

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы»  
кафедрасы

Мысырханов Сабыржан Оразбайұлы

Өнімді ерітіділерден уранның сорбциялау әдісін зерттеу

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6B07203 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» білім беру бағдарламасы

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ  
МПЖЖАМТ кафедрасының меңгерушісі  
қауымд. проф., PhD., техн.ғыл. канд.  
Чепуштанова Т.А.  
«10» 06 2024 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Өнімді ерітіділерден уранның сорбциялау әдісін зерттеу

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

Орындаған

Мысырханов С. О.

Рецензент  
МЖКБ институтының  
Гидрометаллургиялық арнайы  
әдістері зертханасының меңгерушісі,  
техника ғылымдарының кандидаты

Койжанова А.К.  
«06» 2024 ж.

Ғылыми жетекшісі  
МПЖЖАМТ кафедрасының  
профессоры, PhD

Мамырбаева К.К.  
«06» 2024 ж.



Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы»  
кафедрасы

6B07203 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» білім беру бағдарламасы



**БЕКІТЕМІН:**

МПЖжАМТ кафедрасының  
менгерушісі қауымд.проф.,

PhD тех.ғыл.канд,  
Чепуштанова Т.А.

«04» 12 2023 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Мысырханов Сабыржан Оразбайұлы

Тақырыбы: Өнімді ерітінділерден уранның сорбциялау әдісін зерттеу

Университет Ректорының «04» желтоқсан 2023 ж. №548-П бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: 10.06.2024 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: ұранды сорбциялау

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) жер асты шаймалау өнімді ерітінділерін дайындау;

б) өнімді ерітінділерден ұранды сорбциялау әдісі;

в) Хорасан ЖІШС-нің өнімді ерітінділерден ұранды сорциялау үрдісі;

г) өмір тіршілік кәсіпсіздігі және еңбек қорғау сұрақтары;

д) жұмыстың экономикалық тиімділігін есептеу.

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсете отырып):

Жұмыс презентациясы слайдтарда 17 слайд көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 14 атаудан тұрады.



Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Кіріспе	21.01.2024	
Аналитикалық бөлім	28.02.2024	
Тәжірибелік бөлім	24.04.2024	
Экономикалық бөлім	18.05.2024	
Еңбекті қорғау	26.05.2024	
Қорытынды	28.05.2024	
Норма бақылау	05.06.2024	

Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын (жобасын) көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған

қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономика бөлімі	К.К. Мамырбаева Т.Ғ.К	20.05.2024	Мамырбаева
Еңбекті қорғау	К.К. Мамырбаева. Т.Ғ.К	25.05.2024	Мамырбаева
Норма бақылау	С.С. Қоныратбекова Т.Ғ.К	11.06.2024	Қоныратбекова

Ғылыми жетекші Мамырбаева Мамырбаева К.К.

Студент тапсырманы орындауға алды Мысырханов Мысырханов С.О.

Күні «1» ақпан 2024 ж.

## **АНДАТПА**

Дипломдық жұмыс 30 беттен, 4 - суреттен, 4 - кестеден, 15 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Қазіргі ұсынылып отырған дипломдық жұмыс өнімді ерітінділерден уранның сорбциялау әдісін зерттеуге арналған.

Дипломдық жұмыс 4 бөлімнен тұрады.

Бірінші бөлімде уран және уранның минералдары, қасиеттері, уранды қолдану салалары, кен қорлары, уран өнімді ерітіндіден уранды сорбциямен бөліп алу процестері туралы мәліметтер көрсетілді. Сонымен қатар жер асты шаймалау және сорбциялау әдісімен уран өндіру технологиясының сұлбасы көрсетілген.

Екінші бөлімде Хорасан кен орыны туралы, Хорасан ЖШС-нің өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десорбатын алу кезіндегі сорбция үрдіс, сорбция кезінде жүргізілетін есептеулер, десорбциялау үрдісі көрсетілген.

Үшінші және төртінші бөлімдерде уран өндірісіндегі тіршілік қауіпсіздігі мен еңбекті қорғау туралы мәліметтер және экономикалық есептеулер келтірілген.

## **ANNOTATION**

The thesis consists of 30 pages, 4 drawings, 3 tables, 15 lists of used literature.

The currently proposed thesis is intended to study the method of sorption of uranium from product solvents.

The thesis consists of 4 sections.

The first section reflects information on uranium and uranium minerals, properties, uranium application area, ore reserves, processes of sorption extraction of uranium from uranium-producing solution. A diagram of uranium mining technology by underground leaching and sorption is also presented.

The second section presents calculations about the Khorasan deposit, about sorption processes, about desorption processes and calculations made by Khorasan LLP when producing commercial uranium desorbate from productive solutions.

The third and fourth sections provide information on life and occupational safety in the uranium industry and economic calculations.

## **АННОТАЦИЯ**

Дипломная работа состоит из 30 страниц, 4 рисунков, 3 таблиц, 15 списков использованной литературы.

Предлагаемая в настоящее время дипломная работа предназначена для изучения метода сорбции урана из растворителей продукта.

Дипломная работа состоит из 4 разделов.

В первом разделе отражены сведения о минералах урана и урана, свойствах, области применения урана, запасах руды, процессах сорбционного извлечения урана из уранопродуктивного раствора. Также представлена схема технологии добычи урана методом подземного выщелачивания и сорбции.

Во втором разделе представлены расчеты о месторождении Хорасан, о процессах сорбции, о процессах десорбции и расчеты, производимые ТОО «Хорасан» при получении товарного десорбата урана из продуктивных растворов.

В третьем и четвертом разделах приведены сведения о безопасности жизнедеятельности и охране труда в урановой промышленности и экономические расчеты.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Әдебиеттік шолу	9
1.1 Уран туралы мәлімет және уранның минералдары	9
1.2 Уранның құрылымы мен қасиеттері	10
1.3 Уранның радиоактивті қасиеттері	11
1.4 Қазақстанда және әлемде уранды қолдану салалары	12
1.5 Әлемдегі және Қазақстандағы уран қоры	12
1.6 Уранды жерасты шаймалау	14
1.7 Жер асты шаймалау өнімді ерітінділерін дайындау	15
1.8 Уранның сорбциясы	15
1.8.1 Өнімді ерітінділерден уранды сорбциялау әдісі	16
1.9 Шайырдың қанығуы және десорбциясы	18
1.9.1 Десорбцияланған шайырдың денитрациясы	20
2 Эксперименттік бөлім	21
2.1 Бастапқы материалдар мен қондырғылар	21
2.2 Хорасан кен орны	22
2.3 Хорасан ЖШС – нің өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десорбатын алу кезіндегі жүргізілетін есептеу	24
2.4 Сорбциялау үрдісі	25
2.4.1 Сорбцияның материалдық балансын есептеу	25
2.5 Десорбция үрдісі	26
3 Экономикалық бөлім	28
3.1 Уранды сорбциямен бөліп алудың экономикалық есептеулері	28
4 Қауіпсіздігі мен еңбекті қорғау бөлімі	29
4.1 Уран өндірісінен туындайтын зардаптар мен зақымдардың сипаттамасы	29
4.2 Қызметкерлерді зиянды зақымдардан қорғау	31
4.3 Жер асты және жер бетін қорғау	32
Қорытынды	33
Пайданылған әдебиеттер тізімі	34

## КІРІСПЕ

Уран (U) - атомдық нөмірі 92 және атомдық массасы 238,03 г/моль болатын химиялық элемент. Ол актинидтерге, элементтердің периодтық жүйесіндегі лантандардан кейінгі элементтер қатарына жатады. Уран-атом энергетикасында, ядролық қару өндірісінде және басқа да өнеркәсіптік қосымшаларда кеңінен қолданылатын сирек және құнды металл.

Қазақстан табиғи уранның барланған қоры бойынша 2021 жыл санау бойынша әлемде екінші орында. Барланған әлемдік қорлардың шамамен 14 % Қазақстан Республикасының жер қойнауында шоғырланған. Елдің жалпы барланған қоры 700 мың тоннадан астам уран бағаланады.

2009 жылы Қазақстан уран өндіру бойынша әлемде бірінші орынға шықты және әлемдік нарықта көшбасшылық позициясын сақтап отыр. Қазақстан әлемдік уран өндірудің шамамен 40 % -ын өндіреді. 2021 жылы уран өндіру көлемі 21,8 мың тоннаны, 2022 жылдың қорытындысы бойынша - 21,3 мың тоннаны құрады.

Қазақстанда уран өндіру уранды өндірудің ең экологиялық қауіпсіз және ең аз шығынды әдісі болып табылатын жерасты ұңғымалық шаймалау әдісімен ғана жүргізіледі.

Қазіргі уақытта Қазақстанда өндірілген барлық уран әлемдік нарыққа, бірінші кезекте Қытайға, Францияға, Ресейге, Канадаға және т.б. экспортталады.

Қазіргі таңда Қазақстанда уран өнеркәсібі ілгері дамыу үстінде, Қазақстандағы Түркістан, Қызылорда облысы және тағы басқа өңірлерімізде уран байытылуда. Елімізде шамамен 34 кен орын уранды өндіруде. Бұл жобада Хорасан кен орны қарастырылады

Уран-ауыр радиоактивті металл, ол атом энергетикасы, ядролық қару өндірісі, медицина және ғылыми зерттеулер сияқты әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады. Алайда, уран сонымен қатар қауіпті радиоактивті ластаушы болып табылады, сондықтан оны сулы ерітінділер мен топырақтан тиімді ұстап, алып тастау маңызды міндет болып табылады.

Жұмыстың өзектілігі: уранды жер асты шаймалау технологиясын жүзеге асыру кезінде кен құрамының көп компонентті болуына орай құрамы өте күрделі полиметаллды өнімді ертінділер алынады. Уран құрамды өңдеудің ең тиімді процесі болып сорбция және десорбция болып табылады. Сорбция кезінде негізгі тиімді әсер ететін факторларды анықтау және сорбция процесінің режимін нақтылау өте маңызды мәселе болып табылады, себебі сорбция нәтижесінде бөліп алынатын уран құрамды өнімді ертінді сонында уран үшоксидінің тазалығына тікелей өз әсерін тигізеді. Сондықтан уран құрамды өнімді ертінділерді өңдеу үшін сорбция процесін дұрыс жүргізу және оның негізгі параметрлерін анықтау маңызды мәселеле болып табылады.

Зерттеудің мақсаты: Хорасан кен орындағы жер асты шаймалаудағы алынған өнімді ертіндіден уранды сорбциямен бөліп алуды зерттеу.

Осы мақсаты шешу үшін келесі міндеттер қойылды:

– уран, уран қасиеттері олардың кен орындары, кен қорлары, қолдануларына әдеби шолу жүргізу;

– өнімді ертіндіден уранды сорбциямен бөліп алу процесі, сорбция процесінің материалдық балансын есептеу;

– зерттеудің экономикалық тиімділігін есептеу;

– зерттеудің еңбек қауіпсіздік іс-шараларын қарастыру.

Диплом бойынша зерттеу жұмыстары кафедрада және Хорасан кен орындарында жүргізілді.



## 1 Әдебиетке шолу

### 1.1 Уран туралы мәлімет және уранның минералдары

Уран сирек кездесетін және шашыранды элементтер қатарына жатады. Уран (U) – табиғатта кездесетін ең ауыр, Д.И.Менделеевтің Периодтық жүйесіндегі реттік номері 92, атомдық салмағы 238,07 радиоактивті химиялық элемент. Табиғатта уран қалыпты түрде ыдырауда болғандықтан альфа, бетта, гамма, рентген сәулелері шығып және жылу бөлініп тұрады, яғни ядроларынан нейтрондар мен электрондар ұшып шығып тұрады.

Уран, жер шарының әртүрлі нүктелерінде урандық кен орындары түрлерінде кездеседі. Кен орындары дегеніміз – бұл Жердің үстіңгі қабатында немесе қойнауында белгілі – бір едәуір мөлшерде пайдалы қазбалардың жиналған орны. Жарияланған мәліметтерге сәйкес, зерттелген кен орындарындағы уранның жалпы қорлары шамамен 25 млн тоннаны құрайды, бұл зерттелген барлық көмір, мұнай, тақта тас пен табиғи газ кен орындарының энергетикалық қорларын қоса алғанда, шамамен 25 есе көп энергия көзі болып табылады. Уран кендерінің өнеркәсіптік қорлары, әрине аталған шамадан кем. Жеке бір капиталистік елдердегі нақты қорлар туралы мәліметтер жарияланған, бірақ мәліметтер бір-біріне сәйкес келмейді.

Уранның шығу тарихы 1789 жылы минералды шайырдан жасалған уранның ашылуы Мартин Генрих Клапротқа жатқызылды, ол жаңа элементті жаңадан ашылған Уран планетасының атымен атады. 1841 жылы алғаш рет француз химигі Юджин Пелиго металл уран алды. 1896 жылы уранның радиоактивтілігінің фотопластиналардың жақын маңдағы уран тұзының бір бөлігінен иондаушы сәулеленумен кенеттен жарылу құбылысын Антуан-Анри Беккерель ашқан.

Энергетика тұрғысынан, уранның маңызды қасиеттерінің бірі жылу өткізгіштігі болып табылады. Қазіргі кезде әлемдік атом энергетикасы ерекше кезеңді бастан кешуде. Атом энергетикасы бойынша халықаралық агенттік болжамына сәйкес, жақын арадағы 25 жылда энергияға деген сұраныс екі есеге дейін артпақ. Дәстүрлі энергия көздері - мұнай, көмір және газ адамзаттың энергияға деген сұранысын қанағаттандыра алмайды. Әлемдегі экологиялық ахуалдың күн санап нашарлауын ескерсек, атом электр станциясының тиімділігін түсінеміз. Ал органикалық энергия көздерінен жұрдай елдер үшін, атом энергетикасын дамыту-тығырықтан шығатын жалғыз жол. Уранды тасымалдау әдісі аса қарапайым, оның үстіне ураннан энергия алуға жұмсалатын шығын көмір мен газбен салыстырғанда 4-6 есеге арзан түседі.

Табиғи уран негізгі үш изотоптың қоспасынан тұрады: U-238, U-235 және U-234. Олар радиоактивті, әрі U-238 изотоп  $4n+2$  уранның табиғи радиоактивті тобының негізін қалаушы, ал U-235 изотопы табиғи актинийдің  $4n+3$  радиоактивті тобының негізін қалаушы болып табылады. U-234 радиоактивті ыдырау U-238 және U-235 нәтижесінде пайда болатын гелий және Pb-206 және Pb-207 қорғасынның негізгі және тұрақты изотоптар. Жасанды жолмен уранның

тағы 11 изотоптары алынды: 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 236, 237, 239, 240. Уранның барлық изотоптары радиоактивті,  $\alpha$ ,  $\beta$  ыдырау және электрондық басып алу жолымен басқа элементтердің изотоптарына айналады.

Жеке түрде жерде уран кездеспейді. Құрамында 1 % - дан артық бар уранның 100 минералдары белгілі және минералдардың шамамен үштен бір бөлігінде уран төрт валентті, ал қалғандары алты валентті. Уран минералдарынан 15 қарапайым оксидтер немесе гидроксидтер, 20 кешенді титанады және ниобаты, 14 – силикаты, 17 – фосфаты, 10 – карбонаттары, 6 – сульфаттары, 8 –ванадаттары, 8-арсенаттары. Уран қосылыстарының белгісіз нысандары кейбір елдерде теңіздегі көмірлі тақтатастарда, лигнит пен көмірді, сондай-ақ бұрғыланған жыныстарда кездеседі. Мынадай уранның өзіндік минералдары: уранинит, настуран, урандық черньдер, браннерит, ненадкевит, коффинит, ураноторит, карнотит, туюмунит және т.б. өнеркәсіптік мәнге ие. Құрамында уран бар минералдарға: монацит, давидит, бетасфит, эвксенит және бақалары жатады. Уран тұнбалық кендерде, кальций фосфатныда, органикалық қосылыстарда, саз балшықты минералдарда, лимонитте және басқаларында концентрацияланады. Уранның 15 минералының өнеркәсіптік маңызы бар.

Кесте 1 – Өнеркәсіптік уран минералдары

Минерал	Минералдың негізгі құрамы	Уран мөлшері %
Уранинит	$UO_2, UO_3, +ThO_2, CeO_2$	65-74
Карнотит	$K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 2H_2O$	50
Казолит	$PbO_2 \cdot UO_2 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$	40
Самарскит	$(Y, Er, Ce, U, Ca, Fe, Pb, Th) \cdot (Nb, Ta, Ti, Sn)_2O_6$	3.15-14
Браннерит	$(U, Ca, Fe, Y, Th)_3Ti_5O_{15}$	40
Туюмунит	$CaO \cdot 2UO_3 \cdot V_2O_5 \cdot nHO$	50-60
Цейнерит	$Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot nH_2O$	50-53
Отенит	$Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot nH_2O$	50
Шрекингерит	$Ca_3 NaUO_2(CO_3)_3SO_4(OH) \cdot 9H_2O$	25
Давидит	$(Fe, Ce, U)(Ti, Fe, V, Cr)_3(O, OH)_7$	1-7
Настуран	$UO_2x$	52-76
Уранды чернь	$UO_2x$	11-53
Коффинит	$U(SiO_4)_{1-x}(OH)_{4x}$	60-70
Уранофан	$Ca[UO_2(SiO_3OH)]_2 \cdot 5H_2O$	55-58
Торбернит	$Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 12H_2O$	48

## 1.2 Уранның құрылымы мен қасиеттері

Уранның күрделі құрылымы бар, ол оның агрегаттық күйі мен температурасына байланысты. Бөлме температурасында уран-бетке бағытталған текше торы бар қатты металл. Әрбір уран атомы текше қаптаманы құрайтын ең жақын сегіз көршімен қоршалған. Бұл құрылым уранның жоғары тығыздығы мен қаттылығын анықтайды.

Алайда, уран 775 °С дейін қызған кезде оның құрылымы өзгереді. Ол жұмсақ және деформацияланады және оның кристалдық торы алтыбұрышты құрылымға ауысады. Бұл құбылыс уранды қайта құру деп аталады және оның физикалық және химиялық қасиеттерінің өзгеруімен бірге жүреді.

Уранның негізгі физикалық қасиеттері: балқу температурасы – 1132,1 °С; қайнау температурасы – 3818 °С; тығыздығы – 19,04 г/м. Қатты қосылыстар жақсы белгілі, олардағы уранның валенттілігі +2, +3, +4, +5 және +6.

Уранның көптеген химиялық қасиеттері бар, сол себептен әртүрлі салаларда ерекше және пайдалы етеді. Уранның негізгі қасиеттерінің бірі - оның жоғары тығыздығы. Уран ең тығыз элементтердің бірі және тығыздығы шамамен 19 г/см<sup>3</sup>. Бұл қасиет оны атом энергетикасында қолдануға өте ыңғайлы етеді, мұнда энергияны тиімді өндіру үшін жоғары тығыздық қажет.

Уранның тағы бір маңызды химиялық қасиеті-оның радиоактивтілігі. Уран-радиоактивті элемент, яғни оның атомдары ыдырап, сәуле шығара алады. Бұл қасиет уранды адамдарға мен қоршаған ортаға қауіпті және оны пайдалану кезінде арнайы сақтық шараларын қажет етеді.

Уран сонымен қатар химиялық белсенділікке ие және басқа элементтермен әртүрлі қосылыстар түзе алады. Ол оксидтер, сульфидтер, галогенидтер және басқа да көптеген қосылыстар түзе алады. Осы қосылыстардың кейбіреулері маңызды өнеркәсіптік маңызға ие, мысалы уран оксиді (UO<sub>2</sub>) ядролық отын өндірісінде қолданылады.

Айта кету керек, уранның бірнеше тотығу дәрежесі бар, соның ішінде U(IV), U(V), U(VI) және басқалар. Бұл оның химиялық белсенділігі мен қолданылуын кеңейтетін әртүрлі тотығу дәрежелері бар әртүрлі қосылыстар түзуге мүмкіндік береді.

Уран түрлі концентрациядағы азот және тұз қышқылдарында оңай ериді. Сұйытылған күкірт қышқыл бөлме температурасында уранмен әсерлеспейді, бірақ ол қыздырған кезде және тотықтырғыштар қатысында ериді. Сұйытылған хлорлы қышқыл уранға күкірт қышқылына аналогті әсер етеді, бірақ қайнау кезінде реакция қарқынды өтеді. Органикалық қышқылдар уранға тек катализатор қатысында әсеретеді, мысалы хлорлы сутегі немесе тұз қышқылы.

## 1.3 Уранның радиоактивті қасиеттері

Уран белгілі радиоактивті элемент және бірнеше радиоактивті изотоптары бар. Уранның негізгі изотоптары уран – 235 және уран – 238 екеуі де

радиоактивті. Уран – 235 уран – 238 – ге карағанда белсенділігі жоғары және жартылай шығарылу кезеңі қысқа.

Уранның радиоактивтілігі оның өздігінен ыдырайтын тұрақсыз ядросына байланысты. Уран ядросының ыдырауы кезінде радиация түрінде энергия бөлінеді. Бұл радиация альфа, бета және гамма – сәулелену түрінде болуы мүмкін.

Альфа сәулеленуі гелий ядролары болып табылатын альфа бөлшектерінен тұрады. Бұл бөлшектердің энергиясы жоғары және ену қабілеті төмен. Бета-сәулелену электрондар немесе позитрондар болып табылатын бета-бөлшектерден тұрады.

Уранның радиоактивті сәулеленуі тірі организмдер үшін қауіпті болуы мүмкін, себебі ол қатерлі ісік пен басқа ауруларды тудыруы мүмкін. Сондықтан уранмен және оның қосылыстарымен жұмыс істеу кезінде сақтық шараларын қолдану қажет.

#### **1.4 Қазақстанда және әлемде уранды қолдану салалары**

Қазіргі заманғы атомдық техникада уранды ядерлік отынның негізгі көзі ретінде қолданады. Оның қолданылуы металдық уран негізіндегі жүйелер мен қатар, оның қосылыстары жүйелерін де қолдануға негізделген. Уран технологиясында соңғы, яғни тауарлық өнімді үш түрге бөледі: металдық уран, уранның қос тотығы және уран гексофториді.

Уран технологиясы ядерлік отынның химиялық технологиясында, жалпыатомдық материалдар технологиясында маңызды орын алады.

Уранның атомдық техникада қолданылуы оның өзіне тән ерекше қасиеттеріне байланысты, яғни оның басқа көптеген түсті және сирек металдардан ерекшелігі – радиоактивті ыдырауында және нейтрондар әсерінен көп мөлшерде энергия бөле отырып ыдырау қасиетінде.

Қазіргі уақытта ядерлі энергияны қолдану тез дамуда. Алдағы уақытта уранмен плутонийді қолданатын атомдық электр станциялар салу арқылы энергияны пайдалануға үлкен мүмкіндік береді.

#### **1.5 Әлемдегі және Қазақстандағы уран қоры**

Ірі уран өндіруші елдердің ондығына Қазақстан, Канада, Өзбекстан, Намибия, Австралия, Ресей, Нигер, Қытай, Үндістан және Оңтүстік Африка кіреді. Металл уран атом энергиясын өндіру үшін маңызды металдардың бірі болып табылады. Сондықтан осы металды өндіретін елдерді зерттеу маңызды.

Қазақстан, Канада және Австралия бүкіл әлемде өндірілетін уранның үштен екі бөлігін өндіреді. Қазіргі уақытта уранның 55 % -дан астамы жерасты шаймалау жолымен өндіріледі. Қазақстан 2022 жылы кеніштерде ең көп уран өндірді (әлемдік жеткізілімдердің 43 %), одан кейін Намибия (11 %), Канада

(15 %) және басқа да елдер. 2022 жылы уран өндіру бойынша Қазақстан 21,227 тонна уран өндірген.

Қазақстан Республикасының жер қойнауында әлемдегі барланған уран қорының 19 % шоғырланған – бұл шамамен 1,5 млн тоннаға тең. Ел аумағындағы анықталған ондаған уран кен орындарының әрқайсысы қалыптасу және практикалық маңызы жөнінен әрқалай. Геологиялық ұстанымы, генетикалық белгілері және аумақтық ерекшеліктерінің ортақтығы оларды мынадай алты уран кеніші ауданы құрамында алып қарауға мүмкіндік береді: Шу – Сарысу, Сырдария, Солтүстік Қазақстан (Көкшетау), Маңғышлақ (Каспий маңы), Кіндіктас - Шиелі – Бетпақдала (Балқаш маңы) және Іле.

Шу – Сарысу уран кеніші ауданы: Уранның түзілуі қабаттың тотығуы зонасындағы аймақтық майданға байланысты. Жалпы қорлар мен ресурстар бүкіл Қазақстан қоры мен ресурстарының 54 % құрайды. Қазіргі таңда Уанас, Мыңқұдық, Қанжуған және Мойынқұм кен орындарында уран өндіру жерасты ұңғымалы шаймалау әдісімен жүргізілуде.

Сырдария уран кеніші ауданы: Уранның түзілуі қабаттың тотығуы зонасындағы аймақтық майданға байланысты. Аудандағы уран қоры бүкіл Қазақстан қорының 20 % құрайды. Уран өндірісі жерасты шаймалау әдісімен.

Солтүстік және Оңтүстік Қарамұрын кен орындарында жүргізілуде. Солтүстік Қазақстан уран кеніші ауданы: Ауданның уран кен орындары протерозой және палезой қатпарлы кешендерінде желілі-штокверлі түзілу түрінде көрініс тапқан. Мұндағы уранның жиынтық қоры бүкіл отандық қордың 17 %-на тең. Қазіргі таңда Шығыс кен орнында уран шахталық әдіспен алынуда.

Маңғыстау ауданындағы уранның түзілуі: Каспий маңы ауданы фосфариттенген балықтар сүйегінің жинақталуынан түзілген бірегей кен орындарын құрайды. Уран қоры Қазақстан қорының 2 %-на тең. Қазір мұнда уран өндірілмейді.

Кіндіктас – Шиелі – Бетпақдала немесе Балқаш маңы ауданы: Уран кен орындарының негізгі типі континентальды жанартау кешендеріндегі эндогенді желілі-штокверлі кен орындары. Басты кен орындары толық игерілген. Қалған уран қоры Республика қорының 0,5 % құрайды.

Іле уран кеніші ауданы: Негізгі қорлар қоңыр көмір қатпарларының жоғарғы қабаты тотығуынан түзілген уран-көмір кен орындарымен байланысты. Мұнда Қазақстан қорының 6,5 % шоғырланған. Қазіргі таңда уран өндірілмейді.

Аса терең және кедей кен орнын өңдеу үшін өндірілетін өнімнің өзіндік құнын жоғарлатуға тура келеді. Бұл барлық пайдалы қазбалар үшін, әсіресе жаңа энергетикалық жағар жанармай – уран болғандықтан, қазіргі кезде атомдық энергетикада жоғары деңгейде дамып келеді.

Уранның баланстық қорлар 53 кен орнының 16-ы өңделген, қалған 37-і резервте тұр. Шикізат базасын кеңейту 300 – 500 метрдегі тереңдікте дейін барланған уранының жер асты шаймалау тәсілдерімен пайдалануға мүмкін болады. Жаңа уран кен орындарын табу перспективалары әсіресе Шу – Сарысу және Солтүстік Қазақстан уран-кен провинциялары үшін айтарлықтай жоғары.





1 - сурет – Қазақстандағы уранның кен орындары

### 1.6 Уранды жерасты шаймалау

Жерасты шаймалау бұрғылауының негізгі мақсаты уран кенін барынша толық және қолайлы еріту болып табылады. Жер асты ұңғымалық шаймалау әдісі кен орнынан уран кенін алудың негізгі әдісі болып табылады, өйткені ол өндірістің мөлшері мен құнын айқындайды. Құрамында уран бар кендер мен көптеген минералдардың түріне қарамастан, арзандау күкірт қышқылын пайдаланылады.

Жерасты шаймалау әдісі карбонатты шаймалау әдісіне қарағанда уранды көп шығарады. Алайда мынадай кемшіліктер бар:

- 1) Салыстырмалы түрде жоғары ерігіштік басқа металдардың, бос жыныстардың шығындарына және ураннан басқа қышқылдың үлкен мөлшерінің бірге еруіне әкеледі;
- 2) бұл әдісті құрамында 2 % -дан астам карбонаты бар болса, кендерді кешенді талдау кезінде қолдануға болмайды;
- 3) ұңғыма үшін арнайы қымбат тұратын материалдарды пайдалану қажеттілігі.

Жер асты ұңғымалық шаймалау процесі жер асты кендерінің химиялық реагенттермен өзара іс-қимылы арқылы қатты кенден сұйықтыққа айналады.

Қышқыл шаймалау кезде уран тотыққан минералдардан сақтауға арналған сұйықтыққа айналады.

Уран және уран оксидінің минералдары тиімді қышқылды рН = 1,5 – 2,0 сілтілейді.

Егер шаймалау кезінде төрт валентті уран болса, жер асты ұңғымалық шаймалау процесін жақсарту үшін күкірт қышқылына, тотықтырғыш қосылуы тиіс. Тотықтырғыштар ретінде тотықтырғыштар, перманганаттар, сутегі тотығы, азот және хлор пайдаланылады.

Уран минералдарының химиялық қасиеттері және олардың шаймалау реакциялық қабілеті бойынша уран кені бес негізгі минералогиялық түрге бөлінеді. Бұл:

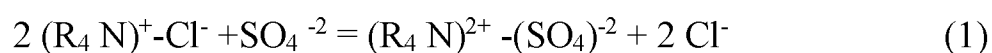
- 1) құрамында төрт валентті уран бар кендер эндогенді минералдар (уран кені, настуран, ураноторит) болып табылады;
- 2) құрамында алты валентті уран бар кендер экзогенді минералдар (уран, гидронастуран, уранофан, торбернит, отенит) болып табылады;
- 3) құрамында аз еритін уран минералдары бар кендер (давидит, браннерит);
- 4) құрамында уран мен көміртегі қосылыстары бар кендер;
- 5) фосфаттар және өзге де кендер.

Екі негізгі түрі ұңғымаларды жерасты шаймалаудің неғұрлым тиімді әдісі.

### 1.7 Жер асты шаймалау өнімді ерітінділерін дайындау

Сорбцияға жіберудің алдында жер астынан шыққан өнімді дайындау үшін көлемі 600 м<sup>3</sup> тұндырғышта ерітіндісін ағарту үшін ауырлық күшінің әсерінен дисперсті қатты бөлшектерді тұндырылу арқылы жүзеге асады. Өндірістік ерітіндідегі қатты заттардың бастапқы құрамы 10.....20 г/л. Уранды жерасты ұңғымалық сілтілендірудің өнімді ерітінділері геотехнологиялық алаңның пайдалану блоктарында орналасқан айдау ұңғымаларынан батыру сорғыларымен ПР -ге (өнімді ертінді) жұмыс құм тұндырғышына көтеріледі.

Құм тұндырғышта ПР қатты механикалық қоспалардан (құм, лай) ауырлық күшінің әсері есебінен тұндырылады. Уран ертінділері сорбцияға өндірістік ертінділерді қайта өңдеуге жіберіледі. Жаңа шайырының өнімді ерітіндімен жанасу кезінде шайырдың хлоридті қалыптан сульфатты – бисульфатты немесе нитратты қалыпқа өтеді:



## 1.8 Уранның сорбциясы

Уран сорбциясы – бұл уран атомдары немесе иондары материал бетіне сіңетін немесе адсорбцияланатын процесс. Бұл процесс топырақты, кеуекті тау жыныстарын, суды және ядролық отынды өңдеу материалдарын қоса алғанда, әртүрлі табиғи және техникалық орталарда болуы мүмкін.

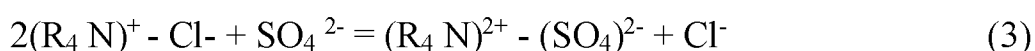
Уран сорбциясы ядролық технологияларда және радиоактивті қалдықтармен жұмыс істеу проблемаларында маңызды рөл атқарады. Мысалы, ядролық отынды әзірлеу және уранды байыту кезінде табиғи кендерден немесе ерітінділерден уранды алу үшін сорбция процестері пайдаланылады. Бұдан басқа, уранның сорбциясы суды радиоактивті ластанудан тазарту процестерінде қолданылуы мүмкін.

Уранды сорбциялау әдістері ион алмастыратын шайырлар немесе металл тотықтары сияқты арнайы сорбенттерді, сондай-ақ материалдардың бетіндегі адсорбция сияқты физикалық процестерді пайдалануды қамтиды. Уран сорбциясының тиімділігі көптеген факторларға байланысты, оның ішінде ортаның рН, уран концентрациясы және сорбент қасиеті.

Қорытындылай келе, уран әртүрлі химиялық және радиоактивті қасиеттерге ие. Оның химиялық қасиеттері оған басқа элементтермен қосылыстар түзуге мүмкіндік береді, ал радиоактивті қасиеттері оны әртүрлі салаларда пайдалы етеді. Уранның сорбциясы уранды ұстап тұруға және оның қоршаған ортаға таралуына жол бермейтін маңызды процесс.

### 1.8.1 Өнімді ерітіндіден уранды сорбциялау әдісі

Өнімді ерітіндіден уранды сорбциялау күшті негізді Ambersep 920UCI-(SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup> маркалы немесе оған аналогты маркалармен СНК – 3М (сорбциялық қысымды бағана) сорбциялық бағанасына өзекті ерітіндіні құмтұндырғыштан жіберу арқылы жүргіземіз. Өнім сорғылар арқылы қысымды сорбциялық бағананың төменгі бөлігіне беріледі. Бағаналар автономды режимінде жұмыс істейді, ерітінді төменнен жоғары қарай, ал ион жоғарыдан төмен бір-біріне қарама-қарсы бағытта қозғалады. Жаңа шайыр мен өнімді ерітіндінің түйісуі нәтижесінде шайырлардың хлоридті қалыптан сульфатты-биосульфатты қалыпқа ауысуы мынадай реакция бойынша жүргізіледі.



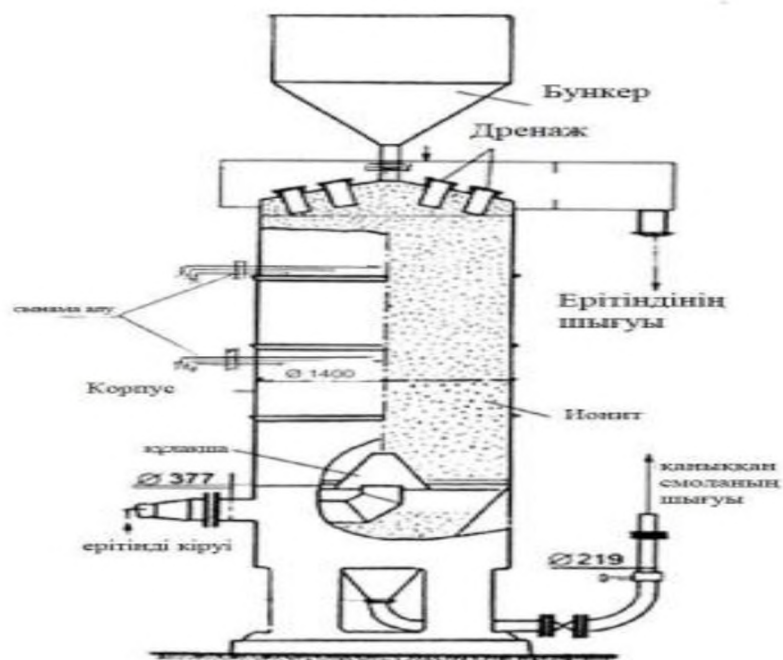
Шайырді ұзақ уақыт пайдалану кезінде уран бойынша қанықтыру сыйымдылығының төмендеуінен, кейбір заттармен және шайырлармен уланудан сорбциялық процестің тиімділігі төмендейді. Қаныққан сорбентті түсіру және өңделген сорбентті тиеу үшін өнімді ерітіндіні СНК – 3М бағанаға беруді тоқтатады.

Қаныққан сорбентті өлшегішке жібереді, одан қаныққан сорбентті эрлифт ұңғымасына береді, эрлифт ұңғымасымен қаныққан сорбентті жуу бағанасына доғалы елеуіш арқылы жібереді, онда ол сусыздандырылады.

Сорбциялық аналықтарды 3 мг/л-ге дейін уранмен СНК – 3М бағананың жоғарғы бөлігіндегі дренаж кассеталары арқылы алып тастайды және сорбентті ұстау үшін дренаж арқылы бақылау елегіне жібереді. Содан кейін сорбциялық аналықтары насостарымен шаймалаушы реагенттің сыйымдылығына жиналады. Ұсталған сорбентті процеске бақылау елегі арқылы қайтарады.

Сорбентті құм мен тұнбадан колоннада шаю шаймалаушы реагент (ВР) сыйымдылықтарынан сорбция аналығымен жүзеге асырылады. Аналық шлам тұндырғышқа тасталады. Содан кейін эрлифтпен қаныққан сорбент СДК – 1500 – 2000 бағаналардың арынды бункерлеріне беріледі.

Жұмыс колоннасының барлық көлемін ионитпен толтырады және ионит ерітіндісінің тығыз қабаты арқылы төменнен жоғары қарай сүзеді. Иониттің жұмыс қабатын тығыздау, сығу колонна корпусының және тиеу бункерінің жоғарғы бөлігінде дренаж құрылғыларын орнатуды қоса алғанда, иониттің сусыз қабатының дренаж құрылғыларының үстінде болуымен қамтамасыз етіледі. Ерітіндінің жұмыс ағыны иониттің қозғалмайтын қабаты арқылы сүзілген динамикалық режимде өтеді. Бұл массаларды талдау және басқару үшін ең күрделі процесс, өйткені екі фазада алынған уранның концентрациясы қабаттың биіктігі бойынша да, уақыт бойынша да үздіксіз өзгереді. Сорбциялық напорлы бағанасындағы ионит қабатының биіктігі өнімді ерітінділердің химиялық құрамына және пайдаланылатын иониттің сорбциялық қасиеттеріне байланысты және жобалау сатысында анықталады.



2 - сурет – Сорбциялық қысымды бағанасының құрылғысы

Сорбциялық қысымды бағанасының корпусы пішіні цилиндрлі–ернеушеден, жоғарғы құрылысы дренаждық кассетадан, сорбция аналықтарын жинайтын ерітінділерді ағызу келте құбыры бар "қалтадан", аппараттың қимасы бойынша оның ағынының конустық таратқышы бар өнімді ерітіндіні енгізу құрылғысынан – "грибка", қаныққан ион алмастырғыш шайырды түсіруге арналған құбырлар, реттелген шайырды тиеуге арналған арынды бункерден тұрады.

### 1.9 Шайырдың қанығуы және десорбциясы.

Сорбцияланған металды десорбциялау – бұл неғұрлым күрделі және көп еңбекті қажет ететін технологиялық операция. Десорбция процесі белгілі бір жағдайларда сорбцияланатын элементтерді сорбент құрылымынан тиісті шайырлармен, нақты жағдайда нитрат-иондармен алмастыра отырып ығыстыру қабілетіне негізделген.

Десорбция процестерінің заңдылықтары көбінесе сорбциялық процестердің схемаларына ұқсас. Қаныққан шайырдан уранды десорбциялық шоғырландыру процестерін жүзеге асыру мақсатында СДК – 1500-ның U – тәрізді аппаратын пайдалану көзделген 3-суретте көрсетілген.

Уранды десорбциялау процесін мынадай тендеумен сипаттауға болады:



Иондаушы шайырдың қозғалысы бойынша СДК – 1500 – 2000 бағаналардың жұмысы мынадай процестерді қамтиды:

I – өнімді ерітіндіден қаныққанға дейін уранның сорбциясы және тауарлық десорбаттың бір бөлігі;

II – қанығу тауарлық десорбат бөлігінен уранды сорбциялау;

– шайырдан жасалған уранның нитратты десорбциясы;

– бастапқы десорбциялау ерітіндіден жуу.

СДК – 1500 – 2000 бағанасы жұмыс істеген кезде уран сорбция сатысындағы сорбент I қанықтырылғанға дейін аймаққа түседі, өнімді ерітіндіден және тауарлық десорбаттың бөлігінен уранның сорбциясы есебінен шайырдың қосымша қанығуы орын алады.

Тауарлық десорбаттың бөліктері СДК – 1500 – 2000 колоннасы II қанықтырылғанға дейін тікелей аймақтан түседі.

I сорбенттің қанығуы оның сыйымдылығын арттырады және десорбаттағы уранның концентрациясын жоғарылатуға және тиісінше оның тауарлық бөлігінің шығуын азайтуға мүмкіндік береді. Қанығу аймағынан кейін I сорбент өтпелі аймақ болып табылатын қанығу аймағына өтеді. Бұл аймаққа аппараттың төменгі тороидальды бөлігі сәйкес келеді. Мұнда сорбент пен тауарлық десорбат сорбентте де, ерітіндіде де уранның ең жоғары концентрациясы нүктесінен өтеді. Бұл нүктеден тауарлық десорбатты шығару жүзеге асырылады.



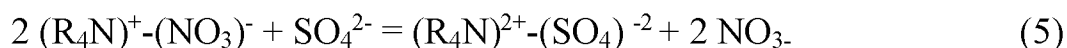
Қаныққан сорбенттен уранды десорбциялау бағаналар тізбегі бойымен толығымен қаныққан сорбент пен нитратты десорбциялаушы ерітінділердің қарама-қарсы қозғалыстары процесінде жүреді.

Шайыр бағанасы бойынша одан әрі жылжу процесінде нитраттық 22 десорбция және жуу аймақтарына біртіндеп өтеді, онда сәйкесінше сорбенттен уран десорбциясы және оның бастапқы десорбциялаушы ерітіндіден денитрациялаушы ерітіндімен жуылуы жүргізіледі.

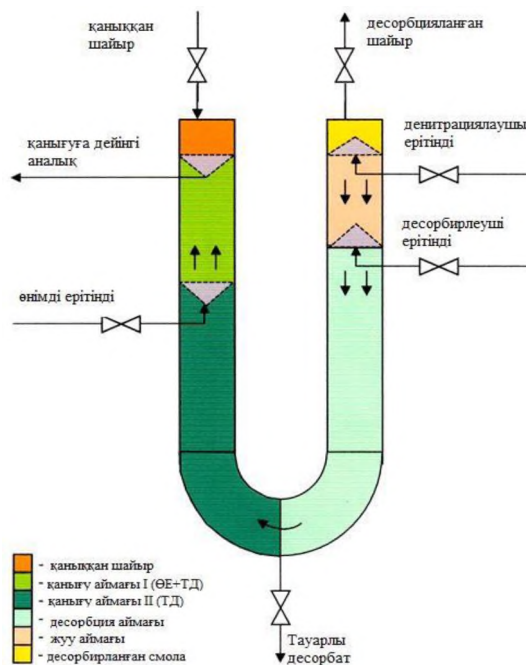
Аналықтар СДК – 1500 – 2000 бағаналарын қанықтырғанға дейін бақылау елек арқылы ыдыстарға түседі. Тауарлық десорбат СДК – 1500 – 2000 бағаналарының төменгі (тороидальды) бөліктерінен құрама сыйымдылыққа шығарылады, бұл жерден сорғы тұндыру каскадына жіберіледі.

Денитрация операциясының мақсаты – құрамында нитраты бар ерітінділерді аммиакты селитраның шығынын азайту мақсатында алынған сорбентте нитрат – ион мөлшерін азайту болып табылады, уранды десорбциялауға арналған ерітінділерді дайындау үшін пайдаланылады, олар бастапқы десорбциялайтын ерітіндіні дайындау үшін ыдыстарға жіберіледі.

Сорбентті нитратты қалыптан сульфатты қалыпқа айналдыру процесі:



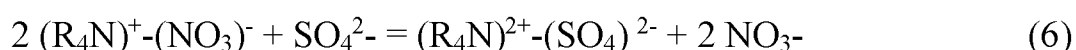
Сорбенттік денитрлеуге арналған ерітінділер жуу бағанасына түсетін техникалық су негізінде оларды қоймадан 70 г/л астам концентрацияға дейін күкірт қышқылымен толтыра отырып дайындалады.



3 - сурет – СДК аппаратындағы материалдық ағынның десорбцияланып концентрлеуінің сұлбасы

### 1.9.1 Десорбцияланған шайырдың денитрациясы

Десорбцияланған шайырді ДНК – 2000 бағанаға жүктейміз. Денитрациялау күкірт қышқылды ерітіндісімен жүргізіледі. Зонаны өтіп кеткен десорбциялы шайыр денитрация бағаналарына бункер арқылы түсіріледі. Денитрация үрдісінің мақсаты денитрацияланған шайырда нитрат-иондарының көрсеткіштерінің төмендетіліп, сульфатты күйге келтіру. Нитрат құрамды ерітінділерді алу аммиак селитрасын үнемдеу мақсатында қолданылады. Олар десорбциялаушы ерітінді жасау барысында пайдаланылып, ерітінді дайындайтын ыдысқа жіберіледі. Шайырлі нитратты формадан сульфатты формаға конверсиялы өткізу үрдісі төмендегі реакциямен жүреді.



Денитрлеуші ерітіндіні бағаналарға ыдыстардан жіберу орталықтанған насостар арқылы жүргізіледі. Шайырлі денитрациялауға қажетті ерітіндіні қоюландырғыштан өткен, күкірт қышқылымен қанығу жүрген артық қышқыл көрсеткіші бар 30-40 г/дм<sup>3</sup>, денитрленген ерітіндінің қалдығы негізінде дайындалады. Денитрленген шайырлі жуу және оны қайта сорбцияға жөнелту. Денитрленген шайырлі жуу бағанасына ДНК – 2000 жүктейміз және сонда қышқыл ерітінділерінен техникалық сумен жуамыз. Жуғыш бағанадан денитрленген шайырді СНК-3М бағаналарына жүктейміз. Денитрация бағаналарынан ерітінді эрлифт көмегімен жуғыш бункерлерге жіберіледі. Ерітінді ДНК – 2000 бағанасынан шығады. Нитрат-ион концентрациясы 50-60 г/дм<sup>3</sup>. Ол аммиак селитрасының қоймасына жөнелтіледі де десорбциялаушы ерітіндінің негізі болып табылады. Денитрленген шайырлі артық қышқылдық көрсеткішінен жуу бағаналарда арынды сыйымдылықтан насоспен берілетін техникалық су негізінде жүреді. Жуу бағаналарынан шыққан жуынды су қоюландырғыштан өте отырып денитрациялаушы ерітінді дайындайтын сыйымдылыққа жөнелтіледі. Жуылған, денитрленген шайыр жуушы бағаналардан эрлифттер көмегімен СНК – 3М бағаналарына тасымалданады.

Шыққан тауарлы десорбатты 30 % NaOH пен H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 60 % ерітіндісімен тундыру жүргізіледі. Түзілген уран пероксидін фильтрлеп, ылғалдығы 20 % UO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O уран пероксидін алғанға дейін 600 – 800 °С температурада никельді труба тәріздес күйдіргіш пеште күйдіріп, 83 % U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> өнімін алып, тұтынушыға тасымалданады.

## 2 Эксперименттік бөлім

### 2.1 Бастапқы материалдар мен қондырғылар

Технологиялық процестерді іске асыруға арналған жабдықтардың негізгі топтары:

- өнімді және шаймалау технологиялық ерітінділер;
- арналған құм тұндырғыштар;
- төгінді ерітінділерге арналған шлам тұндырғыш;
- СНК – 3М типті сорбциялық қысымды бағаналар;
- десорбциялық (немесе денитрациялық) қысымды бағана (СДК – 2000) типті жуу бағандары;
- сорбциялық–десорбциялық бағаналар (СДК–1500);
- десорбциялық–қысымды бағаналар (ДНК–2000);
- сүзгі престері;
- химиялық реагенттердің ерітінділерін дайындауға арналған реакторлар;
- сыйымдылық жабдықтар;
- сорғы жабдықтары;
- көмекші жабдықтар.

Технологиялық жабдыққа қойылатын негізгі талаптар оны таңдау кезінде келесі параметрлер таңдалды:

- технологиялық операцияларды процестер параметрлерінің талаптарына сәйкес жүргізуді қамтамасыз ету;
- жөндеу аралық цикл кезінде жұмыстағы сенімділік;
- жабдықтың химиялық төзімділігі;
- процестерді автоматтандыру мүмкіндігі;
- жабдықты қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз ету.

Технологиялық және көлік операциялары барынша механикаландырылған және автоматтандырылған.

Сорбциялық бағаналар ретінде барлық жерде қолданылатын, жұмыста сенімді және жұмыстың жақсы технологиялық параметрлерін көрсететін, СНК – 3М типті сорбциялық қысым бағаналары таңдалды.

Уранды шайырдан десорбциялау үшін сорбциялық-десорбциялық бағаналар таңдалды, құрамында уран мөлшері жоғары тауарлық десорбаттарды нитратты десорбциялау кезінде алуға мүмкіндік беретін СДК – 1500 типті бағаналар.

Ион алмасу шайырын денитрациялау үшін конструкциясы бойынша ұқсас СНК – 3М ДНК – 2000 типті десорбциялық-қысымды бағаналар таңдалды, олар қарсы ток ион алмасу бағаналарына қарағанда бірқатар артықшылықтарға ие. Денитрациялық бағаналардың жұмысына байланысты өте агрессивті орта жағдайында оларды жасау болат қолданылды.

Буферлік және жуу бағандары ретінде пайдалану үшін бағаналы типті аппараттар ретінде әмбебап қолданылатын ДНК – 2000 типті бағана, бағана жасау материалы болат таңдалды.

## 2.2 Хорасан кен орыны

Солтүстік Харасан кен орны Қызылорда облысының Жаңақорған ауданында орналасқан және Қарамұрын кен ауданындағы ең ірі кен орны болып табылады.

«Хорасан» ЖШС-ның жалпы жылдық өнімі – 3000 тонна. Кеніш жыл бойы үздіксіз жұмыс істейді. Далада күнделікті екі ауысым бар, күндізгі және түнгі. Ал әр ауысымның уақыты – 12 сағат.

Әкімшілік тұрғыдан Хорасан кен орнының аумағы Қазақстан Республикасы Қызылорда облысының Жаңақорған ауданына жатады. Кен орны аумағындағы ірі елді мекендер - аудан орталықтары мен Шиелі және Жаңақорған теміржол станциялары, олар арқылы негізгі темір жол өтеді.

Жұмыс аймағының абсолюттік биіктігі 155 – 185 м Сырдария өзенінің жазық алқабының солтүстік бөлігінде (0,8 – 8,0 км) құм-қырат ашық болады. Жобаланған объектіден оңтүстік-шығыс жағынан Байкенже кентіне дейінгі арақашықтық 5401 м, Кен орнының жалпы қоры 1860 м, оңтүстік жағынан вахталық кентке дейінгі арақашықтық 160 мың тонна уранға, жылдық өндіріс көлемі 0,18 мың тоннадан астам деп бағаланады. Өндіру жерасты ұңғымалық шаймалаумен жүзеге асырылады.

Шығарылатын өнім бірінші кезекте Жапонияның атом энергетикасының қажеттіліктерін қанағаттандыруға арналған.

Ауданның климаты күрт континентті және жылдық және тәуліктік температураның айтарлықтай ауытқуымен, қыстың суық болуымен, жаздың ыстық болуымен, қысқа көктемде, құрғақ ауамен және жауын-шашынның аз болуымен сипатталады.

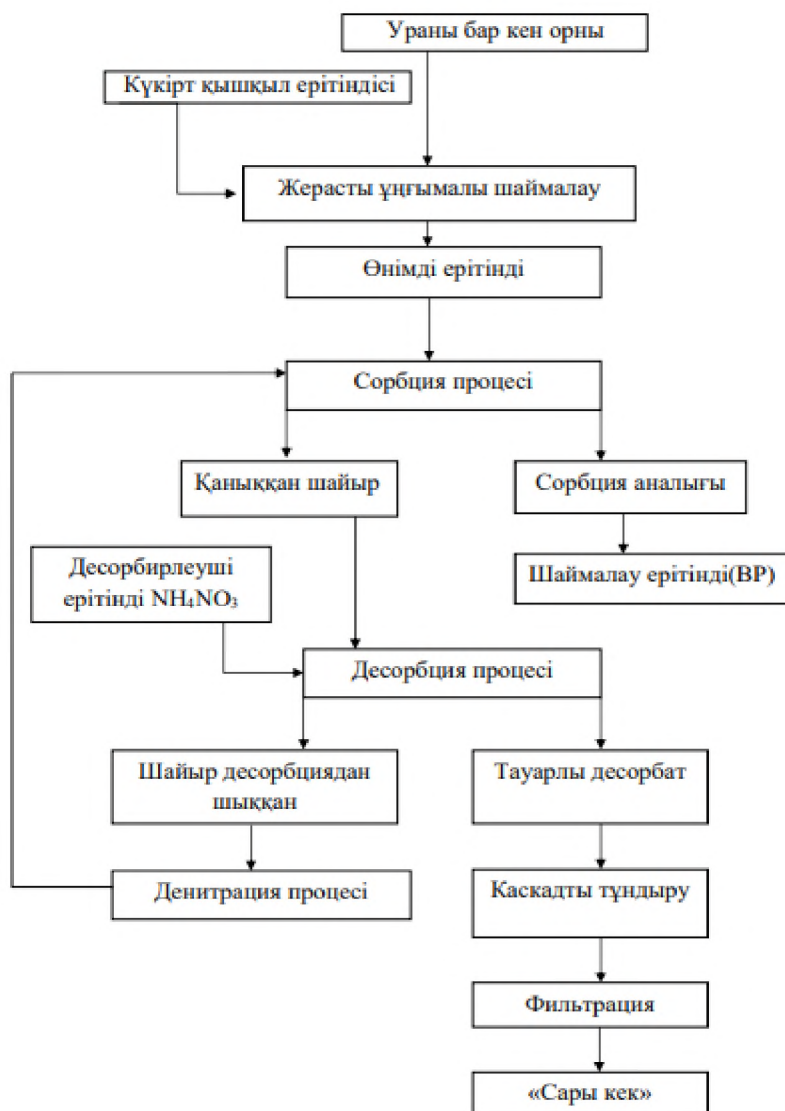
Ауа температурасы күндіз – 5 °С-тан – 10 °С – қа дейін, түнде 12 °С – тан – 19 °С – қа дейін басым. Қыста ең төменгі температура – 35 °С жетеді. Топырақтың қату тереңдігі 1,2 – 1,3 м-ге дейін жетеді. Жазда мамырдан тамызға дейін орташа күндізгі температура +25 °С-тан +35 °С-қа дейін, түнде +17 °С-тан +22 °С-қа дейін. Максималды температура +46 0001 °С жетеді. Жауын-шашынның жылдық орташа мөлшері 120 – 200 мм, оның көп бөлігі көктемде жауады. Қысы қарашадан ақпанға дейін, шағын (0,2 м-ге дейін) қар жамылғысы болады. Облыс қатты, үздіксіз дерлік желдермен сипатталады. Жыл бойы желдер, басым солтүстік-шығыс, солтүстік, басым жел жылдамдығы 3 – 5 м/сек. Жұмыс алаңында, әдетте, көктемде, жазда және күзде шаңды дауылдар, кейде тұман, көрінуді 1 км-ге дейін шектейді.

Қар жамылғысының алғашқы пайда болуы әдетте қазанның аяғынан қарашаның ортасына дейін байқалады. Қар жамылғысы әдетте алғашқы пайда болғаннан кейін 20 – 30 күннен кейін тұрақты болады. Қаралып отырған

аумақтың қар қорының сипаты бойынша ең аз көлемі 20 мм. Көпжылдық орташа қар жамылғысы 7 – 10 см. Қар жамылғысы күн сәулесінің тікелей әсерінен тұрақты оң орташа тәуліктік ауа температурасы басталғанға дейін жойылады.

Мұнда жел режиміне негізінен айналым жағдайы әсер етеді. Қазаннан сәуірге дейінгі кезеңде азиялық антициклонның әсерінен шығыс және солтүстік-шығыс желдері үрленеді, олардың жиілігі тиісінше шамамен 20 – 14 40 және 15 – 30 % -ды құрайды. Жазда белгілі бір румбаның басым болуы әлсіз көрінеді, бірақ солтүстік желдің жиілігі біршама жоғары. Оңтүстік желдің ең аз мөлшері (1-15 %).

Хорасан кен орыны сары кек өнімін өндіреді. Сары кекті өндіру үшін алдымен уранды жер асты шаймалау процесі арқылы өнімді ертінді алынады, өнімді ертіндіні сорбциялау және десорбциялау арқылы сары кек бөлініп алынады. Хорасан кен орының технолигиялық сұлбасы 4-суретте көрсетілген.



4 – сурет – Сары кек арудың принциптік сұлбасы



### 2.3 Хорасан ЖШС – нің өнімді ерітінділерден уранның тауарлы десорбатын алу кезіндегі жүргізілетін есептеу

- Жылдық өндіру 3000 тонна;
- жұмыс уақыты (жылдағы жұмыс күндерінің саны) - 365 күн;
- жұмыс уақытын пайдалану коэффициенті - 0,97;
- күніне ауысым саны - 2;
- уысым уақыты - 12 сағат.

Сағаттық өнімділігін анықтаймыз:

$$365 \cdot 0,97 \cdot 2 \cdot 12 = \text{жылына } 8497 \text{ сағат.}$$

Уранның сағаттық өнімділігі: жылына 3000 тонна = жылына 3000000 кг.

$$Q (\text{сағатына}) = 3000000/8497 = 353 \text{ кг/сағ.}$$

1 сағаттық цехтық өнім сағатына 353 кг.

Сағатына сұйық ерітіндінің мөлшерін анықтаймыз ( $\text{м}^3/\text{сағ}$ ):

$$V(\text{сағ}) = Q(\text{сағ}) / (U(\text{бас}) - U(\text{соң})) \quad (7)$$

мұндағы  $V(\text{сағ})$  – ерітіндінің сағаттық көлемі ( $\text{м}^3/\text{сағ}$ );

$Q(\text{сағ})$  – уранның сағаттық өнімділігі - 353 (кг/сағ);

$U(\text{бас})$  – ерітіндідегі уранның бастапқы концентрациясы - 0,18 (кг/м<sup>3</sup>);

$U(\text{соң})$  – ерітіндідегі уранның соңғы концентрациясы - 0,005 (кг/м<sup>3</sup>).

$$V(\text{сағ}) = 353 / (0,18 - 0,005) = 1994 \text{ м}^3/\text{сағ}$$

Өнімді ерітіндінің шығыны: 1 жыл – 8760 сағ бар деп алсақ  
1994 м<sup>3</sup>/сағ немесе 17467440 м<sup>3</sup>/жыл, демек уран бойынша өнімділік  
– 353 кг/сағ немесе 3092280 кг/жыл.

Су-материалдық баланс есебінде қалдық ыдыстар мынадай болып қабылданды:

шайырдың қалдық сыйымдылығы 1 кг / м<sup>3</sup>;

сорбция процесінде қайтарымды ерітінділердің қалдық сыйымдылығы – 0,005 кг / м<sup>3</sup>.

## 2.4 Сорбциялау үрдісі

### 2.4.1 Сорбцияның материалдық балансын есептеу

Уран алу үшін бастапқы шикізат болып геотехнологиялық алаңнан берілетін өнімді ерітінділер табылады.

Кесте 2 – Өнімді ерітінділердің қышқылдық құрамы

Атауы	Құрамы
U	0,03 г/дм <sup>3</sup> кем емес
Fe <sub>общ.</sub>	1,0 г/дм <sup>3</sup> кем емес
Қышқылдығы	2,0 г/дм <sup>3</sup> артық емес
Мех.Салмағы	0,05 г/дм <sup>3</sup> артық емес
pH	1,8 ÷ 2,2 бірлік. pH

Сорбция процесі сорбциялық-қысымды бағаналарда (СНК-3М) жүзеге асырылады. Ион алмасу шайыр ретінде Ambersep 920UCl(SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup> қолданылады. Сыйымдылығы – 55 кг/кг.

Бастапқы өнімді ерітіндінің тәуліктік мөлшерін есептейміз, оның тығыздығы - 1,01 г/м<sup>3</sup>, сонда:

$$V(\text{күн}) = V(\text{сағ}) \cdot 24 = 1994 \cdot 24 = 47856 \text{ (м}^3/\text{күн)}$$

$$M(\text{күн}) = V(\text{күн}) \cdot \rho(\text{шайыр}) = 47853 \cdot 1,01 = 48334 \text{ (кг/күн)}$$

Өнімді ерітіндідегі уран мөлшері:

$$Q(\text{ерт. уран}) = M(\text{күн}) \cdot U(\text{баст}) = 48334 \cdot 0,18 = 8700 \text{ кг}$$

$$Q(\text{уран}) = Q(\text{ерт. уран}) \cdot 0,989 = 8700 \cdot 0,989 = 8604 \text{ кг}$$

Ambersep 920 UCl(SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup> шайырының жұмыс сыйымдылығы 0,55 кг болғандықтан, сорбция үшін шайыр қажет :

$$Q(\text{шайыр}) = Q(\text{уран}) / 0,55 = 8604 / 0,55 = 15643 \text{ кг}$$

Сорбциядан кейінгі ерітіндіде уран қалады:

$$Q(\text{қалған уран}) = Q(\text{ерт. уран}) - Q(\text{уран}) = 8700 - 8604 = 96 \text{ кг}$$

Сорбцияланған ураны бар шайырдың саны:

$$N (\text{сорб. уран бар шайыр саны}) = Q (\text{шайыр}) - Q (\text{уран}) = 15643 + 8604 = 24247 \text{ кг}$$

Сорбциядағы аналық ерітінді саны:

$$N (\text{сорб. мат. еріт. саны}) = M (\text{күн}) - N (\text{сорб. уран бар шайыр саны}) = 48334 - 8604 = 39730 \text{ кг}$$

Жүргізілген есептеулер негізінде сорбция процесінің материалдық балансын құрастырамыз.

Кесте 3 – Сорбцияның материалдық балансы

Кіріс			Шығыс		
Атауы	Саны, кг/күн		Атауы	Саны, кг/күн	
	Жалпы саны	Құрамындағы уран		Жалпы саны	Құрамындағы уран
Өнімді ерітінді	48334	8700	Қаныққан шайыр Ambersep 920 UCl-(SO <sub>4</sub> ) <sup>2</sup>	24247	8604
Күшті негізді шайыр Ambersep 920 UCl-(SO <sub>4</sub> ) <sup>2</sup>	15643		Сорбциядағы аналық ерітінді	39730	96
Барлығы	63977	8700	Барлығы	63977	8700

Осылайша, тәулігіне шайырдағы уран мөлшері - 8700 кг, ал жылына - 3175500 кг құрайды.

## 2.5 Десорбциялау үрдісі

Десорбция сорбцияның қарама қарсы процесі болып келеді, сол себепті уранның тиімді десорбциясы үшін сорбция кезінде депрессивті әсер ететін реагенттерді қолданады. Сол себепті десорбцияны NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> аммиак селитрасымен 200 – 250 г/л концентрациясымен өткіземіз.

Десорбция фазалардың көрсеткіші Қ:С = 1:1,5 арақатынасында жүргізіледі. Содан кейін десорбциялаушы ерітіндінің көлемі құрайды:

$$24247 \cdot 1,5 = 36370,5 \text{ (кг/күн)}$$

Десорбциялаушы ерітіндінің шығынын есептеу:

а) аммоний нитраты шығыны

$$GNH_4NO_3 = 220 \cdot 36,37 = 8001,4 \text{ (кг/күн)};$$

б) су шығыны тиісінше құрайды:

$$36370,5 - 8001,4 = 28369,1 \text{ (кг/күн)}.$$

Таварлық десорбаттың шығымын есептеу:

а) уранның шығуы десорбция процесінде 99.7 %, сонда:

$$8604 \cdot 0,997 = 8578,1 \text{ (кг/күн)}.$$

б) шайыр құрамындағы қалған уранның мөлшері:

$$8604 - 8578,1 = 25,9 \text{ (кг/күн)}.$$

Кесте 4 – десорбция процесінің материалдық балансы

Кіріс			Шығыс		
Атауы	Саны, кг/тәул		Атауы	Саны, кг/тәул	
	Жалпы саны	Құрамындағы уран		Жалпы саны	Құрамындағы уран
Қаныққан шайыр Ambersep 920 UCl- (SO4) <sup>2</sup>	24247	8604	Тауарлық десорбат	36370,5	8578,1
Десорбциялаушы ерітінді: NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O	15643 8001,4 28369,1		Қалпына келтірілген смала	24247	25,9
Барлығы	60617,5	8604	Барлығы	60617,5	8604

Осы есептің қорытындысы бойынша тауарлық десорбаттағы тәулігіне уран мөлшері – 8578,1 жылына –31310005,5 кг.

### 3 Экономикалық бөлім

#### 3.1 Уранды сорбциямен бөліп алудың экономикалық есептеулері

- 1) Сорбенттің бағасы : 1000 АҚШ доллары / тонна.
- 2) Сорбциялау тиімділігі : 90 %.
- 3) Бастапқы ертіндідегі уран концентрациясы : 0,5 г / л.
- 4) Ертіндінің көлемі (V): 10000 л.
- 5) Уранның нарықтық бағасы : 130 АҚШ доллары / кг.
- 6) Сорбенттің уранды сыйымдылығы : 10 кг уран / тонна сорбент.

Есептеу қадамдары:

Ертіндідегі уранның жалпы мөлшері:

$$M_u = C_0 \cdot V = 0.5 \text{ г/л} \cdot 10000 \text{ л} = 5000 \text{ г} = 5 \text{ кг.}$$

Сорбцияланған уранның мөлшері:

$$M_{u, \text{ сорбент}} = M_u \cdot \eta = 5 \text{ кг} \cdot 0.9 = 4,5 \text{ кг}$$

Қажетті сорбенттің мөлшері:

$$M_s = M_{u, \text{ сорбент}} / Q_s = 4,5 / 10 = 0,45 \text{ тонна.}$$

Сорбенттің құны:

$$C_{\text{сорбент}} = M_s \cdot C_s = 0.45 \text{ тонна} \cdot 1000 \text{ доллары / тонна} = 450 \text{ доллары.}$$

Уранды сатудан түскен табыс:

$$R_u = M_{u, \text{ сорбент}} \cdot C_u = 4.5 \text{ кг} \cdot 130 \text{ доллары/кг} = 585 \text{ доллары.}$$

Жалпы пайда:

$$\text{Пайда} = R_u - C_{\text{сорбент}} = 585 \text{ доллары} - 450 \text{ доллары} = 135 \text{ доллары}$$

Бұл мысалда, уранды сорбция арқылы бөліп алу процесі үшін сорбенттің құнын ескергенде, жалпы табыс 135 АҚШ долларын құрайды. Бұл есепте тек сорбенттің құны мен уранды сатудан түскен табыс қарастырылған. Толық экономикалық талдау жүргізу үшін басқа да шығындар (еңбек күші, энергия, кондырғылар, пайдалану шығындары және т.б.) ескерілуі тиіс.



## 4 Қауіпсіздігі мен еңбекті қорғау бөлімі

### 4.1 Уран өндірісінен туындайтын зардаптар мен зақымдардың сипаттамасы

Уран өндіру үрдісінің барлық сатыларында, біреулерінде аз, біреулерінде көп немесе өте көп өндірістік зардаптар мен зақымдардың потенциалды шығу көздері бар.

Электр тогы, механикалық құрылғы және т.б себеп болып табылатын әдеттегі өндірістік зақымдар нәтижесінде туындайтын организмді зақымдаудың жалпы қауіпсіздігіне қоса, улы және күйдіретін заттарды қолданатын химиялық өнеркәсіпке тән химиялық зақымдану қаупі де бар. Мысалы, мұндай зақымдар мен кәсіби ауруларды ыстық концентрленген күкірт және азот қышқылдары, азоттың қос тотығы, сусыз аммиак, сутегі, жанғыш заттар, уландыратын ертінділер мен басқа да бірнеше қауіпті заттар келтіруі мүмкін.

Уран өндірісіне тән фторлы заттарды: фторсутекті қышқылды, сусыз фторлы сутегін (булар) және элементарлы фторды (фтор-газ) ерекше атап өткен жөн.

Бұлар, ол заттардың қасиеттерін және оларды қолданудың тәртіптерін білмейтіндер үшін аса қауіпті де қорқынышты заттар. Дегенмен де, уранның өзі және оның қоспалары тірі организмдер үшін аса қауіпті улы заттар болып табылатын, зардапты заттар. Бұлардың зардабы, жалпыға мәлім мышьяк, фосфор, сынап, қорғасын, сурьма және т.б өнеркәсіптік улы заттар зияндылығымен тепе-тең.

Уранның тұздары (нитраттар, ацетаттар, сульфаттар) жеңіл еритін және организммен жақсы қабылданатын қоспалар ретінде ерекше улы. Уранның төрт валентті тұздары, олардың салыстырмалы түрде жеңіл тотығуына байланысты қауіпті.

Уран тұздары, бірнеше кезекте бүйректерді зақымдайды және олардың науқастарын – нефриттерді тудырады, зат алмасу органдарын зақымдай отырып, сүт қоректіліердің, соның ішінде адамдар организмне де зиянды әсер етеді. Уран тұздарының әсерімен қандағы қышқылды – сілтілік тепе-теңдік бұзылады, бауыр мен бүйректер клеткаларының өзгерістері орын алады.

Уран тұздары организмге енген кезде ас қорыту қалпы бұзылады, ішкі органдардың жұқа қабықшалары зақымданады, қанның қоюлануы төмендейді. Жануарлардың (қоян, мысық, ит) 1кг салмағына уранның 1 – 3 мг-н терінің астына жіберу өлімге әкеп соғады. Демек уранның физиологиялық зардабы орасан зор және бұл өнеркәсіптік улы заттың адамдардың организмне түсу жолдарын тиісті өндірістік үрдіс ұйымымен толығымен және кепілді түрде жою керек.

Дегенмен де, уран оның радиоактивтілігімен сипатталатын, өзіне тән қосымша қасиеттерге ие. Уран кені, уранды концентраттар мен кейбір уранды өнімдер  $\alpha$  – ,  $\beta$  – және  $\gamma$  – активтілігіне ие екені мәлім, бұл уран қоспаларының

адам организміне әсер етуінің қауіптілігін жоғарылатады. Сондықтан, уран өндіріуші кәсіпорындарда, кәсіби зардаптар мен уранның улылығымен сәуле алу зардабын да қатал түрде есепке алу керек.

$\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -сәулелерінің зиянды әсері тірі организмдер денесінің атомдары мен молекулаларының иондалуымен сипатталады, бұл оның (денесінің) химиялық құрамының қатты өзгеруіне, жаңа қосылыстардың құрылуына, былайша айтқанда, дененің белоктық құрылысының бұзылуына әкеп соғады. Ал бұл, организмдегі биохимиялық үрдістің түбегейлі бұзылуы мен зат алмасудың бұзылуына алып келеді.

Зиянды бөлшектер тірі организмдердің денелері ішінен жүре отырып, атомдардың электрондармен соқтығысады және өзінің соңынан дененің тірі заттары молекулаларының орны болмыс зардапқа әкеп соғатын иондар тізбегін қалдырады.

$\alpha$ -,  $\beta$ - және  $\gamma$ -сәулелерінің табиғаты әртүрлі болғандықтан, олардың қасиеттері де әр түрлі болады.

Қоршаған ортадағы сәулелердің кез келген түрінің бойға сіңірілген дозасы ұғымы қолданылады, бұл ұғым сәуле түскен  $\Delta m$  – зат массасы бірлігі мен сіңірілген  $\Delta E$  – энергия түрінде анықталады.

Сәулелердің сіңірілген дозасының бірлігі ретінде джоуль – килограмм (Дж/кг) қабылданады. Сәулелердің сіңірілген дозасының жүйеден тыс бірлігі – рад; 1 рад кез келген заттың 1 грамына сіңірілген энергияның 100 эргісіне сәйкес келеді, 1 рад = 100 эрг/г.

Радиациялық қауіпсіздік ережелерімен рұқсат етілген доза мөлшері бекітілген, бұл дегеніміз – 50 жыл аралығында біркелкі әсер еткен кезде қазіргі әдістермен анықталынбайтын, денсаулыққа байланысты қолайсыз өзгерістерге әкеп соқпайтын, бір жыл аралығында қызметкерге әсер ететін эквивалентті дозаның ең жоғарғы мәні. Адамның ионизациялайтын сәулелер өрісінде тұрақты сәуле алуының радиациялық қауіптілігі, сәулелердің жеке түрлері мен тиісті сапа коэффициенттерінің  $KK_i$  және бөлу коэффициенттерінің  $KP_i$ , сіңірілген дозаларға көбейтіндісі арқылы анықталады.

Уран өнімдерін қышқылдармен еріту кезінде, тұндыру, сүзу, ион алмасу сорбциясы мен экстракция үрдістері кезінде, әсіресе шаң-тозаң бөлінетін уран өнімдерін кептіру, күйдіру, өлшеп орау мен салмағын өлшеу операциялары уақыттарында бұл заттар шаң тозаңдарының пайда болуымен бірге, адамдарды зақымдаудың қауіпті көзі – уран қоспаларының зиян тасымалдаушы аэрозольдары қауіптілігі сол, олар организмге бірте-бірте жиналады, яғни олардың әсері кумулятивті сипатқа ие.

Сондықтан, еңбек жағдайлары қауіпсіздігін бұзуды болдырмау мәселесі бойынша аса қатаң шаралар қажет. Кеңес мемлекеті урандық өнеркәсіпте жұмыс атқарушылардың техникалық қауіпсіздігі мен еңбекті қорғау мәселелеріне қаржы-қаражаттарды аямады және қауіпсіз жұмыс ережелерінің мен талаптарының орындалуына өте қатаң бақылау жасады. Уран зауыттары еңбекшілерінің денсаулықтарын қорғайтын, бұл кеңес заңдары. Уран және оның

көспаларын өндіретін бірде-бір кәсіпорын денсаулық сақтау органдарында рұқсатынсыз өндіріспен айналыса алмайды.

## 4.2 Қызметкерлерді зиянды зақымдардан қорғау шаралары

Уран өнімдерінің зиянды әсерлерінен қызметкерлерді тиімді түрде қорғауды табысты жүзеге асырудың сөзсіз бірінші шарты болып табылатын – БҰО технологиялық үрдістер мен жабдықтауды дұрыс жобалау, яғни өндірістік шешімдердің инженерлік формалары. Бұл – еңбекті қорғау мәселесі бойынша жасалатын келесі жұмыстардың табыс кепілі.

Шаң және аэрозольдармен күрес ерекше мәнге ие. Әдеттегі өндірістерде еленбейтін көрініс болып табылатын шаң көздері уран өндірісінде аса қауіпті болуы мүмкін. Мысалы, әдеттегі жай жарық сәулесінде ғана көрінетін, құрамында уран бар шаң, қауіпсіз жұмыс нормасынан шамамен 1000 есе асып түсетін зиян көзі болып табылады.

Шаң және аэрозольдармен күресу үшін қандай шаралар қолданылады? Ол шаралар бірнешеу және олар бір – бірін өзара толықтырады.

- 1) Жабық герметикалық жүйелерді қолдану, құрамында уран бар заттарды адамдардан тұтас және мүлдем аластату.
- 2) Жергілікті сорып алатын, желдеткіштермен қамтамасыз етілген қондырғыларды қоршап қою (герметикалық жабықтарды қолданған кездің өзінде де).
- 3) Қондырғылар мен құрал - жабдықтардың тығыз орналасуын болдырмау, шандардан жиі - жиі және мұқият тазалау үшін аппаратуралар мен бөлме қабырғаларының ашық болуы.
- 4) Цехта сүзгіден өткен таза (қыс мерзімінде жылы ауа) ауа беретін және бөлініп шығатын ауаны шаң мен аэрозольдардан тазартатын - ауа әкеліп және ауаны сорып шығаратын қуатты жалпы желдеткіш болуы.
- 5) Шаң тудыратын операциялар үшін жергілікті сорып алғыштар, сорып шығаратын универсалды шкафтардың болуы.
- 6) Технологиялық үрдістерді барынша механизациялау автоматтандыру және қашықтық басқару.
- 7) Қызметкерлердің өнімді ұстауын болдырмау.
- 8) Атмосфераға шығарылатын барлық газдарды міндетті түрде тазалау.

Уранмен жұмыс істейтін адамдарға арналған сәуле алудың рұқсат етілген дозасы мөлшеріне (РЕДМ) сәйкес келетін тірі организмдер органдары мен денелерінде уран болуының қатаң рұқсат етілген шектері, сондай-ақ жұмыс бөлмелері ауасында уран концентраттары таралуының шектік нормалары заң бойынша бекітілген.

Уран өнеркәсіп кәсіп орындары үшін дезактивтейтін ертінділерді (сода және т.б) қолдану арқылы ылғалдық жинастыру (жуып-тазалау) қарастырылады. Өндірістік ертінділер мен ұнтақ тәріздес қатты өнімдердің кездейсоқ төгілген және шашылған қалдықтары тез арада жойылуы керек.

Едендердің, қабырғалардың, аппаратуралардың және т.б беткі қабатындағы радиоактивті ластар анықтау шараларымен, бақылау көмегімен жүйелі түрде тексеріледі. Еңбек тәртібі – бұл қызметкерлердің өндірістегі кең көлемдегі ережелер мен мінез – құлықтарды орындаудан тұратын үлкен комплекс. Мұндағы басты нәрсе – бұл техника қауіпсіздігін кішігірім бұзуға қатысты мәселелерге жауаптылықпен қарауға және төзуге болмайтындыққа тәрбиелеу.

### **4.3 Жер асты және жер бетін қорғау**

Жербеті мен жерасты суларын ластауға әсерін тигізетін факторлар:

- Тазаланбаған немесе жеткілікті деңгейде тазаланбаған және тұрмыстық ағынды сулар;
- Құбырлармен аппараттардан шыққан зиянды заттардың ағыны;
- Беттік және атмосфералық сулардың сүзу арқылы радиациялық залалданған аймақта немесе сақтау, дайын өнімді тасымалдау кезінде ластануы;
- Өнімді және шаймалаушы ерітіндіні ұңғыма арқылы жер бетіне немесе жер астына айдау кезінде әртүрлі жағдайларға байланысты ағындар бағытының өзгеруі.

Жерасты суларына жерасты ұңғымалық шаймалау әдісімен өндірілетін өнімді ерітінді сутектік орта көрсеткіші және құрамы, уранның жоғары концентрациялы үлесі табиғи радионуклидтердің қуаттылығына байланысты. Сонымен қатар кеннің құрамындағы топырақпен сулардағы белгілі химиялық ластағыштар көрсеткіштерінің өзгеруіне байланысты бақылағыш ұңғымалар орнатып, тігінен есептелініп тұрады.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Уран қасиеті ерекше металл. Уран қоры бойынша әлемдік қордың 21 % мөлшері Қазақстанда, өндірісі көлемі бойынша да алдыңғы орындарда.

Уранның минералды түріне байланысты Қазақстанда уранды жерасты шаймалау технологиясымен өндіреді. Өнімді ерітіндіден уранды сорбциялау және оның негігі көрсеткіштерін анықтау зерттеудің мақсаты болып табылды.

Дипломдық жұмыста «КазАтомПром» акционерлік қоғамына тиесілі Қызылорда облысының Жаңақорған ауданында орналасқан «Хорасан ЖШС» жалпы жұмыс жасау принциптері қарастырылды.

Сорбция, десорбция және денитрация процестерінің негізгі көрсеткіштерін анықтау және дәл есептеу, сондай-ақ аппараттардың жұмыс жасау принциптерімен білу және басқару сапалы уран оксидін – сары кекті алуға тікелей өз септіктерін тигізеді.

Диплом жұмысында сорбенттің құны мен уранды сатудан түскен табыс есептеліп, уран өндірісіндегі еңбекті қорғау, қоршаған ортаны қорғау іс-шаралары қарастырылды.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Катс Е.М., Никашина В.А., Серова И.Б. Сорбциялық және хроматографиялық процестер. – 2014 -130б.
- 2 Аликулов Ш. Ш., Каршибоев Ш. Б. У., Жалилов Г. Б. У. Изучение основы сорбционной технологии переработки урановых растворов–2021 -276 б.  
URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-produktivnyh-rastvorov-skvazhinnogo-podzemnogo-vyschelachivaniya-k-sorbtsii-urana>
- 2 Бектай Е.К , Турысбекова Г.С Геохимия урана. – 2015 – 267 б.
- 3 Шаутенов М.Р. Уран шикізаттарының өнімді ерітіндісін өңдеу (оқуәдістемелік кешені. – ҚазҰТУ, 2013) - 97 б.
- 4 Добыча урана методам подземного выщелачивания / Под ред. Мамилова В.А. - М.: Атомиздат, 1980 – 85 б.
- 5 Болотников Л. Е. Технологическое проектирование производства редких металлов. - М.: Металлургия, 1973 – 285 б.
- 6 Громов В.В. Уранның химиялық технологиясына кіріспе.– М.: Атомиздат, 1978 – 58 б.
- 7 Винницкий В. А. и др. Сорбция урана из сернокислых сред и его очистка от примесей с использованием высокоосновных анионитов. –2020 -56 б. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48217677>
- 8 Рачкова Н. Г. Поглощение урана из водных растворов нитрата уранила и подзолистой почвы гидролизным лигнином древесины. – 2004. -25 б.
- 9 Рачкова Н. Г., Шуктомова И. И. Распределение урана и тория в подзолистой почве, загрязненной их растворимыми соединениями // Геохимия. – 2015. – 57 б.
- 10 Голик В.И., Бурдзиева О.Г. Уранды үйіндіде шаймалау кезіндегі экологиялық мүмкіндіктерді зерттеу // Өнеркәсіптегі еңбек қауіпсіздігі. – 2017. – 24 б.
- 11 НАК «КАЗАТОМПРОМ «Инструкция по апробированию анионообменных смол и технические требования № 001» 2005 г. - 240 б.
- 12 Жерасты шаймалау әдістерімен уран өндіру / В.А.Мамилов ред. – М.: Атомиздат. – 1980 – 85 б.
- 13 Шаутенов М.Р. Алтын мен уран кендерін және олардың өнімдерін өңдеу (оқу-әдістемелік кешені. – ҚазҰТУ, 2012) -78 б.