

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Елмұратұлы Нұрали

Амберсеп 920U ион алмастырғыш шайырының уран өндірісіндегі сорбциялық қасиеттерін  
зерттеу

Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту ББ

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**  
МжПҚБ кафедра меңгерушісі  
техн.ғыл. канд., қауым.проф.  
М.Б. Барменшинова  
«11» 06 2024 ж.

Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

Тақырыбы: «Амберсеп 920U ион алмастырғыш шайырының уран өндірісіндегі сорбциялық қасиеттерін зерттеу»

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту ББ

Орындаған

Елмұратұлы Нұрали

Рецензент:

PhD докторы, гидрометаллургия және BIOX  
цехының инженер-технологы.

Құрмансейтов М.Б.

«10» 06 2024 ж.

Ғылыми жетекшісі:

PhD докторы, қауымдастырылған  
профессор

Койшина Г.М.

«10» 06 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

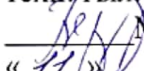
Ә.Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

**БЕКІТЕМІН**

МжПҚБ кафедра меңгерушісі  
техн. ғыл. канд., кауым. проф.

 М.Б. Барменшинова  
« 11 » 12 2023 ж.

**ТАПСЫРМА**

**дипломдық жобаны орындауға**

Білім алушы Елмұратұлы Нұрали

Тақырып: «Амберсеп 920U ион алмастырғыш шайырының уран өндірісіндегі сорбциялық қасиеттерін зерттеу»

Университет ректорының 2023 жылғы «04 желтоқсан» №548 бұйрығымен  
бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі « 10 » 06 20 24 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістер:

Амберсеп 920U ион алмастырғыш шайырының стандарты қасиеттері химиялық құрамы. Шарлы диірменнің және QicPic бөлшектер өлшемі анализаторының жұмыс жасау режимі. Динамикалық режимде зерттеу жүргізуге арналған зертханалық қондырғы.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

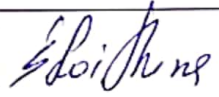

Кіріспе. Уранның тарихы. Ион алмастырушы шайырлардың сорбциялық қасиеттері. Зерттеу әдістемесі. "Ambersep 920U " шайырының механикалық беріктігін төмендетуді зерттеу. Алынған нәтижелерді талдап график, кесте құру.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер саны: 24

Дипломдық жобаны дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелер тізбесі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге ұсыну мерзімі	Ескертпе
Кіріспе бөлім	11.03.2024	
Негізгі бөлім	08.04.2024	
Технологиялық бөлім	29.04.2024	

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

Бөлімдердің атаулары	Кеңесшілер, А.Ж.Т. (ғылыми дәрежесі, атағы)	Күні қолы	Қолы
Жобаның технологиялық бөлімі.	Г.М. Койшина PhD доктор, қауым. профессор	05.06.2024	
Норма бақылау	Джуманкулова С.К. PhD доктор, аға оқытушы	05.06.2024	

Ғылыми жетекші



Койшина Г.М.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Елмұратұлы Н.

Күні

«02» 06 2024 ж.

## АНДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, негізгі бөлімнен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 28 беттік компьютерлік теруден, 1 сурет, 6 кестеден, 2 графиктен тұрады. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 24 атаудан құралған.

Жұмыстың мақсаты: Амберсеп 920U ион алмастырғыш шайырының уран өндірісіндегі сорбциялық қасиеттерін зерттеу.

Бұл дипломдық жобада уран өндірісінде қолданылатын Амберсеп 920U ион алмасу шайырының сорбциялық қасиеттерін қарастырамыз. Ambersep 920U шайыры иондарды тазарту және бөлу процесінде жоғары селективтілікпен және тиімділікпен сипатталады. Зерттеудің негізгі мақсаты-уранның сорбциясы мен десорбция процестерінің тиімділігі мен тұрақтылығын арттыру үшін осы шайырды қолданудың оңтайлы шарттарын анықтау. Тәжірибеде шайырдың гранулометриялық құрамын анықтау бойынша эксперименттер жүргізілді, динамикалық режимде сорбциялық-десорбциялық қасиеттері зерттелді, сондай-ақ материалдың пайдалану сипаттамаларын жақсартудың мүмкін жолдарын анықтау үшін алынған мәліметтерге талдау жасалды.

## АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, основной части, заключения и списка использованной литературы. Работа состоит из 28-страничного компьютерного набора, 1 рисунка, 6 таблиц, 2 графиков. Список использованной литературы состоит из 24 наименований.

Цель работы: исследование сорбционных свойств ионообменной смолы Амберсеп 920U в урановой промышленности.

В данном дипломном проекте мы рассмотрим сорбционные свойства ионообменной смолы Ambersep 920U, используемой в производстве урана. Смола Ambersep 920U отличается высокой селективностью и эффективностью в процессе очистки и разделения ионов. Основная цель исследования-определить оптимальные условия применения этой смолы для повышения эффективности и устойчивости процессов сорбции и десорбции урана. В ходе эксперимента были проведены эксперименты по определению гранулометрического состава смолы, исследованы сорбционно-десорбционные свойства в динамическом режиме, а также проведен анализ полученных данных для определения возможных путей улучшения эксплуатационных характеристик материала

## ANNOTATION

The thesis consists of a task, an introduction, the main part, a conclusion and a list of references. The work consists of a 28-page computer set, 1 figure, 6 tables, 2 graphs. The list of references-consists-of-24-titles.

The purpose of the work is to study the sorption properties of Ambersep 920U ion exchange resin in-the-uranium-industry.

In this graduation project, we wil consider the sorption properties of the Ambersep 920U ion exchange resin used in the production of uranium. Ambersep 920U resin is characterized by high selectivity and efficiency in the purification and separation of ions. The main purpose of the study is to determine the optimal conditions for the use of this resin to increase the efficiency and stability of the processes of sorption and desorption of uranium. During the experiment, experiments were conducted to determine the granulometric composition of the resin, sorption and desorption properties were studied in a dynamic mode, and the data obtained were analyzed to determine possible ways to improve the performance characteristics of the material.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Уран өндірісіне тарихи шолу	9
1.1 Уранның тарихы	9
1.2 Ион алмастырушы шайырлардың сорбциялық қасиеттері	10
1.3 Ambersep 920 U шайырын уран өндірісінде қолдану	11
2 Зерттеу әдістемесі	13
2.1 Зерттеулетін шайырды таңдау және сипаттамасы	13
2.2 Оптималды эксперименттік жағдайларды анықтау	14
2.3 Қолданылған терминдер	16
3 "Ambersep 920 U"шайырының механикалық беріктігін төмендетуді зерттеу	17
3.1 Ambersep 920 U шайырының бөлшектердің өлшемі бойынша таралуын анықтау	17
3.1.1 «Ambersep <sup>TM</sup> 920 U SO <sub>4</sub> » сорбенті бөлшектерінің үлесін анықтау	17
3.1.2 «Ambersep <sup>TM</sup> 920 U SO <sub>4</sub> » ион алмастырғыш шайырының механикалық беріктігін анықтау	18
3.2 Арнайы зертханалық қондырғыда" Amberseptm 920 U SO <sub>4</sub> " ионитінің сорбциялық-десорбциялық қасиеттерін анықтау үшін сынақтар жүргізу	19
3.3 Динамикалық режимде уранды сорбциялау	19
3.4 Алынған нәтижелерді талдау	23
Қорытынды	25
Әдебиеттер тізімі	27

## КІРІСПЕ

Технология мен өнеркәсіптің заманауи дамуы өндіріс процестерін және әртүрлі материалдарды өңдеуді үнемі жетілдіруді талап етеді. Маңызды салалардың бірі – атом энергетикасы мен басқа да ядролық технологияларды дамытуда шешуші рөл атқаратын уран өндірісі. Дегенмен, уран өндірумен байланысты процестер қауіпсіз және тиімді жұмысты қамтамасыз ету үшін жоғары тазалық пен тиімділікті талап етеді.

Бұл жұмыста уран өндірісіндегі Ambersep 920U ион алмастырғыш шайырының сорбциялық қасиеттерін зерттеу жүргізіледі. Ambersep 920U шайыры әртүрлі салаларда, соның ішінде уран өндірісінде қолданылатын ең көп таралған ион алмастырғыш материалдардың бірі болып табылады. Ол иондарды тазарту және бөлу процесінде жоғары селективтілігі мен тиімділігіне ие.

Жұмыстың бірінші тарауы осы салада жүргізілген зерттеулердің негізгі аспектілерін қарастыратын әдебиеттерге шолу жасауға арналады. Ambersep 920U шайырының негізгі қасиеттері, оның құрылымы мен химиялық құрамы, сондай-ақ уран өндірісінде қолданылатын ион алмасу принциптері мен әдістері талқыланады.

Екінші тарауда Ambersep 920U шайырының сорбциялық қасиеттерін зерттеу үшін қолданылатын тәжірибелік процедуралардың сипаттамасын қамтитын зерттеу әдістемесі ұсынылады. Уран иондарын және басқа элементтерді талдау әдістері, сондай-ақ эксперименттерде өзгертілетін параметрлер, мысалы, температура сипатталады.

Үшінші тарау Ambersep 920U шайырының сорбциялық қасиеттерін зерттеуге арналған. Түрлі ерітінділерден уран иондарын алу процесінде оның тиімділігі мен селективтілігін анықтау үшін тәжірибелер жүргізіледі. Сорбцияға әсер ететін әртүрлі факторлар, мысалы, уран ионының концентрациясы, ерітіндінің рН, ағын жылдамдығы және т.б. зерттеледі.

Соңғы тарауда алынған нәтижелер талданады және уран өндірісіндегі Ambersep 920U шайырының сорбциялық қасиеттері туралы қорытынды жасалады. Шайырдың артықшылықтары мен кемшіліктері, сондай-ақ оны әртүрлі жағдайларда қолдану мүмкіндіктері талқыланады.

Нәтижесінде, бұл жұмыс уран өндірісіндегі Ambersep 920U ион алмастырғыш шайырының сорбциялық қасиеттерін тереңірек түсінуге және оның тиімділігі мен пайдалану перспективаларын анықтауға мүмкіндік береді. Бұл уран өндіру процестерін одан әрі жетілдіру және оның тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыру үшін пайдалы болуы мүмкін.

Уран өндірісіндегі Ambersep 920U ион алмастырғыш шайырының сорбциялық қасиеттерін зерттеу уранды кендерден және радиоактивті қалдықтардан тазартудың және алудың тиімді әдістерін әзірлеу қажеттілігі тұрғысынан өте өзекті болып табылады. Уран атом энергетикасында және басқа салаларда қолданылатын маңызды стратегиялық ресурс болып табылады. Дегенмен, оны өндіру және өңдеу қоршаған ортаны ластау және қауіпті қалдықтарды құру проблемаларымен байланысты. Уранды сорбциялау және

қалпына келтіру үшін ион алмастырғыш шайырларды пайдалану уран кендері мен қалдықтарын өңдеудің тиімді және экологиялық таза әдісі бола алады, бұл бұл зерттеулерді жаңа технологияларды дамыту және уран өндірісінің тиімділігін арттыру үшін маңызды етеді.

«Амберсеп 920U ион алмастырғыш шайырының уран өндірісіндегі сорбциялық қасиеттерін зерттеу» жұмысының зерттеу объектісі болып уран кендерін өңдеу процесінде ерітінділерден уран алу үшін қолданылатын Амберсеп 920U ион алмастырғыш шайыры болып табылады. Зерттеу пәні – бұл шайырдың сорбциялық қасиеттері, яғни оның шайыр бетінде уранның иондық формаларын тиімді ұстап тұру қабілеті, сонымен қатар ерітіндінің рН, уран концентрациясы және ағыны сияқты әртүрлі факторлардың әсері. жылдамдығы, сорбция процесі бойынша. Зерттеу нәтижелері уран өндіру процесін оңтайландыруға және уран өндірісінде ион алмастырғыш шайырды пайдалану тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.



## 1 Уран өндірісіне тарихи шолу

### 1.1 Уранның тарихы

Уран өндірісі – атом энергетикасының маңызды салаларының бірі және ұзақ даму тарихы бар. Бұл бөлімде уран өндірісінің тарихи шолуы және әдебиеттерге шолу берілген. Зерттеу барысында осы тақырыпқа қатысты ғылыми-техникалық мақалалар, монографиялар, оқу құралдары және басқа да дереккөздер талданды. Қарау нәтижелері уран өндірісін дамытудың негізгі кезеңдерін, сондай-ақ осы саладағы негізгі проблемалар мен жетістіктерді анықтауға мүмкіндік берді.

Алғашқы ашылымдар мен зерттеулер.

Уран өндірісінің тарихы уран рудасының ашылуынан және уран элементінің өзінің ашылуынан басталады. Уран кенінің алғашқы ашылуы 18 ғасырдың аяғында әртүрлі елдерде жасалды. Алайда уран мен оның қасиеттерінің алғашқы ғылыми сипаттамасын неміс химигі Мартин Клопсток 1789 жылы ғана жариялады. Кейіннен уран кендері мен оларды пайдаланумен байланысты көптеген зерттеулер жүргізілді [1].

Өнеркәсіп өндірісінің дамуы

20 ғасырдың басында уран өндірісі өнеркәсіп саласына айналды. Уран өндіретін алғашқы ірі кәсіпорындардың бірі АҚШ-та 1910 жылы жұмысын бастаған завод болды. Осы кезеңде уран кендерін алудың және байытудың әртүрлі әдістері жасалып, енгізілді. Өндіріс тиімділігін арттыру үшін жаңа технологиялар мен жабдықтарды әзірлеуге ерекше көңіл бөлінді [2].

Екінші дүниежүзілік соғыс кезінде уран өндіру

Екінші дүниежүзілік соғыс кезінде уран өндіру ерекше маңызға ие болды. «Орница» деп аталатын уран қорытпасы ядролық қару жасауда қолданылған. Осы кезеңде уран қорытпаларын өндіретін және уранды байытатын арнайы зауыттар құрылды. Осындай зауыттардың бірі АҚШ-тағы Ханфорд алаңы болды, ол Екінші дүниежүзілік соғыс кезінде ең ірі уран өндірушілердің біріне айналды [3].

Уран өндірісіндегі мәселелер мен жетістіктер

Қауіпсіздік және экологиялық мәселелер

Уран өндіру бірқатар қауіпсіздік және экологиялық мәселелермен байланысты. Негізгі проблемалардың бірі – уранды байыту процесінде пайда болатын радиоактивті қалдықтарды басқару. Бұл қалдықтардың құрамында қоршаған ортаға және адам денсаулығына қауіпті болуы мүмкін радиоактивті изотоптар бар. Бұл мәселені шешу үшін радиоактивті қалдықтарды өңдеу мен сақтаудың әртүрлі әдістері әзірленді.

Технологиялық жетістіктер

Уран өндірісін дамыту барысында айтарлықтай технологиялық жетістіктерге қол жеткізілді. Осындай жетістіктердің бірі уранды байыту үшін ион алмасу әдісінің дамуы болды. Бұл әдіс уран изотоптарын тиімді бөлуге және атом энергетикасында қолданылатын жоғары байытылған уранды алуға

мүмкіндік береді. Уран кендерін өңдеу және уран қорытпаларын өндіру үшін де жаңа материалдар мен технологиялар әзірленді.

Әдебиеттерді шолу нәтижесінде уран өндірісін дамытудың негізгі кезеңдері және осы салаға байланысты проблемалар анықталды. Дегенмен, бұл салада, әсіресе, уранды байытудың жаңа технологиялары мен әдістерін әзірлеуде айтарлықтай жетістіктерге қол жеткізілді. Уран өндірісін одан әрі дамыту қауіпсіздік пен экология саласындағы күш-жігерді, сондай-ақ өндіріс тиімділігін арттыру үшін жаңа технологияларды енгізуді талап етеді.

## **1.2 Ион алмастырушы шайырлардың сорбциялық қасиеттері**

Ион алмастырғыш шайырлар әртүрлі салаларда, соның ішінде химия, фармацевтика, тамақ және ядролық өнеркәсіпте кеңінен қолданылатын материал болып табылады. Ядролық өндірістегі маңызды міндеттердің бірі – радиоактивті қалдықтарды өңдеу, оның ішінде уран өндірісі. Осы мақсатта радиоактивті заттарды сорбциялау процесінде жоғары селективтілігі мен тиімділігі бар ион алмастырғыш шайырлар жиі қолданылады.

Ион алмастырғыш шайырлардың сорбциялық қасиеттері

Ион алмастырғыш шайырлардың сорбциялық қасиеттері олардың құрылымымен және химиялық құрамымен анықталады. Ион алмастырғыш шайырлардағы сорбцияның негізгі механизмі ерітіндідегі иондар мен шайыр бетінде байланысқан иондар арасында болатын ион алмасу болып табылады. Бұл процесс шайыр иондарына иондардың ұқсастығының айырмашылығына негізделген және ерітіндіден әртүрлі иондарды тиімді түрде жоя алады [4].

Ион алмастырғыш шайырлардың маңызды сипаттамаларының бірі олардың сыйымдылығы, яғни олардың бетінде байланыса алатын иондар саны. Шайырдың сыйымдылығы оның құрылымына, бөлшектерінің өлшеміне, кеуектілігіне және химиялық құрамына байланысты. Үлкен шайыр сыйымдылығы ерітіндінің үлкен көлемін өңдеуге мүмкіндік береді және сорбция процесінің тиімділігін арттырады [5].

Ион алмастырғыш шайырлардың тағы бір маңызды параметрі олардың селективтілігі болып табылады. Селективтілік шайырдың ерітіндіден арнайы иондарды тандап, оларды оның бетіне байланыстыру қабілетімен анықталады. Бұл қасиет шайырға иондардың ұқсастығының айырмашылығына негізделген және сорбция процесі кезінде әртүрлі иондарды тиімді бөлуге мүмкіндік береді [6].

Уран өндірісінде қолданылатын ең көп таралған ион алмастырғыш шайырлардың бірі - Ambersep 920U. Бұл шайырдың уран үшін жоғары селективтілігі бар және оны ерітіндіден тиімді түрде тазартуға мүмкіндік береді. Ambersep 920U жоғары сыйымдылыққа ие және үлкен көлемдегі ерітінділерді өңдей алады, бұл оны уран өндірісінде пайдалану үшін тамаша материал етеді.

Ambersep 920U ион алмастырғыш шайырының сорбциялық қасиеттеріне жүргізілген зерттеулер оның уранды сорбциялау процесінде тиімділігі жоғары

екенін көрсетті. Бұл шайыр ерітіндіден уранның 99% дейін қалпына келтіре алады, бұл оны уран өндірісінде қолдануға арналған ең тиімді шайырлардың біріне айналдырады.

Сонымен қатар, зерттеулер Ambersep 920U шайыры жоғары тұрақтылық пен беріктікке ие екенін көрсетті. Сорбциялық қасиетін жоғалтпай ұзақ уақыт қолдануға болады. Бұл оны уран өндірісінде пайдалану үшін сенімді және үнемді материал етеді.

Қорытындылай келе, ион алмастырғыш шайырлар радиоактивті қалдықтарды өңдеуде, соның ішінде уран өндірісінде маңызды құрал болып табылады. Ambersep 920U шайыры осы салада қолдануға арналған ең тиімді шайырлардың бірі болып табылады. Оның жоғары селективтілігі мен сыйымдылығы бар, бұл ерітіндіден уранды тиімді алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ол өте тұрақты және берік, бұл оны уран өндірісінде пайдалану үшін сенімді және үнемді материал етеді.

### **1.3 Амберсеп 920U шайырын уран өндірісінде қолдану**

Уран өндіру – уранды өндіруді, байытуды және өңдеуді қамтитын атом энергетикасының маңызды саласы. Уран өндірудегі негізгі процестердің бірі – ядролық реакторлардың жұмысына қажетті U-235 изотопының құрамын арттыратын уранды байыту. Уранды байыту әдістерінің бірі ион алмасу хроматографиясы болып табылады, онда арнайы ион алмастырғыш шайыр қолданылады.

Уран өндірісінде қолданылатын ең көп таралған ион алмастырғыш шайырлардың бірі - Ambersep 920U шайыры. Бұл шайырдың уран үшін жоғары селективтілігі бар және уран ерітінділерінен қоспаларды және басқа радионуклидтерді жақсы кетіреді. Бұл бөлімде біз әдебиеттерге шолу негізінде уран өндірісінде Ambersep 920U шайырын қолданудың негізгі аспектілерін қарастырамыз [7].

**Ambersep 920U шайырының қасиеттері**

Ambersep 920U шайыры - уран үшін жоғары сыйымдылығы бар жоғары негізді ион алмастырғыш шайыр. Оның сфералық пішіні және бөлшектерінің диаметрі 0,3-тен 1,2 мм-ге дейін. Ambersep 920U шайыры катион алмасудың жоғары дәрежесіне ие, ол шайыр бөлшектерінің бетінде уран және басқа металл иондарын тиімді ұстауға мүмкіндік береді [8].

**Ambersep 920U шайырын уранды байыту процесінде қолдану**

Ambersep 920U шайыры уранды байыту процесінде уран ерітінділерінен қоспаларды және басқа радионуклидтерді жою үшін қолданылады. Ол уранды байытудың стационарлық және жылжымалы жүйелерінде де қолданылуы мүмкін. Стационарлық жүйелерде Ambersep 920U шайыры уран ерітінділері өтетін бағандарға оралған. Қозғалыс жүйелерінде Ambersep 920U шайыры суспензияда қолданылады, ол өңдеу зауыттары арқылы айналады.

Ambersep 920U шайыры арқылы уранды байыту процесі ион алмасу принципіне негізделген. Уран иондары басқа металдардың иондарын алмастыра отырып, шайырдың белсенді орталықтарымен әрекеттеседі. Шайыр уранмен қаныққаннан кейін ол регенерациядан өтеді, нәтижесінде уран иондары бөлініп, әрі қарай пайдалануға болады.

Ambersep 920U шайырын уран өндірісінде қолданудың артықшылықтары мен кемшіліктері

Ambersep 920U шайырын уран өндірісінде қолданудың бірқатар артықшылықтары бар. Біріншіден, шайырдың уран үшін жоғары селективтілігі бар, бұл уран ерітінділерінен қоспаларды және басқа радионуклидтерді тиімді жоюға мүмкіндік береді. Екіншіден, шайырдың уран үшін жоғары сыйымдылығы бар, бұл жабдықтың құнын азайтады және уранды байыту процесінің өнімділігін арттырады. Үшіншіден, Ambersep 920U шайыры оңай қалпына келтіріліп, шайырды қайта пайдалануға мүмкіндік береді және жаңа шайыр сатып алу құнын азайтады.

Дегенмен, Ambersep 920U шайырын қолданудың кейбір кемшіліктері де бар. Біріншіден, шайыр ұзақ уақыт пайдалану кезінде деградацияға ұшырауы мүмкін, бұл оның тиімділігін төмендетеді және шайырды ауыстыруды қажет етеді. Екіншіден, шайыр кейбір радионуклидтерге сезімтал болуы мүмкін, бұл олардың жиналуына және уранды байыту процесінің нашарлауына әкелуі мүмкін. Үшіншіден, Ambersep 920U шайыры қымбат болуы мүмкін және айтарлықтай сатып алу мен техникалық қызмет көрсету шығындарын талап етеді.

Ambersep 920U шайыры уран өндірісіндегі маңызды құрал болып табылады, ол уран ерітінділерінен қоспаларды және басқа радионуклидтерді тиімді жоя алады. Ол уран үшін жоғары селективті, жоғары сыйымдылыққа ие және оңай қалпына келеді. Дегенмен, Ambersep 920U шайырын пайдалану шайырдың ыдырауы, кейбір радионуклидтерге сезімталдығы және жоғары құны сияқты кейбір кемшіліктерге ие. Ambersep 920U шайырын одан әрі зерттеу және дамыту оның қасиеттерін жақсартуға және уран өндірісінде пайдалану шығындарын азайтуға көмектесуі мүмкін.

## 2 Зерттеу әдістемесі

### 2.1 Зерттеулетін шайырды таңдау және сипаттамасы

Бұл жұмыс уран өндірісіндегі Ambersep 920U ион алмастырғыш шайырының сорбциялық қасиеттерін зерттейді. Осы мақсатқа жету үшін келесі зерттеу әдістемесі әзірленді.

Сынақ шайырын таңдау

Зерттеу үшін ион алмастырғыш шайырды таңдау оның уран өндірісінде кеңінен қолданылуымен негізделді. Ambersep 920U - ерітінділерден уран алу үшін қолданылатын ең көп таралған ион алмастырғыш шайырлардың бірі. Оның уран үшін жоғары селективтілігі және басқа иондар үшін жақсы сыйымдылығы бар, бұл оны зерттеу үшін тамаша объект етеді [9].

Зерттелетін шайырдың сипаттамасы

Ambersep 920U – стирол-дивинилбензол матрицасына негізделген қатты қышқыл катионалмастырғыш шайыр. Ол уран иондарымен әрекеттесу үшін үлкен бетті қамтамасыз ететін жоғары дәрежелі ретикулярлыққа ие. Шайырдың орташа бөлшектерінің мөлшері 500-700 мкм, бұл ион алмасу процесі үшін оңтайлы жағдайларды жасауға мүмкіндік береді [10].

Зерттелетін шайырдың негізгі сипаттамаларын анықтау үшін келесі зерттеулер жүргізілді.

1. Сорбциялық қасиеттерді зерттеу

Ambersep 920U сорбциялық қасиеттерін бағалау үшін уранды жасанды ерітінділерден сорбциялау бойынша тәжірибелер жүргізілді. Шайырдың сорбциялық қабілетінің ерітіндідегі уран концентрациясына, жанасу уақытына, ортаның рН және температураға тәуелділігі зерттелді. Эксперименттік нәтижелер Ambersep 920U шайырында уранды сорбциялаудың оңтайлы шарттарын анықтауға мүмкіндік берді.

2. Электрохимиялық қасиеттерді зерттеу.

Ambersep 920U электрохимиялық қасиеттерін анықтау үшін циклдік вольтметрия көмегімен тәжірибелер жүргізілді. Тотығу және тотықсыздану потенциалдары және электрохимиялық белсенділік сияқты шайырдың электрохимиялық сипаттамалары зерттелді.

3. Термиялық тұрақтылықты зерттеу.

Ambersep 920U термиялық тұрақтылығын анықтау үшін шайырды әртүрлі температураға дейін қыздыру арқылы тәжірибелер жүргізілді. Зерттеу шайырдың сорбциялық қасиеттерін сақтайтын температура диапазонын анықтауға мүмкіндік берді.

Қорытындылай келе, уран өндірісіндегі Ambersep 920U ион алмастырғыш шайырының сорбциялық қасиеттерін зерттеу әдістемесі зерттелетін шайырды таңдау мен сипаттауды, сорбциялық қасиеттерін, сорбциялық кинетикасын, электрохимиялық қасиеттерін және термиялық тұрақтылығын зерттеуді қамтиды. Бұл зерттеулер осы шайырды уран өндірісінде қолдану мүмкіндіктерін

толық түсінуге және оны пайдаланудың оңтайлы шарттарын анықтауға мүмкіндік береді.

## **2.2. Оптималды эксперименттік жағдайларды анықтау**

«Уран өндірісіндегі Ambersep 920U ион алмастырғыш шайырының сорбциялық қасиеттерін зерттеу» атты бұл жұмыс уран ерітінділерін өңдеу кезінде осы шайырдың сорбциялық қасиеттерін зерттеудің оңтайлы тәжірибелік шарттарын анықтауға бағытталған зерттеу әдістемесін ұсынады.

Эксперимент жүргізбес бұрын зерттеудің мақсатын анықтау қажет. Бұл жағдайда Ambersep 920U ион алмастырғыш шайырының сорбциялық қасиеттерін зерттеу және уран ерітінділерін өңдеу процесінде оның тиімділігін анықтау мақсаты қойылады. Бұл мақсатқа жету үшін зерттеудің келесі кезеңдерін орындау қажет [11].

Бірінші қадам - үлгілер мен реагенттерді дайындау. Бұл зерттеуде үлгі ретінде Ambersep 920U ион алмастырғыш шайыры, ал реагенттер ретінде әртүрлі концентрациядағы уран ерітінділері қолданылады. Кез келген ықтимал ластаушы заттарды жою және таза үлгі алу үшін шайыр үлгілері алдын ала өңделуі керек. Реагенттер де барлық қажетті сақтық шараларымен дайындалуы керек.

Екінші кезең – эксперимент жүргізу. Ол үшін ең дәл және сенімді нәтижелерді қамтамасыз ететін оңтайлы эксперименттік жағдайларды таңдау қажет. Анықтауды қажет ететін негізгі параметрлердің бірі - ерітіндідегі уран концентрациясы. Ол үшін әртүрлі уран концентрацияларымен бірқатар тәжірибелер жүргізіп, қай концентрацияда сорбция тиімдірек екенін анықтауға болады[12].

Сондай-ақ шайыр мен ерітінді арасындағы жанасу уақытын анықтау қажет. Ол үшін әртүрлі уақыт интервалдарымен тәжірибелер жүргізіп, қай жанасу уақытында сорбцияның ең үлкен дәрежесіне қол жеткізілетінін анықтауға болады. Шайыр мен ерітіндінің толық өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету үшін жанасу уақыты өте қысқа болмауы керек, бірақ уақытты қажетсіз жоғалтпау үшін тым ұзақ болмауы керек екенін ескеру маңызды.В

Оңтайлы тәжірибелік жағдайларды анықтау үшін ерітіндінің рН мәнін де ескеру қажет. Ион алмастырғыш шайыр әртүрлі рН мәндерінде әртүрлі қасиеттерге ие болуы мүмкін. Сондықтан әртүрлі рН мәндерінде эксперименттер жүргізу және қандай рН сорбциясы ең жоғары деңгейге жететінін анықтау маңызды.

Оңтайлы эксперименттік жағдайларды анықтау кезінде ескерілетін тағы бір маңызды параметр - температура. Температура сорбция жылдамдығына және процестің тиімділігіне әсер етуі мүмкін. Сондықтан әртүрлі температурада тәжірибелер жүргізіп, қай температурада сорбцияның тиімді екенін анықтау керек.

Тәжірибеден кейін алынған мәліметтерді талдап, қорытынды жасау қажет. Эксперимент нәтижелеріне әсер етуі мүмкін барлық факторларды ескеру және алынған барлық деректерді есепке алу маңызды. Нәтижелердің сенімділік дәрежесін анықтау үшін мәліметтерді статистикалық өңдеуді жүргізу де маңызды.

Осылайша, зерттеу әдістемесіне үлгілер мен реагенттерді дайындау, оңтайлы жағдайларды анықтау үшін эксперимент жүргізу, алынған мәліметтерді талдау және олардың негізінде қорытынды жасау кіреді. Зерттеу нәтижелеріне әсер етуі мүмкін барлық факторларды ескеру және зерттеудің барлық кезеңдерін жоғары дәлдік пен сенімділікпен орындау маңызды. алынған барлық деректерді есепке алу маңызды. Нәтижелердің сенімділік дәрежесін анықтау үшін мәліметтерді статистикалық өңдеуді жүргізу де маңызды.

Осылайша, зерттеу әдістемесіне үлгілер мен реагенттерді дайындау, оңтайлы жағдайларды анықтау үшін эксперимент жүргізу, алынған мәліметтерді талдау және олардың негізінде қорытынды жасау кіреді. Зерттеу нәтижелеріне әсер етуі мүмкін барлық факторларды ескеру және зерттеудің барлық кезеңдерін жоғары дәлдік пен сенімділікпен орындау маңызды.

## 2.3 Қолданылған терминдер

Қолданылған терминдерге анықтамаларды төмендегі 1 – кестеден көруге болады.

1-кесте – Қолданылған терминдер

Сорбция	бір затты екіншісіне сіңіру процесі.
Ион алмасу шайыры	иондарды ерітіндіден шайырдағы иондармен алмастыруға пайдаланылатын материал.
Амберсеп 920U (Ambersep 920U) -	зерттеу жұмыста қарастырылатын ион алмастырғыш шайырдың нақты түрі.
Уран	ядролық өнеркәсіпте пайдаланылатын химиялық элемент.
Сорбциялық қасиеттері	материалдың басқа заттарды жұту қабілетін анықтайтын сипаттамалар.
Гранулометриялық құрамы	материал бөлшектерінің өлшемдері бойынша таралуы.
Сорбциялық-десорбциялық қасиеттері	материалдың заттарды жұту және шығару қабілеттері.
Динамикалық сорбция режимі	нақты пайдалану жағдайларына жақын жағдайда иондардың жұтылу процесі.
Брунауэр-Эммет-Теллер (БЭТ) әдістемесі	материалдардың беткі ауданы мен кеуектілігін өлшеу әдісі
Пикнометр	сұйықтықтар мен қатты денелердің тығыздығын өлшеуге арналған аспап.
Дисперсиялық иондық микроскопия	ион алмастырғыш шайыр бөлшектерінің өлшемдерін талдау әдісі.
Ылғалдау бұрышы Угол смачивания	материалдың сұйықтықтармен өзара әрекеттесуін анықтайтын көрсеткіш.



### 3 "AMBERSEP 920 U" шайырының механикалық беріктігін төмендетуді зерттеу

#### 3.1 Ambersep 920 U шайырының бөлшектердің өлшемі бойынша таралуын анықтау

Шарлы диірменнің айналу жылдамдығына байланысты «AMBERSEP 920 U» шайырының механикалық беріктігінің төмендеуін зерттеу «Қазатомөнеркәсіп» ҰАК» АҚ кәсіпорындарында осы шайырды пайдалану тиімділігінің төмендеуін анықтау үшін жүргізіледі. Соңғы жылдары бұл кәсіпорындарда оның кеуектерінде кремнийдің жиналуына байланысты қолданылатын ион алмастырғыштың сыйымдылығының төмендеуіне байланысты проблемалар туындады, бұл механикалық беріктіктің төмендеуіне және жұмыс кезінде ион алмастырғыштың жоғалуына әкеледі.

Ambersep 920 U шайырының гранулометриялық құрамын механикалық беріктіктің төмендеу мөлшерін анықтау арқылы QicPic бөлшектер өлшемі анализаторын қолдану арқылы жүзеге асырылды. Сынамалар ширектеу әдісімен алынды. [13].

Ион алмастырғыш шайырдың бөлшектерінің мөлшерін сынау нәтижелері 2 - кестеде келтірілген.

2-кесте – «Ambersep™ 920 U SO<sub>4</sub>» шайырының бөлшек өлшемдерінің таралуын талдау нәтижелері

Гранулометриялық құрамы	
- 2,0 + 1,8	0,91
- 1,8 + 1,6	0,37
+ 1,60 + 1,4	2,88
- 1,4 + 1,25	2,06
- 1,25 + 1,0	14,44
- 1,0 + 0,8	76,01
- 0,8 + 0,63	2,94
- 0,63 + 0,5	0,06
- 0,5 + 0,4	0,08
- 0,4 + 0,315	0,04
- 0,315	0,21

#### 3.1.1 «Ambersep™ 920 U SO<sub>4</sub>» сорбенті бөлшектерінің үлесін анықтау

Ambersep™ 920 U SO<sub>4</sub>" сорбентінің түйірге 200 граммнан аз жүктеме кезінде бұзылатын бөлшектерінің үлесін анықтау "СТ6" аспабын пайдаланып, сорбент түйіріне бұзушы жүктемені анықтау әдістемесіне сәйкес жүргізіледі. Бұл

процесс сорбенттің механикалық беріктігінің төмендеуін және төмен жүктемелер кезінде оның мінез-құлқын бағалауға мүмкіндік береді, бұл оның кәсіпорындарда қолданылуын оңтайландыру үшін маңызды. [14].

Шайыр үлгісін сынау ST6 құрылғысының көмегімен жүргізілді. 3 – кестеде ион алмастырғыш шайыр үлгісін сынауын көруге болады.

3-кесте – Ион алмастырғыш шайырды сыну жүктемесіне сынау

Сынама	Мәндері	
	Ambersep™ 920 U SO <sub>4</sub>	Орташа (кг)
Макс. (кг)		0,645
Мин. (кг)		0,296
< 200 грамм (%)		0

Талдау нәтижелері бойынша сорбенттің жоғары механикалық беріктігі бар екенін көруге болады. Сынақ барысында үлгінің түйірге 200 грамм қысым кезінде оның құрылымының бұзылуы анықталған жоқ, бұл оның механикалық жүктемелерге төзімділігін көрсетеді және оның өндірісте пайдалану тиімділігін растайды.

### 3.1.2.« Ambersep™ 920 U SO<sub>4</sub>» ион алмастырғыш шайырының механикалық беріктігін анықтау

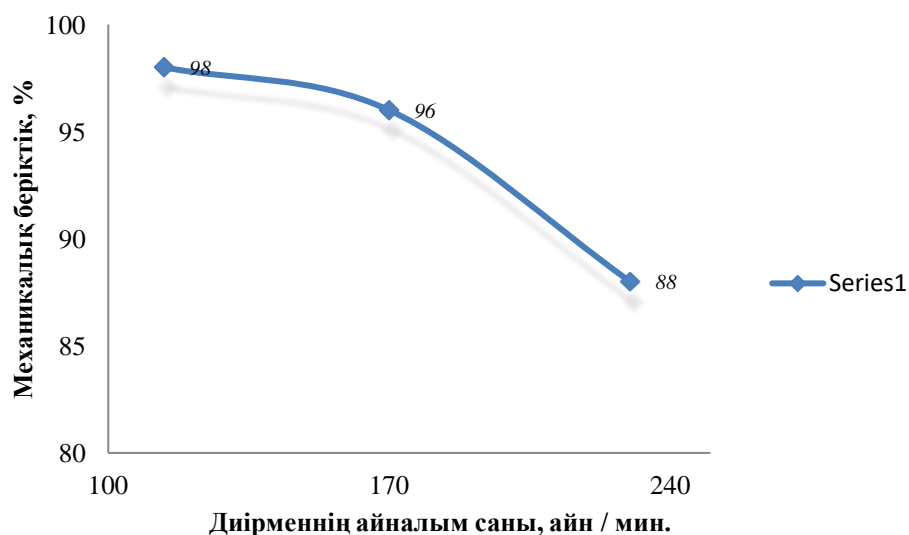
Зерттеу нәтижесінде диірменнің үш айналу жылдамдығы: 114, 170, 230 айн/мин кезінде сорбенттің механикалық беріктігін анықтау жұмыстары жүргізілді. 4 - кестеде әртүрлі жылдамдықтағы механикалық беріктік туралы деректер берілген.

4-кесте – «Ambersep 920 U » сорбентінің механикалық беріктігі

«Ambersep™ 920 U SO <sub>4</sub> »	Диірменнің стандартты айналу жылдамдығындағы ион алмасу шайырының механикалық беріктігі		
	114 айн/мин	170 айн/мин	230 айн/мин
	98 %	96 %	88 %

Шайырлар диірменге тиеу алдында және сынаудан кейін 0,8 мм електе жуылды.

1-суретте «Ambersep™ 920 U SO<sub>4</sub>» шайырының механикалық беріктігінің диірменнің айналу жылдамдығына тәуелділігі көрсетілген.



1-сурет – Механикалық беріктіктің диірменнің айналу жылдамдығына тәуелділігі

Графиктен диірменнің айналу жылдамдығы 170 айналымнан жоғары болған кезде "Amberseptm 920 U SO<sub>4</sub>" сорбентінің механикалық беріктігінің мәні күрт төмендейтінін көруге болады. Бұл факт сорбенттің технологиялық қасиеттеріне теріс әсер етуі мүмкін. Пайдалану процесінде механикалық жүктеме жоғарылаған кезде бұл сорбенттің жойылу ықтималдығы артады. [15].

### 3.2. Арнайы зертханалық қондырғыда "Ambersep™ 920 U SO<sub>4</sub>" ионитінің сорбциялық-десорбциялық қасиеттерін анықтау үшін сынақтар жүргізу

Зерттеу "Степное РУ" ЖШС "Уванас" кен орнының өнімді ерітінділерінде (ПР) динамикалық режимде жүргізілді. 3 циклде сорбциялық-десорбциялық қайта бөлудің барлық технологиялық процестері (нақты ерітінділердегі сорбция, тауарлық десорбатпен қанықтыру, сульфат-нитрат десорбциясы, күкірт қышқылының денитрациясы) жүргізілді.

Зерттеуге Ambersep™ 920 U SO<sub>4</sub> шайыры алынды. [16].

### 3.3. Динамикалық режимде уранды сорбциялау

Эксперименттік техника

Уранды динамикалық режимде сорбциялау өнімді ерітіндіні беруге арналған ыдыспен жабдықталған сорбциялық колоннада жүргізіледі (2-сурет).

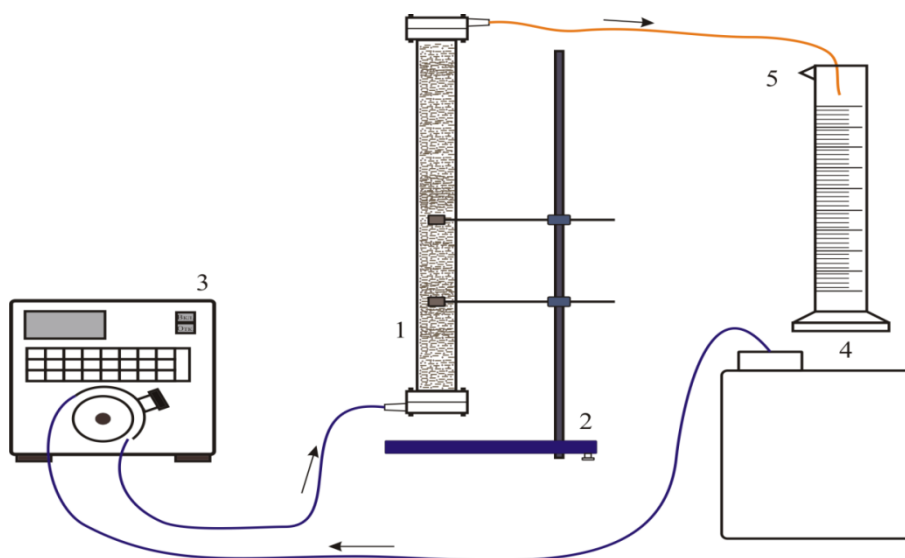
Өнімді ерітіндінің құрамы:

U – 0,050 г/дм<sup>3</sup>,

Fe<sup>3+</sup> – 0,28 г/дм<sup>3</sup>;

$\text{Fe}^{2+}$  – 0,12 г/дм<sup>3</sup>;  
 $\text{SiO}_2$  – 0,05 г/дм<sup>3</sup>;  
 $\text{NO}_3$  – 0,18 г/дм<sup>3</sup>;  
 $\text{SO}_4^{2-}$  – 7,04 г/дм<sup>3</sup>,  
рН – 2,22.

Құрамында  $V_p/V_c = 7$  ерітіндісі бар уран сорбент тиелген колонка арқылы перистальтикалық сорғы көмегімен әр 3 сағат сайын талдау үшін аналық ерітінділер таңдалып алынды. Сорбция колоннаның шығысындағы ерітіндідегі уран концентрациясы бастапқы ерітіндідегі концентрациясына жақындағанша жалғасты. Сорбция аяқталғаннан кейін сорбент колонналардан шығарылады, рН 5–6 дейін жуылады, қағаз сүзгі арқылы сүзу арқылы ерітіндіден бөлініп, құрамында уран мен қоспалардың болуына талдау жасалады. Алынған нәтижелер кестеге енгізіледі және осы мәліметтер негізінде «шығыс сорбция қисықтары» сызылады (2-сурет). [17].



1 – сорбциялық колонна; 2 – штатив; 3 – перистальтикалық сорғы; 4 – буфер сыйымдылығы;  
5 – қалдық ерітіндіні жинақтауға арналған өлшемді цилиндр

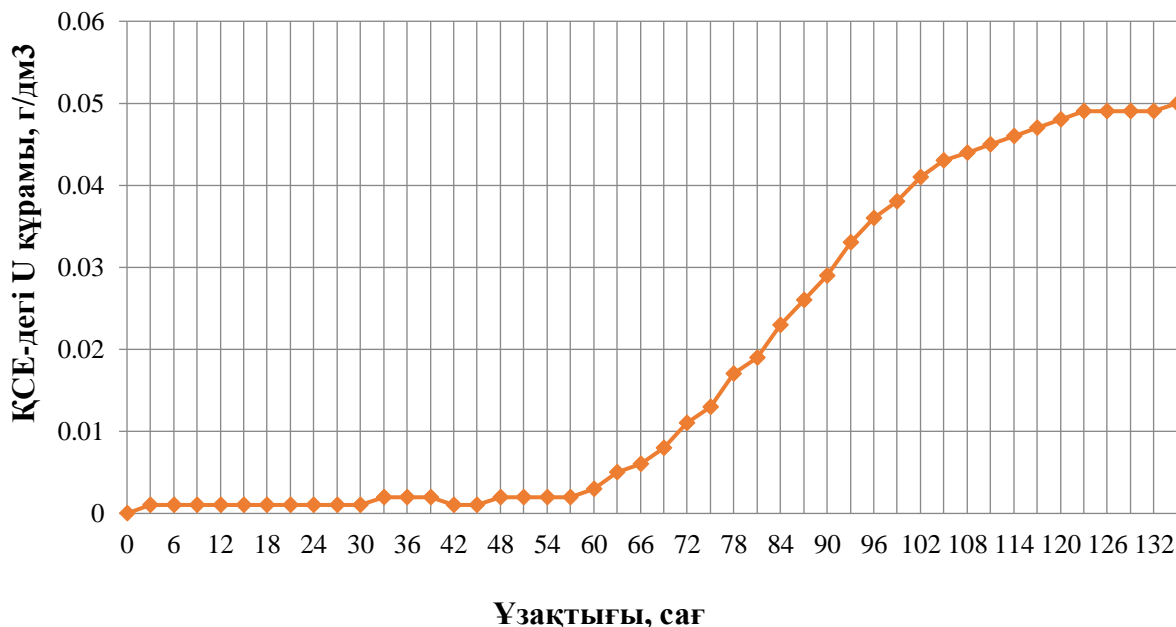
2-сурет – Динамикалық режимде зерттеу жүргізуге арналған зертханалық қондырғы

7-кесте – ҚСЕ-дегі уран мөлшері

Уақыт, сағат	V <sub>раст.</sub> ,МЛ	C <sub>U</sub> ҚСЕ, г/дм <sup>3</sup>	pH
3	Өткізілген ерітіндінің орташа көлемі 3 сағат ішінде 12 литр	0,001	2,4
6		0,001	2,3
9		0,001	2,3
12		0,001	2,3
15		0,001	2,3
18		0,001	2,3
21		0,001	2,3
24		0,001	2,3
27		0,001	2,4
30		0,001	2,3
33		0,002	2,3
36		0,002	2,2
39		0,002	2,2
42		0,001	2,2
45		0,001	2,2
48		0,002	2,2
51		0,002	2,2
54		0,002	2,2
57		0,002	2,2
60		0,003	2,3
63	0,005	2,3	
66	0,006	2,3	
69	0,008	2,3	
72	0,011	2,3	
Уақыт, сағат	V <sub>раст.</sub> ,МЛ	C <sub>U</sub> ҚСЕ г/дм <sup>3</sup>	pH
75	Өткізілген ерітіндінің орташа көлемі 3 сағатта 12 литр	0,013	2,2
78		0,017	2,3
81		0,019	2,2
84		0,023	2,2
87		0,026	2,3
90		0,029	2,3
93		0,033	2,2
96		0,036	2,3
99		0,038	2,3
102		0,041	2,3
105		0,043	2,3
108		0,044	2,3
111		0,045	2,3
114		0,046	2,3
117		0,047	2,3
120		0,048	2,2
123		0,049	2,2
126		0,049	2,2
129		0,049	2,2
132		0,049	2,3
135	0,050	2,3	

Динамикалық режимде сорбциялау аяқталғаннан кейін шайыр үлгісі уран мен кейбір қоспалардың құрамына талдаудан өтті. Деректер 7-кестеде көрсетілген.

3-суретте динамикалық режимде уран сорбциясының шығыс қисығы көрсетілген.



3-сурет – Уран сорбциясының шығыс қисығы (I цикл)

8-кесте – Шайырдағы қоспалардың мөлшері

Сорбциядан кейінгі шайырлар I цикл							
Атауы	t сорб, сағат	Vp/Vc	U, %	Fe <sub>общ</sub> , %	NO <sub>3</sub> , %	SO <sub>4</sub> , %	SiO <sub>2</sub> , %
Ambersep™ 920 U SO <sub>4</sub>	135	900	6,8	0,4	1,3	12,9	0,2

9-кестеде сорбциядан кейінгі сорбенттердің гранулометриялық құрамына талдау келтірілген.

9-кесте – Шайырдың гранулометриялық құрамы

Сорбциядан кейінгі гранулометриялық құрамы	
+ 1,60	0,0
- 1,60 + 1,25	0,0
- 1,25 + 1,0	0,0
- 1,0 + 0,8	7,8
- 0,8 + 0,63	81,0
- 0,63 + 0,40	11,2
- 0,40 + 0,315	0,0
- 0,315	0,0

Алынған мәліметтер бойынша-Ambersep tm 920 U SO<sub>4</sub> 135 сағат ішінде 6,8% қанықтылыққа жетті. Сорбцияның Шығыс қисығы S-тәрізді, бұл өз кезегінде берілген сорбентті оң сипаттайды. Кремний қышқылының мөлшері-0,2 % құрайды. Алғашқы ұяшықтардағы гранулометриялық қалдықтардың өзгерісі -1,25 по + 0,40. Өзгеріс ұяшықтағы – 1,25; - 1,0 және – 0,8 – 0,63 дейін негізгі түйіршіктердің ірілігінің төмендеуімен сипатталады.

### 3.4 Алынған нәтижелерді талдау

Уран өндірісіндегі Ambersep 920U ион алмастырғыш шайырының сорбциялық қасиеттерін зерттеу үшін бірнеше кезеңдерді қамтитын келесі әдістеме әзірленді.

1. Ион алмастырғыш шайыр үлгілерін дайындау: Зерттеудің басында Ambersep 920U ион алмастырғыш шайырының үлгілерін дайындау қажет болды. Ол үшін артық ылғалды кетіру және шайырдың бастапқы күйін орнату үшін шайыр белгілі бір температурада кептірілді. Содан кейін үлгілер келесі тәжірибелер үшін материалдың біркелкілігі мен біртектілігін қамтамасыз ету үшін белгілі бір бөлшектер өлшеміне дейін ұнтақталды [18].

2. Шайырдың негізгі физика-химиялық қасиеттерін анықтау: Ион алмастырғыш шайырдың негізгі физика-химиялық қасиеттерін анықтау үшін келесі тәжірибелер жүргізілді. Біріншіден, шайырдың тығыздығы пикнометр көмегімен өлшенді. Содан кейін шайыр бөлшектерінің өлшемі таралатын иондық микроскопия көмегімен талданды. Әрі қарай шайырдың кеуек көлемі Брунавер-Эмметт-Теллер (ВЕТ) әдісімен өлшенді, бұл материалдағы кеуектердің мөлшерін және таралуын анықтауға мүмкіндік береді. Соңында шайырдың беттік белсенділігі жанасу бұрышының өлшемдері арқылы зерттелді [19].

3. Шайырдың сорбциялық қасиеттерін зерттеу: Зерттеудің негізгі мақсаты уран өндірісі жағдайында уранға қатысты Ambersep 920U ион алмастырғыш шайырының сорбциялық қасиеттерін анықтау болды. Осы мақсатта келесі эксперименттер жүргізілді. Біріншіден, шайырдың уран үшін ең үлкен сорбциялық қабілеті бар оңтайлы рН деңгейі анықталды. Бұған уран ерітіндісінің рН мәнін өзгерту және оның ион алмастырғыш шайырмен жанасу алдында және одан кейінгі концентрациясын өлшеу арқылы қол жеткізілді. Содан кейін ерітіндідегі уранның бастапқы концентрациясының шайырға оның сорбциясына әсері зерттелді. Ол үшін уранның әртүрлі бастапқы концентрацияларымен тәжірибелер жүргізілді және оның ерітіндідегі концентрациясы шайырмен жанасу алдында және одан кейін өлшенді. Соңында, максималды сорбцияға жету үшін қажетті оңтайлы уақытты анықтау үшін уранның шайырмен жанасу уақытын өзгертетін эксперимент жүргізілді.

Алынған нәтижелерді талдау.

Тәжірибелерді жүргізіп, нәтижелерді алғаннан кейін уран өндірісіндегі Ambersep 920U ион алмастырғыш шайырының сорбциялық қасиеттерін анықтау үшін деректер талдауы жүргізілді. [20-21].

Талдау барысында уранды шайырға сорбциялау үшін оңтайлы рН деңгейі 4 екені анықталды. Бұл жағдайда сорбциялық мәнгер максималды деңгейге жетеді, бұл берілген рН деңгейінде шайырдың ең жоғары сорбциялық қабілетін көрсетеді. . Сонымен қатар, ерітіндідегі уранның бастапқы концентрациясы оның шайырға сорбциясына әсер ететіні анықталды. Уранның бастапқы концентрациясының жоғарылауымен оның шайырдағы сорбциясының жоғарылауы байқалады, алайда жоғары концентрацияларда сорбцияның қанығуына қол жеткізіледі және концентрацияның одан әрі жоғарылауы сорбцияның айтарлықтай артуына әкелмейді. [22-24].

Сондай-ақ, уранның шайырмен жанасу уақыты сорбция дәрежесіне әсер ететіні анықталды. Шайырдың уранмен жанасу уақыты ұлғайған сайын сорбцияның жоғарылауы байқалады, алайда белгілі бір уақыттан кейін сорбцияның қанығуына қол жеткізіледі және уақыттың одан әрі ұлғаюы сорбцияның айтарлықтай артуына әкелмейді.

Осылайша, алынған нәтижелерге сүйене отырып, Ambersep 920U ион алмастырғыш шайыры уран өндіру жағдайында уранға қатысты жоғары сорбциялық қабілеті бар деген қорытынды жасауға болады. Бұл деректер ерітінділерден уран алу процестерін оңтайландыру және уран қалдықтарын тазарту мен жоюдың тиімді әдістерін әзірлеу үшін пайдалы болуы мүмкін.



## ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл жұмыста уран өндірісіндегі Ambersep 920U ион алмастырғыш шайырының сорбциялық қасиеттерін зерттеудің маңызды аспектілері қарастырылды. Жұмыс барысында келесі сұрақтар қарастырылды: әдебиеттерге шолу, зерттеу әдістемесі, "ambersep 920U" шайырының механикалық беріктігін төмендетуді зерттеу, талдау нәтижелер мен қорытындылар.

Уран өндірісі жағдайында Амберсеп 920U ион алмасу шайырының сорбциялық қасиеттеріне жүргізілген зерттеулер осы материалдың айтарлықтай тиімділігі мен жоғары селективтілігін көрсетті. Алынған мәліметтер негізінде жасалған негізгі тұжырымдар мен ұсыныстар мыналар:

1. Жоғары сорбция қабілеті: Амберсеп 920U шайыры ерітінділерден уран иондарын алуда жоғары тиімділікті көрсетті. Тәжірибелер шайырдың зерттелетін ерітінділерден уранның 99% - на дейін алуға қабілетті екенін растады, бұл оның жоғары сорбциялық сыйымдылығын көрсетеді.

2. Тәжірибенің оңтайлы шарттары: уранның сорбциясы мен десорбциясы процестерінің оңтайлы шарттары анықталды. Сорбцияға уран иондарының концентрациясы, ерітіндінің рН және ағын жылдамдығы сияқты параметрлер айтарлықтай әсер етті. Бұл параметрлерді оңтайландыру жақсы нәтижелерге қол жеткізді.

3. Механикалық беріктік: шайырдың механикалық беріктігін зерттеу Амберсеп 920U ұзақ уақыт бойы өзінің қасиеттерін сақтайтынын көрсетті. Бұл оны өнеркәсіптік ауқымда ұзақ мерзімді пайдалану үшін үнемді етеді.

4. Гранулометриялық құрамның әсері: шайырдың әртүрлі гранулометриялық құрамдары зерттелді және бөлшектердің мөлшері сорбция тиімділігіне әсер ететіні анықталды. Кішкентай түйіршіктердің сорбция беті үлкенірек, бұл шайырдың жалпы сорбциялық сыйымдылығын арттырады.

5. Экологиялық қауіпсіздік: Ambersep 920U шайырын пайдалану уран иондарын тиімді алу және радиоактивті қалдықтардың пайда болуын азайту арқылы уран өндірісінің экологиялық әсерін азайтуға көмектеседі. Бұл уранды тұрақты және қауіпсіз өндіруге бағытталған маңызды қадам.

6. Әр түрлі жағдайларда қолдану мүмкіндігі: шайыр өзінің әмбебаптығын және әртүрлі өндірістік жағдайларда, соның ішінде стационарлық және мобильді уранды байыту жүйелерінде қолдану мүмкіндігін көрсетті. Бұл оның қолдану аясын кеңейтеді және оны өнеркәсіпте икемді құралға айналдырады.

Нәтижесінде, Амберсеп 920U ион алмасу шайыры уран өндірісінде пайдалану үшін перспективалы материал екенін растайды. Оны қолдану уранның сорбциясы мен десорбциясы процестерінің тиімділігін арттыруға, сондай-ақ өндірістік процестердің экологиялық ізін азайтуға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері уран өнеркәсібінің тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыруға бағытталған технологиялық процестерді одан әрі оңтайландыру үшін пайдаланылуы мүмкін. Ambersep 920U шайырының уран өндірісінде қолданылуы оның тиімділігі, экономикалық орындылығы және экологиялық қауіпсіздігі тұрғысынан қарастырылды. Шайырды пайдаланудың әртүрлі

сценарийлері, оның ішінде ерітінділерден уранды алу және уран кендерін өңдеу кезінде қолдану талданған. Нәтижелер Ambersep 920U шайыры уран өндірісінде қолдану үшін перспективалы материал екенін көрсетті.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Бекішев З. және т.б. Уран сорбциялық заттардан түрлі иониттермен ренийді сорбциялық алу // Қазақстан химия журналы. –2023. URL: <https://www.chemjournal.kz/index.php/journal/article/download/768/596>.

2 Акпаралиев Расул Рустамалиевич, Никаноров Александр Виталиевич «Соврудник» ЖШС-ның алтын айыру зауытында алтынды сорбциялық сілтісіздендіру үшін кейбір шайырларды қолдану тәжірибесі // ХФТУ хабаршысы. 2011. № 10 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-primeneniya-nekotoryh-smol-dlya-sorbtsionnogo-vyschelachivaniya-zolota-na-zolotoizvlekatelnoy-fabrike-ooo-sovrudnik>

3 Ахунова Александра Александровна, Блохин Александр Андреевич, Мурашкин Юрий Васильевич, Михайленко Михаил Анатольевич Концентрленген карбонатты еріткіштерден уранның (VI) АНИОНАЛДЫҚ СОРБСИЯСЫ (Санкт-Петербург мемлекеттік университеті жаңалықтары). 2014 ж. № 23 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/anionoobmennaya-sorbtsiya-urana-vi-iz-kontsentrirrovannyh-karbonatnyh-rastvorov-soley>.

4. Бекпулатов Жавлон Мұстафақұлыұлы Кендерден алтын алуда ион алмастырғыш шайырларды қолдану әдістері // ГИАБ. 2017. № 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-primeneniya-ionoobmennyyh-smolpri-izvlechenii-zolota-iz-rud>.

5. Богданова Надежда Федоровна, Фролова Дарья Александровна Молибденді үлгілік және өнеркәсіптік ерітінділерден анион алмастырғыштармен сорбциялау // Санкт-Петербург мемлекеттік университетінің хабаршысы. Серия 4. Физика. Химия. 2012. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sorbtsiya-molibdena-anionitami-iz-modelnyh-i-promyshlennyh-rastvorov>.

6. Вацура Ф.Я. Полиметалл шикізатын жер асты шаймалаудың күкірт қышқылы ерітінділерінен рений мен уранды сорбциялық экстракциялау: дис. – Д.И. Менделеев атындағы Ресей химия-технологиялық университеті, 2022. URL: <https://council.muctr.ru/media/CandidateCase/08f7deeb-67cd-4b13-9489-fc55da940e8f/911382c6-bfec-456e39c-f>

7. И.В. Тимошук, А.К. Горелкина, Е.С. Михайлова, Л.А. Иванова, Н.С. Голубева Көмір өндіру кәсіпорындарының ағынды суларын залалсыздандыруға арналған ион алмастырғыш шайырлар // Көмір. 2024. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ionoobmennyye-smoly-dlya-dekontaminatsii-stochnyh-vod-ugledobyvayuschih-predpriyatiy>

8. Иванов В.А., Каргов С.И., Гавлина О.Т. СІЛТІ РАДИОАКТИВТІ ЕРІТІМДЕРДЕН ЦЕЗИЙ ЭКСТРАКЦИЯЛАУ МӘСЕЛЕЛЕРІН ШЕШУДЕГІ ИЛКТЕГІ ИОН АЛМАСТЫРУ СОРБЕНТТЕРІ. ШОЛУ // Конденсацияланған зат және фазааралық шекаралар. 2022. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/selektivnye-ionoobmennyye-sorbenty-v-reshenii-problemy-izvlecheniya-tseziya-iz-schelochnyh-radioaktivnyh-rastvorov-obzor>

9. Құрбанов М.А., Тошбатиров Ж.Н. Жер ішігі сімілердің өнімді ерітімдерін өңдеу кезінде қаныққан күшті негізгі анион алмастардан уран және

рендiң бөлек десорбциялауын зерттеу // Экономика және қоғам. 2021 ж. No 4-2 (83). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-razdelnoy-desorbtsii-urana-i-reniya-iz-nasyschennyh-silnoosnovnyh-anionitov-pri-pererabotke-produktivnyh-rastvorov>.

10. Левшенков В.Н. Ион алмастырғыш шайырлардың рентгендік спектрлік флуоресценттік талдауының дәлдігі мен жылдамдығын арттыру мәселесі туралы // ЖОО жаңалықтары. Солтүстік Кавказ аймағы. Топтама: Жаратылыстану ғылымдары. 2007. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-opovyshenii-tochnosti-i-ekspressnosti-rentgenospektralnogo-fluorestsennogo-analiza-ionoobmennyyh-smol>.

## Кітаптар

11. Литвиненко Валерий Григорьевич, Мязин Виктор Петрович, Доржиева Аягма Гармаевна Анионалмастырғыш шайырларды пайдалана отырып, руда массаларынан уран алу процесіне арналған кремний қышқылдарының құрамын зерттеу // ГИАБ. 2013. № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-sostavov-kremnevyyh-kislot-na-protsess-izvlecheniya-urana-iz-rudnyh-pulp-anionoobmennymi-smolami>

12. Мамажонов Баходир Мадаминович, Бекназаров Хасан Сойибназарович, Жалилов Абдулахат Турапович Гальваньдық шөгінділерден металдарды алу үшін дициандиамида формальдегидті ШАЙЫРЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ // Универсиум: химия және биология. 2024 жылғы No 2 (116). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-ditsiandiamidoformaldegidnoy-smoly-dlya-izvlecheniya-metallov-iz-galvanicheskikh-shlamov>

13. Мамажонов Баходир Мадаминович, Бекназаров Хасан Сойибназарович, Жалилов Абдулахат Турапович Полиметакрилоилкродонилденеймин негізіндегі жаңа ион алмастырғыш шайырдың сорбциялық қасиеттері // Универсиум: техника ғылымдары. 2020. № 8-3 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sorbtsionnye-svoystva-novoy-ionoobmennoy-smoly-na-osnove-polimetakriloilkrotonilidenimina>.

14. Манжина Светлана Александровна, Домашенко Юлия Евгеньевна, Комарова Екатерина Васильевна Ауыл шаруашылығы кеңестерінен жеткізу жетіктерінің ағындыруын дала зерттеуді жоспарлау кезіндегі экспериментты жоспарлау мәселесі туралы // Мели. 2020. № 4 (40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-planirovaniya-eksperimenta-pri-provedenii-naturnyyh-issledovaniy-poverhnostnogo-stoka-s-selskohozyaystvennyh-poley>.

15. Милютин Виталий Витальевич, Некрасова Наталья Анатольевна, Каптакон Виктор Олегович Ерітінділерден құнды компоненттерді алу және ағынды суларды тазарту процесіндегі жаңа сорбциялық материалдар // Ресей ғылым академиясының Кола ғылыми орталығының еңбектері. 2018. № 2-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-sorbtsionnye-materialy-v-protsessah-izvlecheniya-tsennykh-komponentov-iz-rastvorov-i-ochistki-stochnyyh-vod>

16. Мұзафаров А.М., Мұстафоев М.А., Кулматов Р.А., Шарафутдинов У.З. Құралдық нейтронды активаландыру әдісін пайдалану менен ион алмастырушы шайырлардағы алтын және тиіс элементтерді талдау // ГИАБ. 2021. № 3-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-zolota-i-soputstvuyuschih-elementov-v-ionoobmennyyh-smolah-s-pomoschyu-instrumentalnogo-neytronno-aktivatsionnogo-metoda>

17. Н.Г.Гулюк, Н.Д.Лукин, Т.С.Пучкова, Д.М.Пихало Құрамында инулин бар сироптарды цикорий тамыр дақылдарынан тазарту үшін ион алмастырғыш шайырларды қолдану // Агроөнеркәсіптік кешен ғылымы мен техникасының жетістіктері. 2019. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-ionoobmennyyh-smol-dlya-ochistki-inulinsoderzhaschih-siropov-iz-korneplodov-tsikoriya>

18. Погодаева М.А., Богданова А.О., Адеева Л.Н. Мұнай крекинг катализаторын өңдеу кезінде күрделі ерітінділерден сирек жер элементтерін алу үшін ион алмастырғыш шайырды таңдау // Омбы мемлекеттік университетінің хабаршысы. 2020. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-ionoobmennoy-smoly-dlya-izvlecheniya-rze-iz-slozhnyh-rastvorov-pri-pererabotke-katalizatora-krekinga-nefti>

19. Пулатов Хайрулла Лутпуллаевич, Турабжанов Садритдин Махамаддинович Поликонденсациялық типтегі ионалмастырғыш шайырлардың сорбциялық қасиеттері // Универсиум: техника ғылымдары. 2016 ж. No 12 (33). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sorbtsionnye-svoystva-ionoobmennyyh-smol-polikondensatsionnogo-tipa>.

20. Собол И.В., Родионова Л.Я. Гидратопектиндерді тазарту үшін ион алмастырғыш шайырларды қолдану мүмкіндігі // Краснозгау хабаршысы. 2019 ж. No 6 (147). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnost-ispolzovaniya-ionoobmennyyh-smol-dlya-ochistki-gidratopektinov>

21. Собол Ирина Валерьевна, Казакевич Анастасия Васильевна, Донченко Людмила Владимировна, Григулецкий Владимир Георгиевич өсімдік шикізатын өңдеудегі эксперименттік жоспарлауды оңтамандыру // Краснов Хабаршысы. 2021 ж. No 6 (171). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-planirovaniya-eksperimenta-pri-obrabotke-rastitelnogo-syrya>

22. Спирин Е.К., Мискевич Л.В. Төмен температураның ион алмастырғыш шайырларға әсері // Приволжский ғылыми хабаршысы. 2013. № 4 (20). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-nizkih-temperatur-na-ionoobmennyye-smoly>

23. Чин Нгуен Куинх, Татьяна Владимировна Конкова, Нгуен Тхи Ван Анх, Анастасия Алексеевна Шурлова, Анастасия Геннадьевна Быкова фосфор қышқылынан катиондық қоспалардың ион алмастыру сорбциясы // Химиядағы жетістіктер және химия технологиясы. 2018 ж. No 3 (199). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ionoobmennaya-sorbtsiya-kationnyh-primesey-iz-fosfornoy-kisloty>.

24. Шарафутдинов У.З., Құрбанов М.А., Аликулов Ш.Ш., Ганиева Д.С. Уранды жер астында сімізу процесі бардағы уран және ренийді кіріктеген сорбциялау кезіндегі аниондық алмасуларының сорбциялық қасиеттерін зерттеу

// гиаб. 2021. № 3-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-sorbtsionnyh-svoystv-anionitov-pri-sovmestnoy-sorbtsii-urana-i-reniya-v-protsesse-podzemnogo-vyschelachivaniya-urana> .