}$$

Сорбенттің жұмыс қабатының биіктігі;

$$H = 2.6 \sqrt[4]{D} = 2.6 \sqrt[4]{3} = 3.3 \text{ м}$$

Сорбент қабатының қорғаныш әрекетінің коэффициентін есептейміз;

$$K = C_p / W \times C_{pr} = 0.047 / 0.00008 \times 2.06 = 470 \text{ с/см.}$$

Тәжірибие жүзінде менің алынған мәліметтеріме қарағанда тәжірибеде жылдамдығы жоғары болғандықтан, тәжірибелік жылдамдығы 0,0098 м/с немесе 37 м/сағ. Жылдамдықты азайту үшін 5 сорбциялық қойылу керек .

Десорбция жабдықтарын таңдау және есептеу.

Десорбция колоннасының есептік диаметрі, десорбция ерітіндісінің кіре беріс қозғалыс жылдамдығы бойынша анықталады:

$$D_p = 2 \sqrt{s/n} = 2 \sqrt{4/3.14} = 2.2 \text{ м}^2$$

Колоннаның көлденең қимасының ауданы 4 м-ге тең.

СДК-2000 колоннасының $D=2\text{ м}^2$, ол есепті диаметрге жақын болып табылады, СК – 2000, СДК-1500 тағы бір стандартты колонна бар, оның $D=1,5\text{ м}^2$.

Колоннаның биіктігі төмендегідей формуламен анықталады;

$$H = V_{kol} \times K / S_p = 20 \times 1 / 4 = 5 \text{ м}^2$$

Стандартты СДК – 500/2000 колоннаның биіктігі 7 м.3 десорбция колонасының орнатамыз. Десорбция кезеңі шамамен 9-10 сағат ағады.

Экстракция жабдығын таңдау және есептеу

Араластырғыш-тұндырғыш жәшіктер экстракторы

Араластырғыштардағы фазалар көлемінің арақатынасы бастапқы арақатынасына (қоректендіруде) қарамастан, Араластырғыштарды тұндырғыштармен қосатын арнайы терезелер немесе құбырлар арқылы фазалардың бірінің ішінара рециркуляциясы арқылы реттелуі мүмкін. Рециркуляция арқылы экстрактордың шеткі сатыларынан тозуды айтарлықтай азайтуға болады; кейбір жағдайларда ол фазалардың ыдырауын жылдамдатады, сондай-ақ фазала

рдың көлемдік шығыстарының үлкен қатынасында қосалқы операцияларды (мысалы, шаю) жүргізуді жеңілдетеді.

Жоғарыда айтылғандардың негізінде, біз таңдаймыз араластыру-отстойный экстрактор бастаймыз, оның толық параметрлерін анықтау араластыру камералары.

Араластыру камерасының өлшемдері фазалардың жиынтық шығынына қарай

анықталады:

176,26 м³ / тәулік

7,4 м³/сағ

Орнату уақыты болу реагенттерді араластыру камерасындағы $n = 10$ мин (0.17 сағ). Араластыру камерасының көлемін тапты:

$7,4 \cdot 0,17 = 1,25 \text{ м}^3$.

Тізбекте 3 экстрактор қойылады, содан кейін араластырғыш камераның көлемі 0.41 м³. Араластыру камерасының пішінін текше түрінде таңдаймыз (ол үшін қанағаттанарлық араластыру ең аз энергия шығынымен жетеді), ал араластыру камерасының биіктігі (сондай-ақ ұзындығы мен ені).

Реэкстракция жабдықтарын таңдау және есептеу

Уранның реэкстракциясы-уранды органикалық фазадан алу процесі. Реэкстракция аммонийуранилтрикарбонатының (АУТК) түзілуімен бикарбонат ерітіндісімен жүргізіледі.

Уранның қатты фазалы реэкстракциясы процесінде кристалдану карбонатты-тұзды ерітіндідегі АУТК кристалдарының ерігіштік шамасымен анықталады.

Қатты фазалы реэкстракция шарттары кешеннің ерігіштік шамасы 3-5 г/л ураннан жоғары болмайтындай және кристалдардың пайда болуы уақыт бойынша жүргізілуі тиіс, өйткені кристалдардың баяу өсуі 10 мкм кем емес мөлшерді қамтамасыз етеді. АУТК кристалдарының бөлінуі 1 сағаттан кем емес реэкстракция уақыты кезінде жеткілікті түрде толық өтеді.

$$\omega = \frac{q_1 - q_2}{q} \cdot 100$$

q_1 = ылғалды өнім

q_2 = таза АУТК

200 = 1000 – x

X = 800 кг



ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындылай келе бұл дипломдық жобада «Инкай» кен орнының өнімді ерітінділерден уранды бөліп алу технологиясыу қарастырдық. Жобада уран құрамды кенді өңдеуге арналған технологиялық схемалар,кестелер келтірілген.Дипломдық жобаны жазу барысында процесте қолданылатын жабдықтар мен материалдық баланс есептелінді. Жылына өнімді ерітіндіден 500

тонна уран тотығын алдық. Дайын өнім алу жолында ең алдымен сорбция процесін содан кейін десорбция процесін жүзеге асырып болып тазалау операциялары, яғни экстракция және реэкстракция үрдісі жүргізіледі. Жобада әр процеске технологиялық аппаратуралық схемалары бар. Қызметкерлер үшін арнайы жағдай жасалынған. Бұл технологияны іске асыру үшін экономикалық, құрылыс шешімдері мен шығындар бөлімі алдын-ала орындалған.

Цехты қамтамасыз ету үшін жеңіл және ауыр көліктер, көлік жолдары, насосы станциялар цехтың қажеттіліктерін орындауға дайын.

Бұл жобаны орындау тиімді болады. Жобаны іске асыру үшін есептегіміздей 300 млн тг қажет. Өзіндік шығынын ақтау үшін кем дегенде бір жылдай уақыт керек.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Шевченко В. Б., Судариков. Технология урана. – М.: Атомиздат, 1961.
2. Комплексные соединения урана Под ред И.И.Черняева – М.: Наука, 1964.
3. Громов Б. В., Введение в химическую технологию урана.- М.: Атомиздат, 1978.
4. Геотехнология урана на месторождениях Казакстана/ В.Г.Язиков, В.Л.Забазнов, Н.Н.Петров, Е.И.Рогов, А.Е.Рогов-Алматы, 2001.
5. Интыкбаев А.М., Алыбаев Ж.А. Основы подземного выщелачивания урана и примеры решение задач: Учеб.пособие для вузов-Алматы: КАЗНТУ, 2011.
6. Жерасты шаймалау әдістерімен уран өндіру. / В. А. Мамилов ред. – М.: Атомиздат, 1980.
7. Исследования в области химии уран Под ред В.И.Спицина –М Изд-во МГУ , 1961
8. Комплексные соединения урана Под.ред. И. И. Черняева . – М.: «Наука», 1969.
9. Исследование технологии извлечения урана и других ценных компонентов из урансодержащих сланцев Доклад на Международном симпозиуме в Сан-Пауло Бразилия 1970 А.П.Зефирова Г.Ф.Иванов В.Д. Носов
10. Харрингтон Ч.Рюэле А Технология производства урана Перевод с англ Под ред А.С.Займовского и Г.Л Зверева –М Атомиздат , 1961
11. Извлечение урана из природных вод Доклад на Международной конференции МАГАТЭ по ядерной энергетике и ее топливному циклу Автор Б.Н.Ласкорин С.С.Метальников Г.И.Смолина
12. Нормы радиационной безопасности –М , Атомиздат 1978
13. Бугенов Е.С. Василевский О.В. Табиғи уранның химиялық концентрацияларын алудың физика – химиялық негіздері және технологиясы. – Алматы.: 2007
14. В. В. Громов. Уранның химиялық технологиясына кіріспе . – М.: Атомиздат, 1978.