

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

Төлен Дариға Ғалымқызы

Табиғи сорбенттер көмегімен мысты сорбциялау процесін зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

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

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

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

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Табиғи сорбенттер көмегімен мысты сорбциялау процесін зерттеу

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

Орындаған

Төлен Д.Ғ.

Рецензент
«ҚР МШКҚӨ ҰО» РМК филиалы
«Қазмеханобр» Мемлекеттік өнеркәсіптік
экология ғылыми-өндірістік бірлестігінің
аға ғылыми қызметкері, PhD
С. Суримбаев Суримбаев Б.Н.
«07» 06 2024 ж.

Ғылыми жетекшісі
МПЖжАМТ кафедрасының
профессоры, PhD
О.С. Байгенженов Байгенженов О.С.
«7» 06 2024 ж.

Подпись *Суримбаева Б.Н.* заверяю
Ученый секретарь филиала РГП НЦ
КПМС РК ГНПОПЭ «Казмеханобр»
«07» 06 2024 г.

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

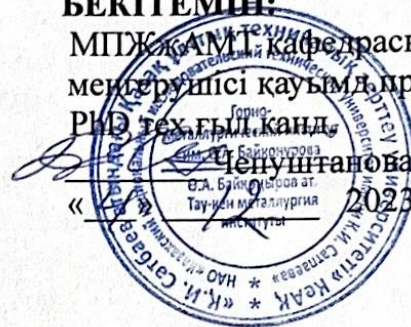
6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

БЕКІТЕМІН:

МПЖЖАМТ кафедрасының
менгерушісі қауымд. проф.,

Р.И.Ә.Тех.ғыл. канд.
Чепуштанова Т.А.

«*Чепуштанова*» 2023 ж.



ТАПСЫРМА

Дипломдық жұмысты орындауға

Білім алушы: Төлен Дариға Ғалымқызы

Тақырып: Табиғи сорбенттер көмегімен мысты сорбциялау процесін зерттеу

Университет Ректорының 2023 ж «04» желтоқсан № 548 – П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «07» маусым 2024 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Табиғи сорбенттер көмегімен мысты сорбциялау процесін зерттеу

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер тізімі:

а) зерттеу жұмысында қолданылатын реагенттер мен жабдықтар;

б) цеолит сорбенті;

в) динамикалық сорбция кезіндегі шығыс қисықты тұрғызу;

г) сорбция процесіне қоршаған ортаның әсерін байқау;

д) жұмыстың экономкалық тиімділігі мен жұмысқа кеткен шығындарды есептеу;

ж) жұмыс істеу барысындағы қауіпсіздік қорғау бөлімін қарастыру;

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Жұмыстың тақырыбы бойынша қорытындыны қоса 13 слайд

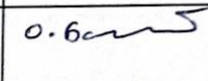
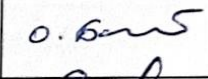

Қолданылатын негізгі әдебиет 23 атаудан тұрады.

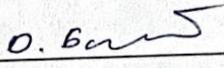
Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

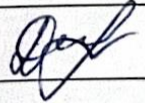
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	08.01.2024	
Аналитикалық бөлім	05.02.2024	
Тәжірибелік бөлім	22.04.2024	
Экономикалық бөлім	14.05.2024	
Еңбекті қорғау	22.05.2024	
Қорытынды	24.05.2024	
Норма бақылау	03.06.2024	

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

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономикалық бөлім	О.С. Байгенженов проф., Ph.D докторы	7.06.2024	
Еңбекті қорғау бөлімі	О.С. Байгенженов проф., Ph.D докторы	7.06.2024	
Норма бақылаушы	С.С. Коныратбекова т.ғ.к., аға оқытушы	10.06.2024	

Ғылыми жетекші  Байгенженов О.С.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды  Төлен Д.Ф.

Күні « 7 » 06. 2024 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, негізгі бөлімнен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыстың жалпы көлемі компьютермен терілген 41 бет, оның ішінде 19 сурет және 9 кесте бар. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 23 аталымнан тұрады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – Мыс купоросын табиғи сорбент - цеолитпен сорбция арқылы мысты бөліп алу процесін әртүрлі ортада қалай жүретінін бақылау

Зерттеулер нәтижесінде мыс купоросы ерітіндісінен мысты селективті сорбциялау арқылы бөліп алу процестерін қарастырылды. Аталған процесте барынша мысты бөліп алу дәрежесіне әсер ететін әртүрлі факторлар (процесс ұзақтығы, рН ортасы, реагенттер шығыны) зерттелді.

Нәтижелер ерітінді құрамындағы мысты бөліп алу процестерінің көрсеткіштері процесс ұзақтығының артуымен жақсы нәтиже беретінін көрсетті. Сонымен қатар жұмыста қоршаған ортаны қорғауды және экономикалық көрсеткіштер қарастырылған.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, основной части, заключения и списка использованной литературы. Общий объем работы составляет 41 страниц, набранных компьютером, в том числе 19 рисунка и 9 таблиц. Список использованной литературы состоит из наименований.

Цель дипломной работы – наблюдение за тем, как происходит процесс разделения меди путем сорбции медного купороса природным сорбентом (цеолит) в различных средах.

В результате исследований рассмотрены процессы селективного выделения меди путем сорбции из раствора медного купороса. Исследованы различные факторы (продолжительность процесса, среда рН, расход реагентов), влияющие на степень максимального извлечения меди в данном процессе.

Результаты показали, что показатели процессов выделения меди в растворе дают хорошие результаты с увеличением продолжительности процесса. Кроме того, в работе рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и экономические показатели.

ANNOTATION

The thesis consists of a task, an introduction, the main part, a conclusion and a list of references. The total volume of work is 41 pages typed by a computer, including 19 figures and 9 tables. The list of references consists of 23 titles.

The purpose of the thesis is to observe how the process of separating copper by sorption with natural sorbent zeolite occurs in different environments.

As a result of the research, the processes of selective separation of copper by sorption of copper sulfate were considered. In this process, various factors (process duration, pH environment, reagent consumption) affecting the degree of maximum copper extraction were studied.

The results showed that the indicators of copper separation processes contained in the solution give good results with an increase in the duration of the process. The work also considers environmental protection and economic indicators

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Әдеби шолу	9
1.1 Мыс гидрометаллургиясы	9
1.1.1 Мыстың гидрометаллургиялық әдістері	9
1.1.2 Ионалмасу сорбциясы	10
1.2 Сорбция процесінде қолданатын сорбенттер	13
1.2.1 Белсендірілген көмір – ең танымал адсорбент	14
1.2.2 Абсорбенттер	15
1.2.3 Иониттер немесе ион алмасу шайырлары	16
1.2.4 Табиғи сорбенттер	16
1.2.5 Синтетикалық сорбенттер	18
1.2.6 Биосорбенттер	19
1.3 Табиғи сорбенттердің өндірісте қолданылуы	19
1.3.1 Шунгитті сорбент ретінде қолдану	20
1.3.2 Цеолитті сорбент ретінде қолдану	21
1.3.3 Бентонит пен каолинді сорбент ретінде қолдану	22
2 Тәжірибелік бөлім	25
2.1 Цеолитті электрондық микроскопияда талдау	25
2.2 Сорбция нәтижесін талдау	28
3 Экономикалық бөлім	32
3.1 Реагенттер шығынын есептеу	32
3.2 Электр энергиясының шығынын есептеу	32
3.3 Ыдыс шығындарының амортизациялық төлемдері	33
3.4 Су шығындарының есебі	33
4 Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі	34
4.1 Еңбекті қорғау жөніндегі ұйымдастыру іс-шаралары	34
Қорытынды	37
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	38

КІРІСПЕ

Ғылыми – техникалық мәселелердің кәзіргі күйі

Металдардың қара және түсті болып бөлінуі шартты болып табылады. Әдетте темір, марганец және хром қара металдар, ал қалған металдар түсті болып саналады. Түсті металдар терминін сөзбе - сөз түсінуге болмайды. Шынында екі түсті металл бар: қызғылт мыс және сары алтын

Күн сайын түсті металдарды қолдану жиі кездеседі. Түсті құрамына құрамында темір жоқ барлық металдар мен қорытпалар кіреді. Металдар бұл атауды осы топтың кейбір өкілдерінің түсіне байланысты алды. Мысалы, мыс қызыл реңкке ие.

Мыс - икемді және созылғыш металл, ол жылу мен электр энергиясының тамаша өткізгіші болып табылады, сонымен қатар коррозияға төзімді және микробқа қарсы қасиеттерге ие. Мырыш (жез), алюминий немесе қалайы (қола) немесе никель сияқты басқа металдармен легирленген мыс жоғары мамандандырылған салаларда қолдануға қажетті жаңа сипаттамаларға ие бола алады.

Мыстың материал ретіндегі ғылыми-техникалық жағдайы әртүрлі аспектілерді, соның ішінде оның өндірісін, қасиеттерін, қолданылуын және технологиялық инновацияларын қамтиды.

Мыстың жалпы ғылыми-техникалық жай-күйі өндіріс тиімділігін арттыру, өнім сапасын жақсарту және қоршаған ортаға теріс әсерді азайту бағытында дамуын жалғастыруда.

АҚШ Геологиялық қызметінің (USGS) деректері бойынша қазіргі уақытта мыстың әлемдік қорлары шамамен 830 млн.тоннаны құрайды, ал мыстың барланған және болжамды ресурстары тиісінше шамамен 2,1 және 3,5 млрд. тоннаға бағаланады. Бұл соңғы сандар теңіздегі мұхиттық конкрецияларда, сондай-ақ құрлықтағы және су астындағы жаппай сульфидтерде кездесетін мыстың көп мөлшерін ескермейді. Геологиялық барлаудың ағымдағы және болашақ мүмкіндіктері әлемдік мыс ресурстары туралы деректерді арттыру жағына қарай үздіксіз түзетуге мүмкіндік береді.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – мысты бөлудің сорбциялық әдісін зерттеп қарастыру.

Жұмыстың өзектілігі – Гидрометаллургияда мысты сорбция процесі және оның ішінде табиғи сорбенттер арқылы бөліп алуды әртүрлі ортада зерттеу арқылы айырмашылығын зерттеу

Жұмыстың жалпы міндеттері :

- мысты сорбция арқылы бөлу процесінің тиімді параметрлерін анықтау;
- мысты сорбция арқылы бөлу процесіне ортаның әсерін зерттеу;
- орындалған зерттеулерді экономикалық бағалау;
- еңбек қорғау және техникалық қауіпсіздік шараларын көрсету.

Зерттеу жұмысының практикалық базасы – «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасы, Satbayev University.

1 Әдеби шолу

1.1 Мыс гидрометаллургиясы

Мыс гидрометаллургиясы қазіргі заманғы өнеркәсіпте маңызды болып табылатын мыс өндіру және өңдеу саласындағы маңызды бағытты білдіреді. Бұл процесс оның кендерінен мыс алу үшін химиялық реакцияларды қолдануды, содан кейін металды тазарту мен концентрациялауды қамтиды.

Бұл технология өзінің тиімділігі мен экономикалық орындылығының арқасында кең таралды. Пирометаллургия сияқты дәстүрлі әдістермен салыстырғанда гидрометаллургия өндіріс пен өңдеудің төмен шығындарымен кеннен мыс алудың жоғары дәрежесін қамтамасыз етеді.

Мыс гидрометаллургия процесі көбінесе тиімділікті арттыру және қоршаған ортаға әсерді азайту үшін оңтайландыруға болатын әртүрлі химиялық реагенттерді, еріткіштерді және технологиялық схемаларды пайдалануды қамтиды.

Бұл зерттеуде біз мыс гидрометаллургиясының негізгі принциптерін, технологиялары мен перспективаларын, сондай-ақ оның өнеркәсіптік өндіріс пен жалпы металлургия саласын дамыту үшін маңызды мәнін қарастырамыз.

Мыс кен орындарының геологиясына және олардың құрылымының ерекшеліктеріне кіріспе, бұл мыс өндірудің және байытудың оңтайлы әдістерін анықтау үшін маңызды.

Мыс гидрометаллургиясы экологиялық таза табиғатына және әртүрлі кен түрлерінен мысты тиімді алу мүмкіндігіне байланысты танымал бола бастады.

Мыс гидрометаллургиясы-химиялық ерітінділерді қолдана отырып, оның кенінен немесе концентраттан мыс алу процесі. Бұл әдіс әсіресе дәстүрлі балқыту әдістерімен тиімді өңделмейтін төмен мыс кендерін өңдеуде кеңінен қолданылады.

1.1.1 Мыстың гидрометаллургиялық әдістері

Мыс гидрометаллургия процесі әдетте келесі қадамдарды қамтиды:

Ликвация: Руда немесе мыс концентраты қышқыл немесе алкалий ерітінділерін қолдану арқылы жойылатын - өңделетін кен концентратын жасау үшін ұнтақталады және өңделеді. Жоюдың мақсаты-кеннен мыс алу және мыс ерітіндісін жасау.

Экстракция: жойылғаннан кейін мыс ерітіндісі экстракция процесіне ұшырайды, оның барысында мыс ерітіндіден органикалық фазаға өтеді, әдетте органикалық еріткіштерді қолданады. Бұл мысты басқа металдар мен коспалардан бөлуге мүмкіндік береді.

Электролиз немесе цементтеу: органикалық фазадан мыс алу сатысынан кейін электролиз немесе цементтеу арқылы алынады. Электролиз кезінде мыс катодқа түседі, ал цементтеу кезінде мыс ерітіндіден бөлшектер (цемент) түрінде

бөлінеді.

Сорбция: Мысты алып тастағаннан кейін тазарту және тазарту процесі жүреді, оған күкірт пен арсен сияқты қоспалар мен қажетсіз элементтерді тазартудың қосымша кезеңдері кіруі мүмкін.

Мыс гидрометаллургиясы әр түрлі кендер мен концентраттардан мыс өндірудің маңызды әдісі болып табылады. Оның бірқатар артықшылықтары бар, соның ішінде төмен кендерді өңдеу мүмкіндігі, төмен техникалық қызмет көрсету шығындары және кейбір дәстүрлі әдістермен салыстырғанда жоғары тиімділік. Мыс бөліп алудың гидрометаллургиялық әдісін қолдану үшін төменгі шаралар қажет:

- кен орындарын зерттеу және бағалау;
- технологиялық процесті әзірлеу;
- қоршаған ортаның қауіпсіздігі мен қорғалуын қамтамасыз ету;
- сапаны бақылау.

1.1.2 Ионалмасу сорбциясы

Ионалмасу сорбциясы – бұл сулы ерітінділерден қатты затпен (ионитпен) иондарды бөліп алу процесі, ол ионит құрамында сол белгімен болатын иондардың эквиваленттік мөлшерінің сулы ерітіндіге өтуімен жүреді.

Ион алмасу технологиясына жатады:

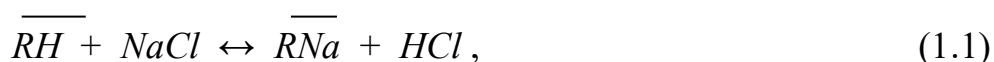
1) ионитпен ерітіндіден бөлінетін ионның сіңірілу сатысы, оны сорбция деп атайды;

2) ионитке сіңірілген ионды ерітіндіге жуу немесе элюирлеу сатысы.

Ион алмасудың мақсаты ерітіндіні шоғырландыру, не болмаса қоспадан бөліп алынатын металды тазарту немесе қасиеттері бойынша жақын элементтерді бөлу болады. Ион алмасу ақаба суларды зиянсыздандыру үшін, таза әрі жұмсақ су алу үшін кеңінен пайдаланылады.

Ионды алмасу – бұл ионит пен ерітіндінің иондармен алмасуының химиялық реакциясы. Бұл қатты затпен (ионитпен) сулы ерітінділерден иондарды, ионит құрамында сол белгіде болатын иондардың эквиваленттік мөлшерінің сулы ерітіндіге өтуімен бөліп алу процесі. Ион алмасу кезінде реакциялар екі фазаның – қатты және сұйық – бөліну шекарасында өтеді.

Қосарлы ион алмасудың гетерогендік реакциясы мына теңдеулер түрінде көрсеуге болады:



немесе



мұндағы R және R_1 – сәйкес катионит пен аниониттің моделі;
 H^+ пен OH^- – кері иондар.

Қатты зат сызықпен белгіленген.

Көптеген жағдайларда ион алмастыру адсорбциямен бірге жүреді. Ерітіндінің құрамынан қандайда бір қосылысты қатты затпен сіңіру (ион-алмасу немесе адсорбция) табиғатын анықтау күрделі болған жағдайда процесті жай «сорбциямен» деп атайды..

Ион алмасу процесі металл иондарының концентрациясы 1 % немесе одан төмен реттегі өте сұйытылған ерітінділермен жұмыс істеу кезінде ең тиімді әдіс болып табылады. Бұл кезде сорбцияны қолдану олардың толық бөлініп алынуына көмектеседі.

Ион алмастырушы материалдар – табиғи және синтетикалық, органикалық және органикалық емес, суда ерімейтін полиэлектролиттер, тұздардың, қышқылдардың және сілтілердің сулы ерітінділерінде тұрақты, өз құрамында ерітіндідегі иондармен алмасу қабілеті бар, ионогенді топ болатын, дамыған беттікті жоғары молекулярлы заттар.

Катион немесе анионалмасу қасиеттерінің айқындық қабілеттіктері бойынша оларды сәйкесті катиониттер және аниониттер деп атайды. Катиониттер мен аниониттердің қасиеттеріне бірмезгілде ие бола алатын амфолиттер де бар.

Гидрометаллургияда кендер мен концентраттардан металдарды бөлу үшін иониттердің әртүрлі топтары қолданылады. Олардың кейбіреулері мыналарды қамтиды:

Катиониттер – бұл иониттердің катиондарға жақындығы бар, бұл оларға ерітінділерден металдарды тиімді алуға мүмкіндік береді. Оларды жергілікті кендерден де, концентраттардан да металдарды оқшаулау үшін пайдалануға болады.

Аниониттердің, керісінше, аниондарға жақындығы бар. Олар металл экстракциясына кедергі келтіретін иондарды кетіруге немесе ерітіндідегі белгілі бір аниондардың концентрациясына пайдалы болуы мүмкін.

Хелат түзетін шайырлар – бұл шайырлар металдармен кешендер түзеді, бұл оларды ерітінділерден белгілі бір металдарды алу кезінде селективті етеді

Ион алмасу статикалық (араластыру жағдайында иониттің ерітіндімен жанасуы кезінде) немесе динамикалық (ерітіндінің шайырдың белгілі қабаты болатын колонка арқылы ағып өтуі кезінде) жағдайларда жүзеге асырылады.

Ион алмасу процесінде иониттер селективтік көрсетеді, яғни иондардың шайырға әртүрлі «жақындығына» негізделген, олардың ерітіндіде біріге болған кезінде бір иондардың екіншісінен басымды сіңірілуі. Әртүрлі иониттермен катиондар мен аниондардың бірізді сіңірілуі экспериментті белгіленген.

Аралас ион алмасу шайырлары: бұл шайырларда бір матрицада катионит және анионит топтары болады. Олар гидрометаллургиялық процестерде металл ерітінділерін тазарту үшін кеңінен қолданылады.

Иониттердің ең маңызды сипаттамасы – сыйымдылығының шамасы. Иониттің алмасу сыйымдылығы активті топтардың санымен анықталады, миллиграмм – эквивалентпен (мг-экв), шайырдың бір граммына (мл) немесе миллиграммына келетін. Теориялық зерттеулер үшін сыйымдылықтың салмақты көрсетілуін қолданады. Оны мг-экв-те 1 г құрғақ шайырға есептейді.

Толық алмасу сыйымдылығы (ТАС), статикалық (тепе-теңдік) алмасу қабілеті (САС) және динамикалық алмасу қабілеті (ДАС). Практикалық мақсаттар үшін белгілі бір жұмыс жағдайына сәйкес келетін жұмысшы айырбастау қабілеттілігі ұғымын қолданады. Нақты жағдайдағы САС тепе-теңдік күйіне әсер ететін факторлардың қосындысына байланысты.

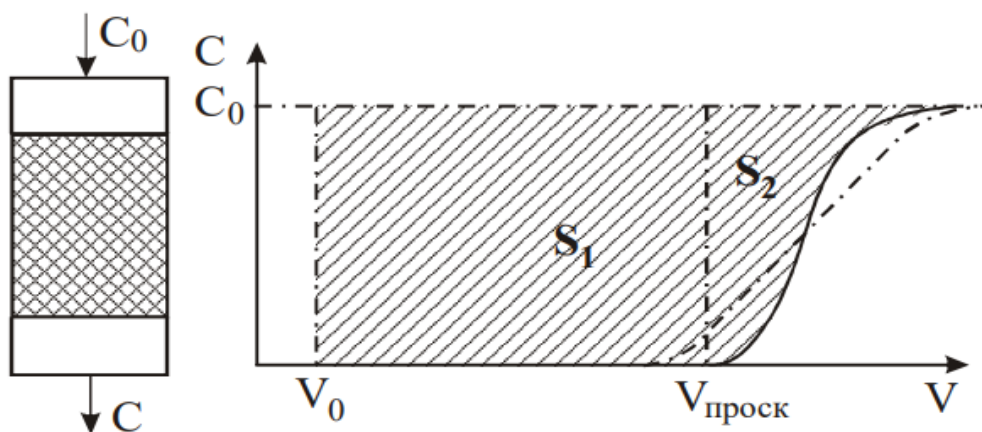
Толық алмасу сыйымдылығы (ТАС) барлық белсенді ионит орталықтары толтырылған жағдайда сорбцияланған иондардың мөлшерін көрсетеді.

Статикалық алмасу сыйымдылығы (САС) - белгілі бір көлем мен құрамның ерітіндісімен статикалық жағдайда тепе-теңдікке жеткенде шайырдың сыйымдылығы. Осылайша, статикалық сыйымдылық тұрақсыз шама болып табылады.

Динамикалық (жұмыс істейтін) алмасу қабілеті (ДАС) - бұл шайыр қабаты арқылы сүзу кезінде тұндырылған ионның "секіруіне" қол жеткізілгенге дейін сіңірілген иондардың мөлшері, яғни сүзгіде иондардың сәл төмен концентрациясының түзілуі (мысалы, бастапқы концентрацияның 1,0 %). ДАС тұрақты мән емес - бұл ерітіндінің шайыр арқылы өту жылдамдығына, шайыр түйіршіктерінің санына, ерітіндінің құрамына және температураға байланысты.

САС және ДАС мәні тастың мәнінен аз және ионитті таңдауға негіз болады.

Жұмыс қабілеттілігі сорбциялық қисықтың "шығу" арқылы анықталады (1.1-сурет). Сүзгідегі алмасу иондарының концентрациясының өткізілген ерітіндінің көлеміне тәуелділігі көрсетілген.



$S_1 + S_2$ – тепе-теңдік алмасу сыйымдылығы

S_1 – секіргенге дейінгі динамикалық алмасу сыйымдылық

1.1 - сурет – Сорбцияның шығыс қисығы

Бастапқы кезеңде сорбент ерітіндіден затты сіңіре бастағанда ерітіндідегі сорбцияланатын заттың концентрациясы тез төмендейді. Бұл жылдам өсу процесс баяулағанға дейін қысқа уақытқа созылуы мүмкін. Бұл кезеңде сорбция жылдамдығы төмендейді. Қаныққаннан кейін сорбция мен десорбция

жылдамдығы тең болған кезде тұрақты күй орнатылады.

Сорбентке сіңірілген ионның десорбциялау үрдісін элюирлеу процесі деп айтады. Бастапқы ертіндіге қарағанда нәтижесінде 100 және одан көп дәрежеге көп металдардың концентрациясы болатын элюаттар алынады. Аниониттер мен катиониттерді алдымен белгілі бір белгідегі кері иондармен «қуаттайды» (қанықтырады). Сондықтан катиониттер туралы H^+ , NH_4^+ , Na^+ және т.б. бөлімде; аниониттер туралы – SO_4^{2-} , Cl^- , OH^- бөлімде айтады.

Сорбцияның шығу қисығы әртүрлі параметрлерге байланысты өзгеруі мүмкін, мысалы, ортадағы зат концентрациясы, температура, сорбент түрі және т. б.

Сорбцияның шығу қисығын талдау сорбция процесінің кинетикасын, сорбция параметрлерін (мысалы, Сорбент сыйымдылығы, диффузия коэффициенті) және сорбция процесінің тиімділігін анықтауға мүмкіндік береді.

Мыс гидрометаллургиясындағы сорбенттердің ішінде кеңінен қолданылатын синтетикалық шайыр (смола). Ион алмастырушы шайырларға қойылатын талаптарға: үлкен сыйымдылық, керек металды бөліп алу селективтілігі, жақсы механикалық және химиялық тұрақтылық, құнының арзан болуы.

Мыс гидрометаллургиясында кедей тұз құрамды ерітінділерден мысты ион алмастыру технологиясы арқылы селективті бөліп алу қарастырылып жатыр. Процестің көрсеткіштері шайырдың құрамы мен сорбцияның технологиялық режиміне тікелей тәуелді. Кейбір жағдайларда мысты селективті бөліп алу мыстың және оның қосалқы элементтерінің десорбентпен әртүрлі ерігіштігі немесе тұрақтылығы бар қосылыстар түзуіне негізделген. Азотқышқылды ерітінділерден Н-формадағы карбоксильді катиониттерге (СГ–1, СГ–2, КБ–2, КБ–4а–2) және сульфкатиониттерге (КУ–1, КУ–2) қосалқы элементтерден мысты бөліп алу үшін сорбциялық зерттеу жұмыстары жүргізілген.

Мыс бойынша $pH = 4,8-4,9$ кезінде, сыйымдылықтары карбоксил нониттері үшін 51–64 мг/г және сульфкатиониттер үшін 72,5 мг/г–нан аспады. Мыстың десорбциясы бір нормальды хлорид ерітіндісімен немесе аммоний нитратымен жүзеге асырылды. Құрамынды темір бар күкірт қышқылынан АН–1, АН–2, ЭДЭ–10п, АВ–16 аниониттерін қолдану арқылы мыстың селективті сорбциясы жүргізіледі.

1.2 Сорбция процесінде қолданылатын сорбенттер

Сорбенттер әрекет принципі, пішіні, шығу тегі, су мен майды сіңіру қабілеті бойынша жіктеледі.

Сорбенттерді әрекет принципі бойынша жіктеу. Әрекет принципі бойынша адсорбенттер, адсорбенттер және иониттер деп бөлінеді.

1.2.1 Белсендірілген көмір – ең танымал адсорбент

Адсорбенттердің басқа заттарды сіңіретін бетінің үлкен ауданы бар. Ең танымал адсорбент–белсендірілген көмір. Бұл заттың бір граммының бетінің ауданы 1500 м² жетеді.



1.3 - сурет – Белсендірілген көмір- ең танымал адсорбент

Белсендірілген көмірден басқа, адсорбенттерге алюминий оксиді, кремний оксиді, цеолиттер жатады. Соңғылары жалғыз тұрады, өйткені олар бір уақытта адсорбенттер мен иониттердің қасиеттеріне ие.

Белсендірілген БАУ–А көмірі ластанған ерітінділерді лангмюр теңдеуімен сипатталған қарапайым физикалық адсорбция механизмі бойынша олардың бетіне сорбциялау арқылы екі валентті мыс иондарынан тазартуға қабілетті. Тазартылатын ерітіндінің рН 4–тен 6,7–ге дейін жоғарылауымен МИУ–С4 бетіндегі мыс иондарының адсорбциясы артады, бұл БАУ–А моноқабатының сыйымдылығының өсуіне тепе-теңдік байланысты .

БАУ–А және басқа МИУ көмір сорбентінің ИҚ және КР спектрлерін салыстыру олардың мыс иондарына қатысты сорбциялық қасиеттеріндегі айырмашылықтарды көрсетті.Көбінесе олардың беттерінің қасиеттеріндегі, сондай–ақ құрылымындағы айырмашылықтарға байланысты.

БАУ–А сорбенті табиғи және ағынды суларды тазарту үшін және мыс иондарынан суды тазарту ұсынылуы мүмкін.



1.2 - сурет – БАУ–А сорбенті

1.2.2 Абсорбенттер

Абсорбенттер басқа заттарды сіңіріп, ерітінділер түзеді. Белсенді зат сіңіргіште ериді және байланысқан күйінде қалады. Сондай-ақ, сіңіру процесінде химиялық реакция пайда болуы мүмкін, нәтижесінде сіңірілген зат өзгереді.

Абсорбенттерге ұнтақты слюда, табиғи сфагнум және шымтезек, Фуллер топырағы, құм, саз, су, майлар жатады.



1.4 - сурет – Саз -табиғи абсорбент

1.2.3 Иониттер немесе ион алмасу шайырлары

Иониттер немесе ион алмасу шайырлары – басқа заттарды сіңірмейтін, бірақ олармен иондар алмасатын синтетикалық заттар. Иониттерді қолданудың ең танымал саласы–тұрмыстық су сүзгілері. Оларда ион алмастырғыш шайырлар ағын судан ауыр металдардың тұздарын алып тастайды.

Иониттер екі топқа біріктіріледі: катиониттер және аниониттер. Біріншісі белсенді затпен катиондармен немесе оң зарядталған бөлшектермен алмасады. Судан ауыр металдарды кетіретін де катиониттер болып табылады. Аниониттер затпен теріс зарядталған бөлшектермен алмасады. Олар суда және ауада күкірт оксидтерін, фосфор оксидін және басқа зиянды заттарды байланыстыра алады.

1.2.4 Табиғи сорбенттер

Сорбенттер табиғи және синтетикалық болып табылады. Табиғи сорбенттерге көмірден, жаңғақ қабығынан және басқа да табиғи материалдардан алынатын белсендірілген көмір жатады.

Табиғи сорбенттер – кең таралған пайдалы қазбалар: цеолиттер, құрамында трепел бар жыныстар, сапониттер, бруситтер, шунгиттер, мұхиттық темір-марганец қыртыстары, құрамында анальцим бар саздар. Оларды Ағынды суларды зиянды компоненттерден және басқа мақсаттардан тазарту үшін алдынала дайындықсыз пайдалануға болады. Мақалада кейбір табиғи сорбенттердің сапалық сипаттамалары мен қолдану мүмкіндіктері қарастырылған. Табиғи сорбенттерді пайдалана отырып, өндірістік сарқынды суларды залалсыздандыру және кәдеге жарату бойынша ұсынылған технологиялық шешімдер тазартылған суды қажетті нормативтерге дейін алуға, технологиялық циклге құнды бастапқы компоненттерді қайтаруға мүмкіндік береді.

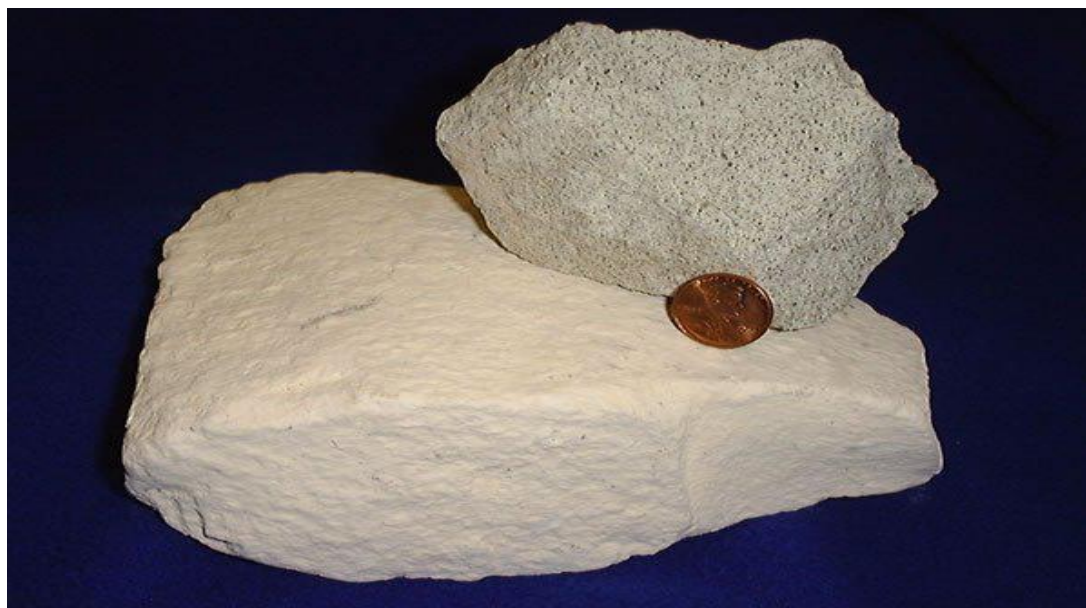
Табиғи минералдар – цеолиттер ионит ретінде кеңінен қолданылады. Жоғарыда айтылғандай, олар бір уақытта үлкен беткі аймаққа және иондарды басқа заттармен алмасу қабілетіне ие. Цеолиттер ауыз суды, аквариумдардағы суды тазарту үшін қолданылады.

Цеолиттер әдетте белгілі бір молекулаларды немесе иондарды олардың мөлшері мен зарядына қарай селективті адсорбциялау қабілетіне ие. Бұл қасиет оларды қоспаларды бөлу және өнімдерді тазарту үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

Цеолиттердің химиялық тұрақтылығы бар, яғни олар әртүрлі қоршаған орта жағдайларында, соның ішінде жоғары температура мен қатты химиялық ортада құрылымы мен қасиеттерін сақтай алады.

КСРО ыдырағанға дейін жоғары сапалы табиғи цеолиттерді пайдалану негізінде сорбенттер алудың шикізат базасы көптеген онжылдықтар бойы қамтамасыз етілді және оңай қол жетімді жерлерде, көбінесе тұтынушыға жақын жерде болды. Құрамында цеолит бар шикізаттың құрамы мен қоры бойынша әртүрлі 20 кен орны белгілі болды.

Қабылданған техникалық шарттар мен стандарттар негізінен жақын шет елдерде сол жерде орналасқан кен орындары үшін әзірленді және қазіргі уақытта табиғи сорбенттерді пайдалану салаларының кеңеюіне байланысты толықтырулар мен түзетулер қажет.



4.2 - сурет – Цеолит – табиғи адсорбент және ионит

Лигнин және целлюлоза: бұл мыс сорбенттері ретінде қолдануға болатын табиғи материалдардың тағы екі мысалы. Олар жақсы адсорбциялық қабілетке ие және оларды суды тазарту процестерінде қолдануға болады.



1.6 - сурет – Лигнин



1.7 - сурет – Целлюлоза

1.2.5 Синтетикалық сорбенттер

Синтетикалық сорбенттерге кремний диоксиді жатады. Ол 400 °С–тан жоғары температурада кремнийді жағу арқылы алынады.



1.8 - сурет– Кремний диоксиді – медициналық сорбенттердің белсендісі

1.2.6 Биосорбенттер

Биосорбенттер: бұл бактериялар, саңырауқұлақтар, балдырлар және қоршаған ортадан металдарды белсенді түрде сорып алатын өсімдіктер сияқты биологиялық шыққан материалдар. Мысалы, кейбір бактериялар мен саңырауқұлақтар металдарды, соның ішінде мысты байланыстыратын металлопротеидтер түзуі мүмкін.



1.9 - сурет – Биосорбент

1.3 Табиғи сорбенттердің өндірісте қолданылуы

Табиғи сорбенттерді қолдану олардың кең таралуы, төмен құны және экологиялық қауіпсіздігі сияқты бірқатар артықшылықтарға ие. Сонымен қатар, олар пайдаланылғаннан кейін қалпына келтірілуі немесе қайта өңделуі мүмкін, бұл оларды қалдықтарды басқару тұрғысынан тұрақты етеді.

Мыс сорбциясы үшін табиғи сорбенттерді пайдалану суды тазарту, ерітінділерден металдарды қалпына келтіру және топырақты тазарту сияқты әртүрлі салаларда қолдануға болатын тиімді және экологиялық тұрақты тәсіл болып табылады. Белсендірілген көмір, саз, биосорбенттер сияқты бұл табиғи материалдар мысқа жоғары адсорбциялық қабілетке ие және оларды әртүрлі процестерде қолдануға болады. Табиғи сорбенттерді пайдаланудың артықшылықтарына олардың кең таралуы, төмен құны, экологиялық қауіпсіздігі және пайдаланудан кейін қайта өңдеу мүмкіндігі жатады. Бұл тәсіл Сонымен қатар қоршаған ортаға әсерді азайтуға және металдарды тазарту және қалпына келтіру процестерінің тұрақтылығын арттыруға көмектеседі.

Бұл табиғи материалдар мыс адсорбциясының жоғары қабілетіне ие және суды тазарту, металдарды қалпына келтіру және ластанған топырақты қалпына келтіру үшін сәтті қолданыла алады. Олардың кең таралуына, төмен құнына және экологиялық қауіпсіздігіне байланысты олар ластану мәселелерін шешудің маңызды құралы болып табылады. Осы саладағы қосымша зерттеулер мен даму металдарды тазарту мен қалпына келтірудің тиімді және тұрақты әдістерін дамытуға ықпал етуі мүмкін, бұл қоршаған орта сапасының жақсаруына және өмір сүру жағдайының жақсаруына әкеледі.

1.3.1 Шунгитті сорбент ретінде қолдану

Шунгит – көміртекті құрылымдардан және сорбциялық қасиеттері бар әртүрлі минералдардан тұратын бірегей табиғи материал. Осыған байланысты шунгит суды металл иондарынан және басқа ластаушы заттардан тазарту үшін кеңінен қолданылады.

Осы салада жүргізілген зерттеулер шунгитті металл иондарының сорбенті ретінде қолданудың тиімділігін растайды. Мысалы, Абрамова А.А. және басқалар (2017) жүргізген зерттеу шунгиттің Сулы ерітінділерден мыс иондарын 95 % дейін кетіруге қабілетті екенін көрсетті. Бұл шунгиттің суды ауыр металдардан тазарту жүйелерінде қолдану мүмкіндігін көрсетеді.

Басқа зерттеулер шунгиттің мырыш, кадмий, марганец және қорғасын сияқты әртүрлі металдардың иондарын сору қабілеті бар екенін растайды (Хансен К. және басқалар, 2015). Хансен және оның әріптестері жүргізген зерттеу нәтижесінде шунгит темір мен қорғасын иондарын тиімді сорып, суды тазартудың жоғары тиімділігін көрсететіні анықталды.

Дегенмен, шунгиттің сорбция қабілеті ерітіндінің рН, металл концентрациясы және материалмен жанасу ұзақтығы сияқты әртүрлі факторларға байланысты болуы мүмкін екенін ескеру маңызды. Магний мен кальций сияқты кейбір металл иондары шунгитпен әлсіз байланысып, сорбция дәрежесі төмен болуы мүмкін. Шунгиттегі сорбциялық қасиеттердің пайда болуы оның ерекше құрылымымен байланысты. Шунгитте кездесетін минералдар бетінің ауданы мен кеуектілігі жоғары, бұл материалдың бетіндегі металдардың тиімді адсорбциясына ықпал етеді. Сонымен қатар, шунгит ион алмасу қасиеттеріне ие, бұл оған ерітіндіден металл иондарын тартуға және олардың орнына иондарын беруге мүмкіндік береді. Әрі қарай, металл иондарын шунгитпен сорбциялау механизміне бағытталған зерттеулерге шолу жасау қажет. Жүргізілген зерттеулер металдардың шунгитпен сорбциясы әртүрлі механизмдер арқылы жүруі мүмкін екенін көрсетеді. Кейбір зерттеулер физикалық өзара әрекеттесуге негізделген шунгит бетіндегі металдардың адсорбциясын көрсетеді. Басқа зерттеулер металл иондары шунгиттің көміртегі құрылымдарына еніп, жаңа қосылыстар түзе алады деп болжайды.



1.10 - сурет – Шунгит

Сондай-ақ, шунгиттің сорбциялық қабілетін арттыру үшін өзгертілуі мүмкін екенін ескеру маңызды. Шунгитті өзгерту оның беттік қасиеттерін өзгерту немесе арнайы функционалды топтарды қосу арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Кейбір зерттеулер модификацияланған шунгиттің табиғи шунгитке қарағанда металл иондарының сорбция тиімділігі айтарлықтай жоғары болуы мүмкін екенін көрсетеді.

Алайда, артықшылықтардан басқа, шунгитті металл иондарының сорбенті ретінде пайдалану шектеулерін де ескеру қажет. Кейбір металл иондарының сорбциялық қайтымдылығы төмен болуы мүмкін және шунгиттен жуу қиын болуы мүмкін. Сонымен қатар, ерітіндідегі басқа иондармен бәсекелестік болуы мүмкін, бұл шунгитпен металл сорбциясының тиімділігін төмендетуі мүмкін.

1.3.2 Цеолитті сорбент ретінде қолдану

Цеолиттер-беттік белсенділігі жоғары және әртүрлі металл иондарын сору қабілеті бар микрокеуекті алюминий силикаттары.

Осы салада жүргізілген зерттеулер цеолиттерді металл иондарының сорбенті ретінде қолданудың тиімділігін көрсетеді. Мысалы, Лоренц Р. және басқалар (2016) Сулы ерітінділерден мыс, темір және мырыш иондарын кетіру үшін цеолиттердің әртүрлі түрлерін қолдану мүмкіндігін зерттеді. Зерттеу цеолиттердің 90 %-дан асатын осы металдарды сорбциялау тиімділігі жоғары екенін көрсетті.

Басқа зерттеулер цеолиттердің қорғасын, кадмий, никель және т.б. сияқты әртүрлі металдардың иондарын сору қабілетін растайды. Майер И. және т.б. (2018) жүргізген зерттеу цеолиттердің қорғасын иондарына қатысты жоғары сорбциялық қабілеті бар екенін көрсетеді және оны Сулы ерітінділерден тиімді түрде жояды. Луис А.және т. б. (2019) жүргізген зерттеу цеолиттерді Судан никель иондарын кетіру үшін қолдануға болатынын және бұл металды алу

дәрежесі 95 % жететінін көрсетеді. Алайда, цеолиттердің сорбциясының тиімділігі қоршаған ортаның физика-химиялық қасиеттері, ерітіндінің рН, металл концентрациясы және материалмен жанасу ұзақтығы сияқты әртүрлі факторларға байланысты екенін ескеру маңызды. Сондай-ақ, оның сорбциялық қасиеттеріне әсер етуі мүмкін цеолиттің түрі мен құрылымы маңызды фактор болып табылады.

Металл иондарын цеолиттермен сорбциялау механизмі металға және цеолит түріне байланысты өзгеруі мүмкін. Сорбция механизмдерінің бірі металл иондары мен цеолит бетімен байланысқан иондар арасындағы иондардың алмасуымен байланысты. Бұл жағдайда металл иондары ион алмасу әрекеттесулері арқылы цеолиттің белсенді орталықтарына қосылады. Сорбцияның тағы бір механизмі физикалық адсорбцияға негізделген, онда металл иондары цеолит бетінде физикалық өзара әрекеттесу күштері арқылы адсорбцияланады. Соңғы жылдары модификацияланған цеолиттерге олардың сорбциялық қасиеттерін арттыру мақсатында қызығушылық артты. Цеолиттердің модификациясы бетінің өзгеруін немесе функционалды топтардың қосылуын қамтуы мүмкін, бұл олардың белгілі бір металл иондарына қатысты сорбциялық қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік береді. Кейбір зерттеулер модификацияланған цеолиттердің табиғи цеолиттермен салыстырғанда сорбциялық қабілеті мен тиімділігі жоғары екенін көрсетеді. Алайда, артықшылықтардан басқа, цеолиттерді металл иондарының сорбенті ретінде қолдануға шектеулер де бар. Кейбір металл иондары цеолиттердің төмен сорбция дәрежесіне ие болуы немесе ерітіндідегі басқа иондармен бәсекелесуі мүмкін, бұл олардың тиімділігін төмендетуі мүмкін. Сондай-ақ, цеолиттер кейбір қышқылдар мен сілтілердің қатысуымен әртүрлі деградация процестеріне ұшырауы мүмкін, бұл олардың белгілі бір жағдайларда қолданылуын шектеуі мүмкін.

1.3.3 Бентонит пен каолинді сорбент ретінде қолдану

Бентониттер мен каолиндер –бұл беттік белсенділігі жоғары және әртүрлі металл иондарын сору қабілеті бар табиғи минералдар, бұл оларды суды ластанудан тазарту үшін перспективалы материалдар етеді.

Осы салада жүргізілген зерттеулер бентониттер мен каолиндердің металл иондарының сорбциясында жоғары тиімділігі бар екенін көрсетеді. Мысалы, Бекчиева Ж.И. және басқалар (2017) жүргізген зерттеу бентониттің темір, марганец және мырыш иондарын Сулы ерітінділерден тиімді түрде алып тастап, 90 %-дан астам тиімділікке қол жеткізгенін көрсетті. Басқа зерттеулер сонымен қатар бентониттердің қорғасын, кадмий және никель сияқты ауыр металл иондарын сору қабілетін растайды.



1.11 - сурет – Бентонит

Каолиндер сонымен қатар металл иондарына қатысты жоғары сорбциялық қабілетін көрсетеді. XX ғасырдың жиырмамыншы жылдарында Карловская Т. жүргізген зерттеу каолиннің Сулы ерітінділерден мыс, қорғасын және мырыш иондарын 90 % дейін тиімді түрде жоя алатынын көрсетті. Кейінгі кезеңдерде жүргізілген зерттеулер бұл позицияны растайды, бұл каолиннің Судан әртүрлі металл иондарын сәтті алып тастайтынын көрсетеді. Алайда, бентониттер мен каолиндердің металды сорбциялау тиімділігі ерітіндінің рН, металл концентрациясы, материалдың жанасу ұзақтығы және температура сияқты әртүрлі факторларға байланысты өзгеруі мүмкін екенін ескеру маңызды. Сондай-ақ, олардың сорбциялық қасиеттеріне әсер етуі мүмкін бентониттің немесе каолиннің түрі мен құрылымы маңызды фактор болып табылады.



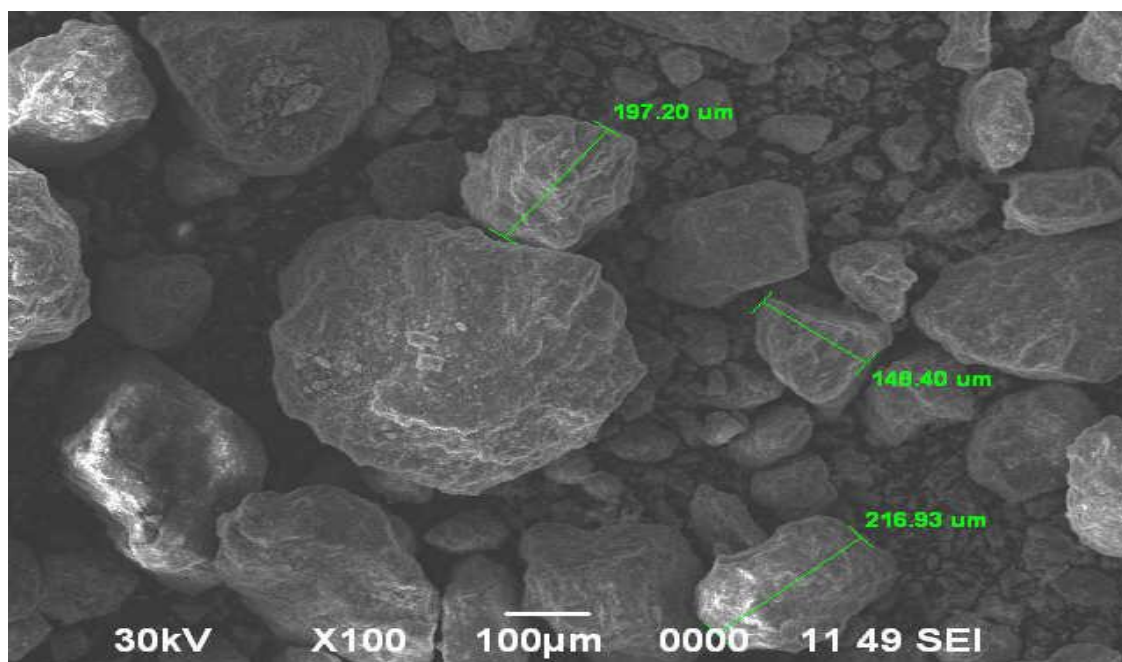
1.12 - сурет – Каолин

Металл иондарының бентониттермен және каолиндермен сорбциялану механизмі минералдың түріне және эксперимент жағдайына байланысты өзгеруі мүмкін. Мүмкін механизмдер-бұл материалдың бетіндегі адсорбция, иондардың алмасуы және кешендердің пайда болуы. Кейбір зерттеулер металл иондары минерал матрицасындағы иондарды алмастырған кезде металл сорбциясы ион алмасу арқылы жүруі мүмкін екенін көрсетеді. Басқа зерттеулер металл иондары минералдың бетіне физикалық және химиялық өзара әрекеттесу күштері арқылы адсорбциялануы мүмкін деп болжайды. Маңыздысы, бентониттер мен каолиндерді сорбциялық қасиеттерін жақсарту үшін өзгертуге болады. Материалдардың модификациясы белгілі бір металл иондарының сорбциясын арттыру үшін бетті өзгертуді немесе функционалды топтарды қосуды қамтуы мүмкін. Кейбір зерттеулер модификацияланған бентониттер мен каолиндердің табиғи материалдармен салыстырғанда сорбциялық қабілеті мен тиімділігі жоғары екенін көрсетеді. Алайда, артықшылықтардан басқа, бентониттер мен каолиндерді металл иондарының сорбенттері ретінде қолдануға шектеулер бар. Кейбір металл иондарының сорбция дәрежесі төмен болуы немесе ерітіндідегі басқа иондармен бәсекелесуі мүмкін, бұл олардың тиімділігін төмендетуі мүмкін. Сондай-ақ, сорбция тиімділігі металдардың концентрациясының жоғарылауымен немесе қоршаған орта жағдайларының өзгеруімен төмендеуі мүмкін.

2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Цеолитті электрондық микроскопия және сорбтометр көмегімен талдау

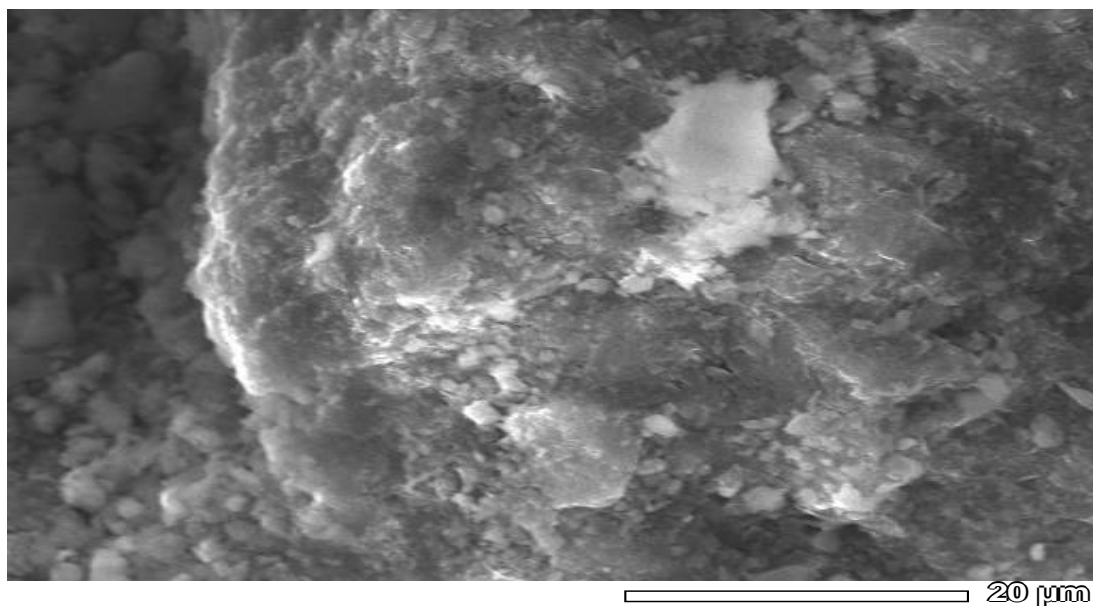
Цеолиттің үлгісі сканерлеуші электронды микроскоптың көмегімен зерттелді. Суреттер 100 нм ажыратымдылықпен алынды. Микрографтарда түйіршіктердің микроқұрылымдары айқын көрінеді. Үлгінің беті тегіс емес және біркелкі емес, көрінетін ақаулар мен жарықтар жоқ.



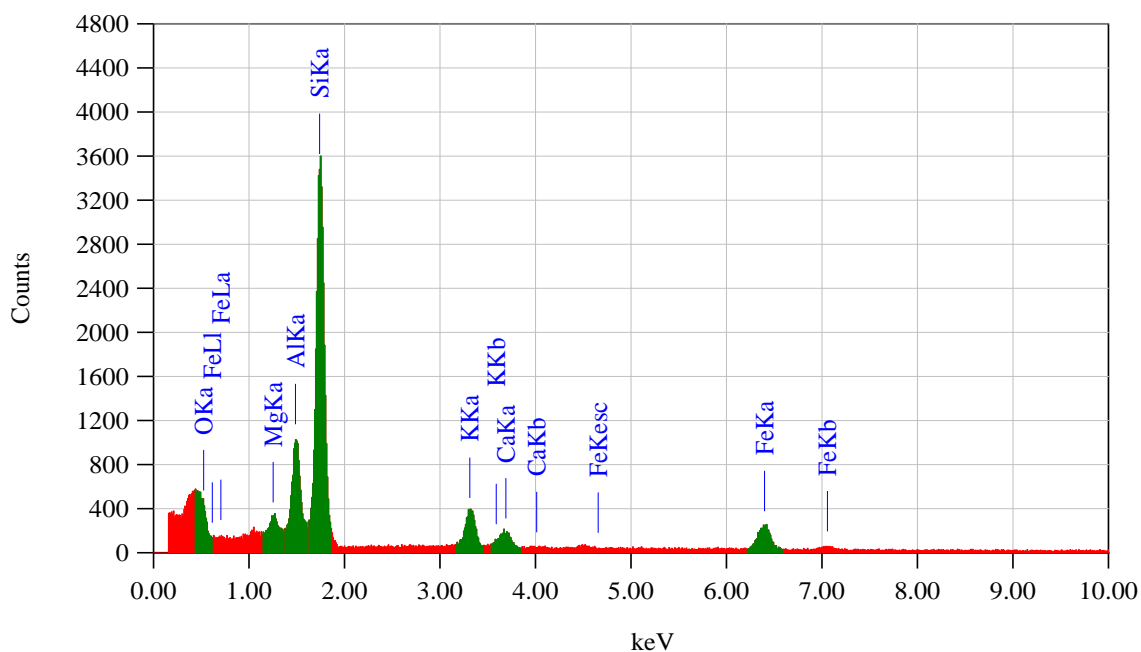
2.1 - сурет – Цеолиттің аналитикалық микроскоппен 100 есе үлкейтілген сұлбасы

Масштабты кескіндер цеолиттің бүкіл үлгі аймағында әртүрлі қалыңдығы бар екенін көрсетеді. Делимация немесе қабыршақтану белгілері жоқ табанымен (подложка) жақсы байланыс бар. Микроқұрылымдар диаметрі әртүрлі, мысал ретінде 3 өлшем алынды. 148-ден 216,93 нм-ге дейін, бүкіл бетіне әркелкі таралған түйіршік түрінде болады.

Жалпы алғанда, нәтижелер цеолит сорбентінің жоғары сапасы мен әркелкілігін көрсетеді, бұл оны металлургияда және басқа салаларда қолдануға жарамды етеді.



2.2 - сурет – Цеолиттің 1 түйіршігін 20 нм-ге үлкейтіп қарағандағы көрінісі



2.3 - сурет – Цеолиттің рентгендік дифрактограммасы

Сонымен қатар, дисперсиялық рентгендік спектроскопия (EDS) көмегімен үлгінің құрамына талдау жасалды, ол үлгінің құрамына талдау жасалды, ол цеолиттің құрамында бірнеше қоспалардың бар екенін растады.

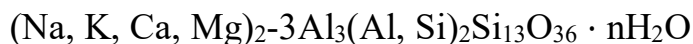
Цеолит үлгісінің құрамын талдау үшін дисперсиялық рентгендік спектроскопия (EDS) қолданылды. EDS спектрі 512 x 384 нм үлгі аймағынан алынды.

Спектрді талдау нәтижесінде, цеолиттер-көптеген әртүрлі композицияларды қамтитын минералдар класы екенін растады. Сонымен қатар,

цеолиттердің құрылымында әртүрлі катиондар мен су молекулалары болуы мүмкін.

Цеолиттердің нақты құрамы мен құрылымы цеолиттің белгілі бір түріне байланысты өзгеруі мүмкін екенін ескеру маңызды. Олардың кейбіреулері күрделі формулаларға ие болуы мүмкін және қосымша элементтерді қамтуы мүмкін.

Цеолиттің жалпы формуласы осындай:



Бұл цеолиттердің құрамында кристалдық торда орын алатын әртүрлі катиондар (натрий, калий, кальций, магний) болуы мүмкін дегенді білдіреді.

Кесте 2.1 – Цеолиттің құрамы мен құрылымдық талдауының нәтижелері

Элемент	Масса, %	Қателік, %	C _{ант} , %
O	11,81	0,85	20,21
Mg	2,81	0,20	3,16
Al	12,23	0,18	12,40
Si	54,41	0,20	53,01
K	7,09	0,23	4,96
Ca	2,83	0,25	1,93
Fe	8,82	0,37	4,92
Барлығы	100,00	2,28	100,00

Осы кестеде менің алған үлгімнің нақты құрамы көрсетілген (2.1 - кесте). Атап өтсем: Si – 54,41 %; O – 11,81 %; Mg – 2,81 %; Al – 12,23 %; K – 7,09 %; Ca – 2,83 %; Fe – 8,82 % .

Сонымен қатар, күкірт, фосфор сияқты басқа қоспалардан немесе ластанулардан сигналдардың болмауы анықталды, бұл үлгінің жоғары тазалығын және оның қасиеттеріне әсер етуі мүмкін қосымша элементтердің жоқтығын көрсетеді.

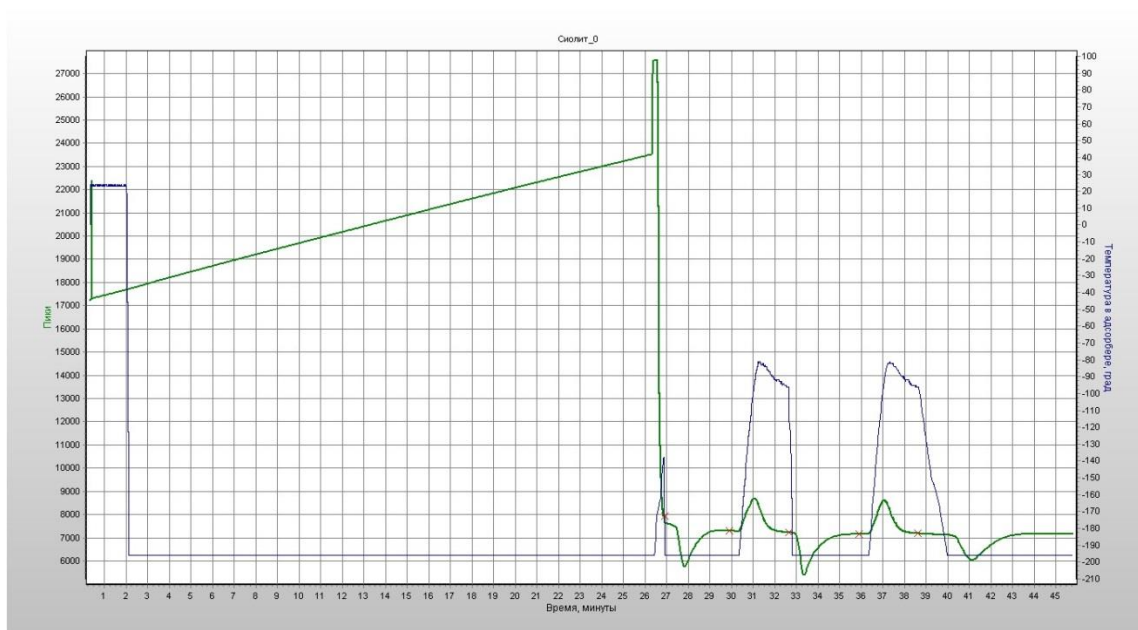
Бұл нәтижелер цеолиттің жоғары тазалығын растайды, бұл оны жоғары сапалы сорбент екенін көрсетеді. Яғни сорбция процесін жүргізу барысында, сорбент ешқандай кері әсерін тигізбейді.

Цеолиттің нақты бетін сорбтометриялық өлшеу-бұл параметрді анықтаудың ең ыңғайлы және дәл әдістерінің бірі. Цеолиттің меншікті беті оның каталикалық белсенділігінің және әртүрлі заттардың адсорбция қабілетінің маңызды көрсеткіші болып табылады.

Сорбтометриялық талдау үшін арнайы жабдықты - сорбциялық құрылғыны пайдалану қажет. Өлшеу процесінде цеолит бетімен әрекеттесетін және оның тесіктерін толтыратын газ тәрізді адсорбент қолданылады. Бұл жағдайда цеолит бетінде газдың адсорбциясы жүреді және адсорбцияланған газдың мөлшері материалдың меншікті бетін анықтайды.

Сорбциялық талдаудың нәтижелері адсорбция изотермасы түрінде

ұсынылады, онда адсорбат қысымы көлденең оське, ал адсорбцияланған газдың мөлшері тік оське түседі. Изотермадан цеолиттің нақты бетін оның пішіні мен сипаттамаларын - қанықтылықты, изотермиялық коэффициентті және т. б. талдау арқылы анықтауға болады.



2.4 - сурет – Сорбтометриялық талдаудың графикалық нәтижесі

Сорбтометриялық талдау арқылы каталитикалық материалдың тиімділігін бағалауға, сондай-ақ цеолиттердің әртүрлі түрлеріне салыстырмалы зерттеулер жүргізуге болады. Талдау нәтижелері белгілі бір каталитикалық немесе адсорбциялық процестер үшін цеолитті таңдауда пайдалы болуы мүмкін.

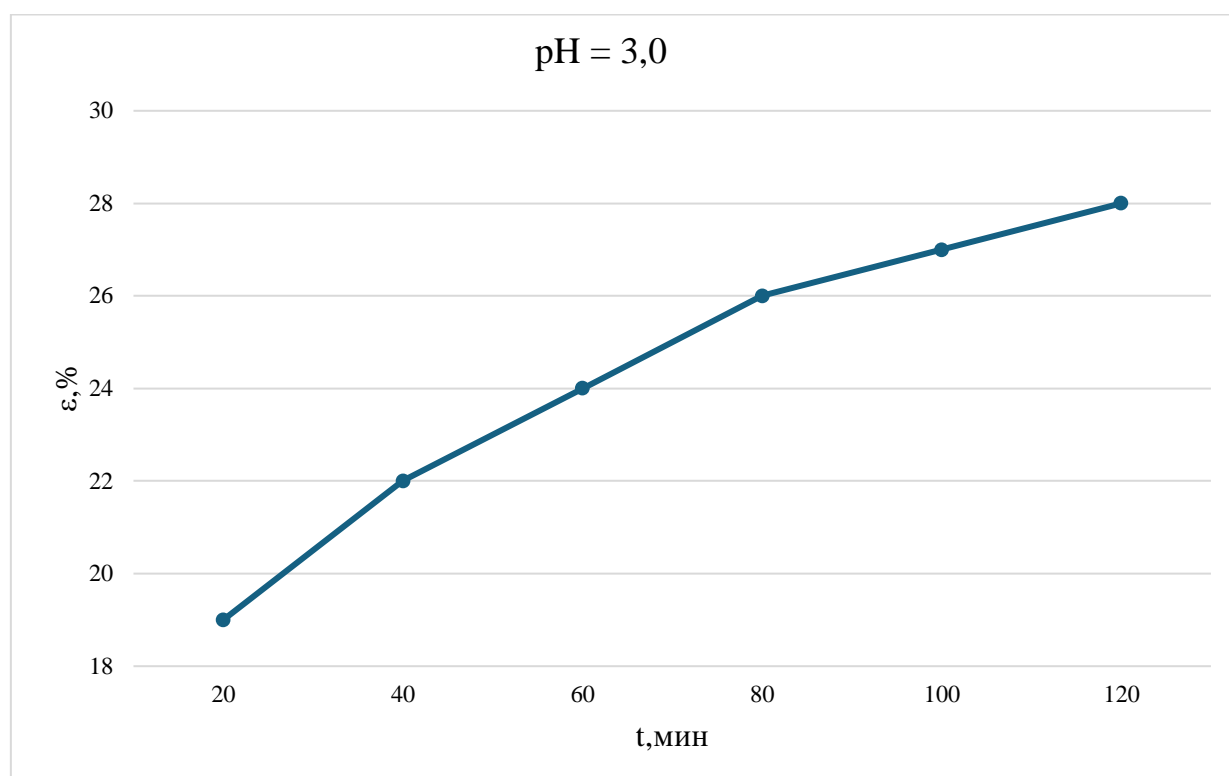
Осылайша, цеолиттің нақты бетін сорбтометриялық өлшеу оның сипаттамаларын анықтаудың және әртүрлі өндірістік процестерде қолданудың маңызды әдісі болып табылады.

2.2 Сорбция нәтижелерін талдау

Сорбция процесіне әсерін байқау үшін рН мәні 3 түрлі органы алып, зерттеуді жасадым. Процесстің ұзақтығы 140 минут, әр 20 минут өткен сайынғы бөліп алу дәрежелерін есептеп отырып кестелерді толықтырдым. Сорбенттің құрамына өткен мыстың массасын есептеп, мыстың концентрациясын есептедім. Ерітіндідегі мыстың бастапқы концентрациясы 3 г/л. Ерітіндіге H_2SO_4 және $NaOH$ қосу арқылы ерітінді рН – ы реттеліп, цеолиттің сорбциялық қабілетін зерттеуге жіберілетін әртүрлі рН ерітінділері дайындалды.

Кесте 2.2 – рН 3,0 кезінде сорбция процесінің ұзақтығының әсерін зерттеу

Ұзақтығы, мин	Сорбция %
20	19
40	22
60	24
80	26
100	27
120	28
140	28

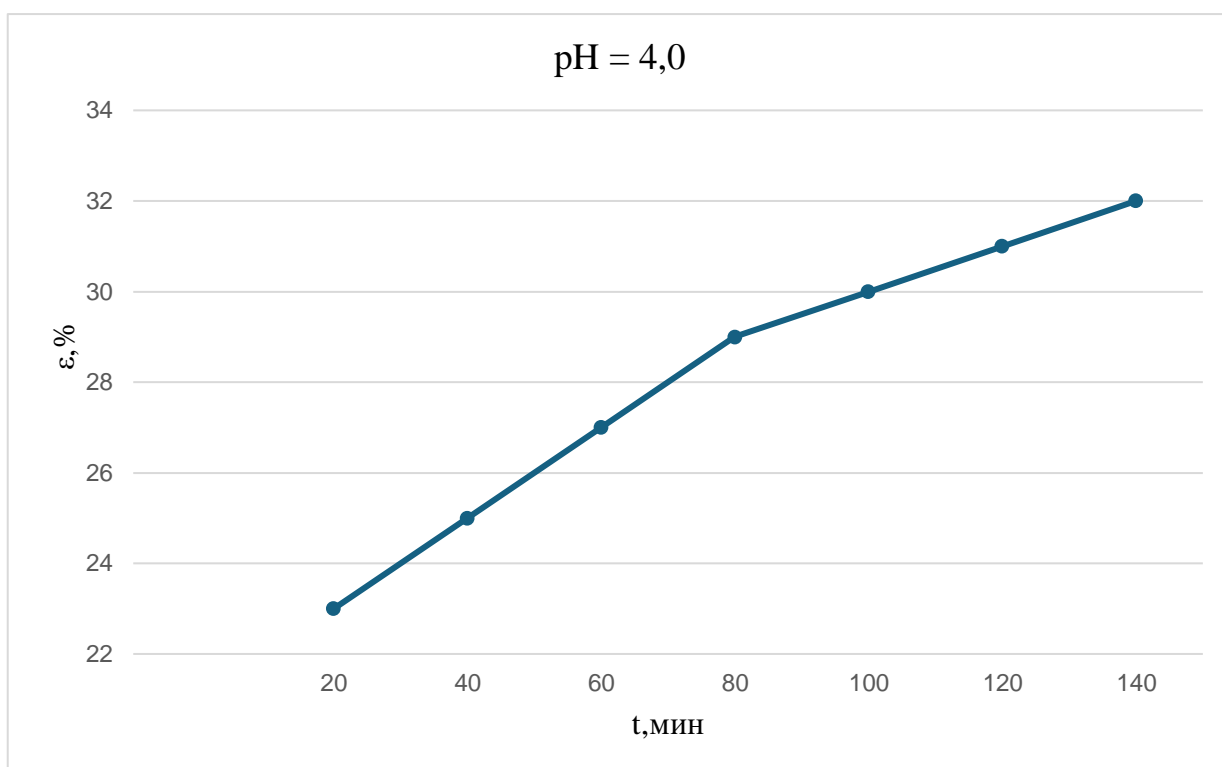


2.1 - сурет – рН = 3,0 кезіндегі сорбция көрсеткішінің графигі

2.1 – суретте мыстың рН = 3,0 кезінде сорбция процесі арқылы мыстың селективті оқшаулануы туралы мәліметтер келтірілген. Диаграммаға қарап, уақыт өте келе сорбентке өткен мыстың пайызы өсетінін көруге болады. рН = 3,0 кезіндегі мыс максималды бөліну жылдамдығын 28 % - ды көрсетті.

Кесте 2.3 – рН 4,0 кезінде сорбция процесінің ұзақтығының әсерін зерттеу

Ұзақтығы, мин	Сорбция %
20	23
40	25
60	27
80	29
100	30
120	31
140	32

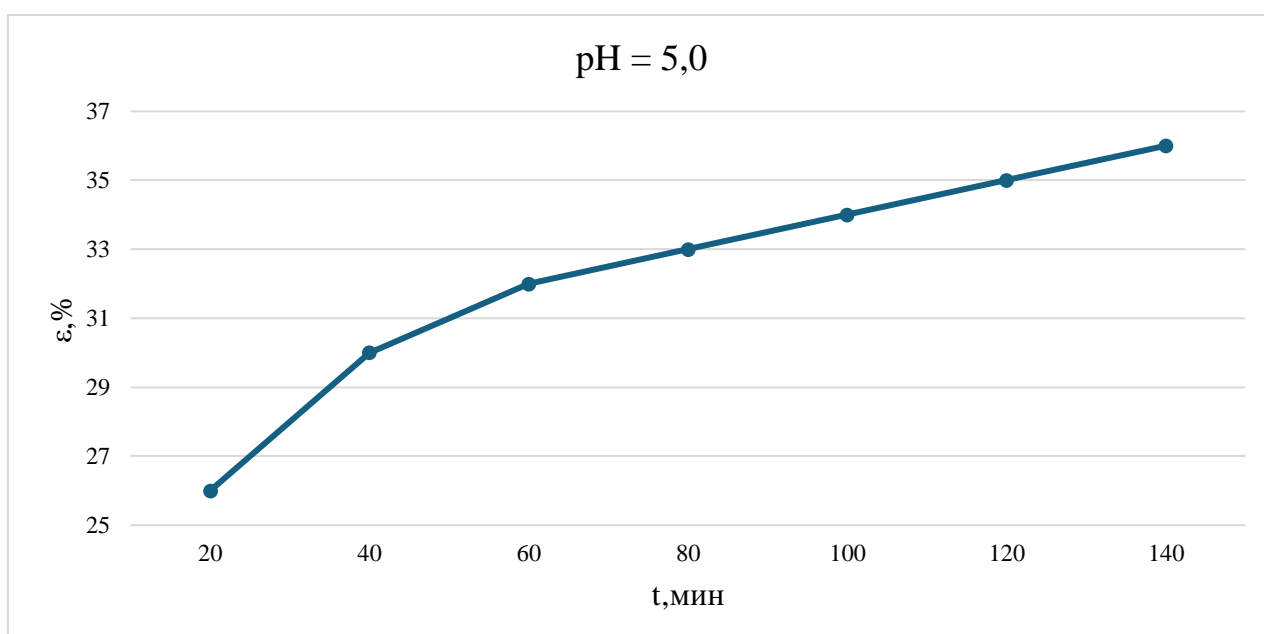


2.2 - сурет – рН = 4,0 кезіндегі сорбция көрсеткішінің графигі

2.2 – суретте мыстың рН = 4,0 кезінде сорбция процесі арқылы мыстың селективті оқшаулануы туралы мәліметтер келтірілген. Осы диаграммдан біз сорбция процесі басқа тасымалдаушыларға қарағанда қарқынды және жақсы жүретінін көреміз байқауға болады. Мысалы, егер рН = 3,0 кезінде бөліну дәрежесі максимум 28 % болса, онда рН = 4,0 кезінде бұл көрсеткіш ең көбі 32 % көрсетті. Процестің барысы да бірден көзіме түсті. Бастапқы уақыт ішінде оқшаулану дәрежесі 23 % - ды көрсетті.

Кесте 2.4 – рН 5,0 кезінде сорбция процесінің ұзақтығының әсерін зерттеу

Ұзақтығы, мин	Сорбция %
20	26
40	30
60	32
80	33
100	34
120	35
140	36



2.3 - сурет – рН = 5,0 кезіндегі сорбция көрсеткішінің графигі

2.3 – суретте мысты рН = 5,0 мәні бойынша сорбция процесі мыстың селективті оқшаулауы туралы мәліметтер береді. Бұл орташа рН= 4,0 орташа дәрежеге бөлінген. Мен мәндердің ұқсас екенін байқадым. Бірақ егер бөліну дәрежесін қарастыратын болсақ, бұл осы үш ортаның ішіндегі ең баяуы. Яғни, 140 минут ішінде сорбентке өткен мыстың пайызы 32 % құрайды. Осы үш ортада жүзеге асырылатын сорбциялық процесс арқылы мыс алу процесін қарастыра отырып, ол келесідей болуы керек.

Қорытындылай келе, процесс ең баяу жүретін орта рН = 3,0. Сорбция процесін жүргізуге ең тиімді орта ол рН = 5,0 ортасы болып табылады.

3 Экономикалық бөлім

Дипломдық жұмыстың экономикалық бөлімінде зерттеу жүргізудің экономикалық шығындары есептелген болатын, нақты айтсақ:

- шикізат пен реактивтерге кеткен шығындар;
- электр энергиясының шығыны;
- ыдыс шығындары;
- су шығындары;
- жалпы институт шығындарының көлемі.

3.1 Реагенттер шығынын есептеу

Дипломдық зерттеу жұмысы кезінде қолданылатын құрал жабдықтардың және реагенттердің құнын мен қаражат шығыны есептеледі.

Кесте 3.1 – Реагенттердің шығыны мен бағасы

Реагенттер	Шығыны	Бағасы, тг	Жалпы бағасы, тг
Цеолит	90 гр	2300	395
Дистильденген су, мл	125 мл	1300	33
Мыс купоросы, кг	0,01 кг	1500	15
H ₂ SO ₄	0,5 кг	1140	570
NaOH	50 гр	480	24
Барлығы		6720	1037

3.2 Электр энергиясының шығынын есептеу

Осы зерттеу жұмысы кезінде қолданылған қондырғылардың электр шығындары есептелінді.

Кесте 3.2 – Электр энергиясы шығыны

Қондырғылар	Қуаты, кВт/сағ	Жұмыс ұзақтығы, сағ	Шығыны тг
Аналитикалық таразы	0,011	0,5	1019
Жарық	15	7	1390
Араластырғыш	0,013	7	2107
pH метр	0,3	0,5	3474
Барлығы :	15,324	15	2408 тг

1кВт сағатқа тариф - 23,16 тг.

3.3 Ыдыс шығындарының амортизациялық төлемдері

Тәжірбиелік жұмысқа әртүрлі ыдыстар: колбалар, пипеткалар, химиялық стакандар қолданылды. Ыдыс шығындарының амортизациялық есебі 3.3 – кесте көрсетілген.

Кесте 3.3 – Ыдыс шығындарының амортизациялық төлемдері

Аты	Саны, тал	1 тал бағасы, тг	Сумма
Өлшегіш колбалар	5	1500	7500
Пипетка	1	190	190
Химиялық стакан	5	210	1050
Барлығы :	11	1900	8740

3.4 Су шығындарының есебі

Тәжірбиелік жұмыста жұмсалатын су мөлшері 3.4 – кестеде келтірілген.

Кесте 3.4 – Су шығындарының есебі

Судың шығыны, м ³	1 м ³ бағасы, тг	Шығыны, тг
0,12	100	48
Барлығы:	100	48

4 Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі

4.1 Еңбекті қорғау жөніндегі ұйымдастыру іс-шаралары

Дипломдық жұмыстың бұл бөлігі Қазақстан Республикасының заңдарын ескере отырып жазылған, атап айтқанда жұмысты орындау кезінде Қазақстан Республикасының Еңбек Кодексі және еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау туралы заңдар сақталған. Осы дипломдық жұмыс Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті "Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы" кафедрасының арнайы курстар зертханасында орындалды. Жұмыстың аналитикалық бөлігін орындау үшін тиісті аналитикалық жабдықтар қолданылды. Ерітіндіден мыс иондарын сорбция арқылы бөліп алу процесін зерттедік.

Сорбция гидрометаллургиялық процестерге жататындықтан, тиісті талаптар орындалды:

1) атмосфералық қысым кезінде ерітінділерді өңдеуге арналған аппаратура стационарлық деңгей өлшегіштермен жабдықталуы, резервтік ыдыстармен байланысты құю құбырларымен жабдықталуы немесе аппараттардың толып кетуі туралы ескертетін сигнал беретін құрылғылармен жабдықталуы тиіс;

2) гидрометаллургиялық аппараттар герметикалық қақпақтармен және реакциялық аймақтан бу мен газды сору жүйесімен жабдықталуы тиіс;

3) гидрометаллургиялық қайта бөлудің өндірістік үй - жайында автоматты газ талдағыштардың көмегімен жұмыс аймағындағы ауа ортасының жай - күйін бақылау жүзеге асырылуы тиіс"

Металдарды сорбциялық шоғырландыру жөніндегі жұмыстарды жүргізу орны қоршалуы және сыртқы жағынан ескерту жазуларымен белгіленуі тиіс.

Металдарды сорбциялық шоғырландыру жүргізілетін алаңда тамақ ішуге тыйым салынады.

Адамдарды сорбциялық колоннаның бетіне көтеру үшін екі жақты тұтқалары бар баспалдақ болуы қажет.

Цианисті ерітінділері мен қышқылдары бар барлық құбыржолдарда, сыйымдылықтар мен жабдықтарда "у" деген жазу, ал цианисті ерітінділері мен қышқылдары бар ашық тұндырғыш тоғандарда-қорғаныш қоршаулары болуы тиіс.

Өндірістік алаңдағы ықтимал қауіпті орындар жұмыс аймағының ауасындағы цианидтер мен қышқылдардың ШРК асып кеткен кезде дыбыстық және жарық сигналдарын беретін автоматты сигнализаторлармен жабдықталуы тиіс.

Сорбция цехындағы барлық жұмыс түрлерін кемінде екі жұмысшы қажетті жеке қорғаныш құралдарын пайдалана отырып жүргізуі тиіс.

Цианисті ерітінділерді дайындау, Алтынды тұндыру немесе сорбциялау, тұнбаларды өңдеу, балқыту бөлімшелеріндегі қауіпсіздік шаралары цианисті технологиясы бар алтын шығару фабрикаларының бөлімшелері үшін осы қағидалардың талаптарына сәйкес келуі тиіс.Тұз қышқылы ұшпа және булану

кезінде сутегі хлоридін шығарады. Бұл оның ШРК-ны бағалау қажет дегенді білдіреді. Жұмыс аймағындағы ШРК - 5 мг/м^3 , елді мекендер ауасында: орташа тәуліктік $0,2 \text{ мг/м}^3$, ең жоғарғы бір реттік $0,2 \text{ мг/м}^3$.

Кесте 4.1 – Жұмыс аймағындағы зонада шекті рұқсат етілген концентрат (ШРК)

№	Элемент атауы	N CAS	Формула	ШРК, мг/м^3	Өндіріс жағдайында ауадағы басым агрегаттық жай-күй	Қауіптілік классы	Ағзаға әсері
1	Тұз қышқылы	7664-93-9	HCl	5	а	2	Ф
2	HCl газы	7665-93-5	HCl↑	0.2	п	2	
3	Күкірт қышқылы	7664-93-9	H ₂ SO ₄	1	а	2	
4	Күкірт диоксиді+	7446-09-5	SO ₂	10	п	3	
5	Күкірт триоксиді+	7446-11-9	SO ₃	1	п	2	

Келесі белгілер қолданылды:

Ф – негізінен фиброгенді әсер ететін аэрозольдер

П – булар және / немесе газдар,

а – аэрозоль, п+а-бу мен аэрозоль қоспасы,

+ – жұмыс кезінде теріні және көзді арнайы қорғауды қажет ететін қосылыстар; таңба зат атауынан кейін қойылады

Құрамында көміртегі оксиді бар атмосферадағы жұмыс ұзақтығы 1 сағаттан аспаған кезде көміртегі тотығының шекті рұқсат етілген концентрациясы 50 мг/м^3 дейін, жұмыс ұзақтығы 30 минуттан аспаған кезде - 100 мг/м^3 дейін, жұмыс ұзақтығы 15 минуттан аспаған кезде - 200 мг/м^3 дейін артуы мүмкін. Жұмыс аймағының ауасындағы көміртегі оксидінің жоғары мөлшері жағдайында қайталама жұмыстар кемінде 2 сағат үзіліспен жүргізілуі мүмкін.

Реакторлар оларды ерітінділермен толтыру деңгейін бақылаудың техникалық құралдарымен, белгіленген деңгейден асып кетуді болдырмайтын сигнализациямен және бұғаттаумен жабдықталуға тиіс.

Ерітінді компоненттерін мөлшерлеу және оларды араластыру газдардың бөлінуі мен қоспалардың шығарындыларымен қарқынды реакцияны болдырмайтын автоматтандырылған тәсілдермен жүзеге асырылуы қажет.

Реактордың түсіру штуцерлерін тек араластырғыш толық тоқтағанда, реакторда ерітінді болмағанда және қоректендіруші құбырлар жабылғаннан кейін ғана тазалаған жөн.

Реактор конструкциясындағы ерітінділерді авариялық төгу үшін тиісті коммуникациялары немесе ыдыстары бар арнайы шығару көзделуі тиіс. Реакторлардың жұмысы кезінде олардың қақпақтары тығыз жабылып, бекітілуі тиіс. Реакторды іске қосу алдында сору және жалпы алмасу желдеткішін қосу қажет. Желдету жүйесін қосқанға дейін реакторды іске қосу мүмкіндігін болдырмау үшін тиісті бұғаттау және сигнал беру орнатылуы тиіс.

Агрессивті орталармен жұмыс істеу кезінде қызмет көрсетуші персоналды жеке қорғаныс құралдарымен қамтамасыз ету және тиісті реактивтермен жұмыс бойынша нұсқау беру қажет. Металдарды сорбциялық шоғырландыру жөніндегі жұмыстарды жүргізу орны қоршалуы және сыртқы жағынан ескерту жазуларымен белгіленуі.

ҚОРЫТЫНДЫ

Менің жұмысымның мақсаты мыс сорбциясы процесін, оның механизмдерін, сорбция тиімділігіне әсер ететін факторларды, сондай-ақ осы процестің практикалық қолданылуын зерттеу болды.

Зерттеу барысында біз мыс сорбциясы өнеркәсіп, қоршаған ортаны қорғау және биологиялық ғылымдарды қоса алғанда, әртүрлі салаларда кеңінен қолданылатынын анықтадық. Бұл процесс ағынды суларды ауыр металдардан тазартуда, кендер мен ерітінділерден мыс шығаруда, сондай-ақ мыс кендерін байыту және өңдеу процестерінде қолданылды.

Біз сондай-ақ мыс сорбциясының тиімділігі ортаның рН, мыс концентрациясы, сорбент түрі және температура сияқты әртүрлі параметрлерге байланысты екенін анықтадық. Бұл факторларды түсіну сорбция процестерін оңтайландыруда және жоғары сорбциялық қабілеті бар жаңа материалдарды әзірлеуде маңызды рөл атқарады.

Алайда, зерттеу сонымен қатар мысты сорбциялау саласындағы кейбір мәселелер мен қиындықтарды анықтады, мысалы, сорбенттердің тиімділігін арттыру, қоршаған ортаның ластануын азайту және мысты өңдеу мен жоюдың үнемді әдістерін әзірлеу.

Әрі қарай зерттеу үшін мыс сорбциясы процесіне әртүрлі факторлардың әсерін талдауды тереңдету, жақсартылған қасиеттері бар жаңа сорбенттерді әзірлеу және экология мен өнеркәсіптегі өзекті мәселелерді шешу үшін мыс сорбциясын қолдану мүмкіндіктерін қарастыру ұсынылады.

Қорытындылай келе, мыс сорбциясын зерттеу қоршаған ортаны тазартудың жаңа әдістерін дамытуда және ресурстарды тиімді өңдеуде маңызды рөл атқарады. Осы саладағы қосымша зерттеулер көптеген заманауи мәселелерді шешуге қабілетті жаңа технологиялар мен материалдардың пайда болуына әкелуі мүмкін.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Природные сорбенты СССР/У.Г. Дистанов, А.С. Михайлов, П 77 Т.П. Конюхова и др. - М.: Недра, 1990.—208 с.; ил. ISBN 5-247-01102-3
- 2 В.М. Иванов Р.А. Полянсков, А.А. Седова Сорбция ионов меди висмутолом, иммобилизованным на природном цеолите, 2005 г.
- 3 Металлургия тяжелых цветных металлов [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Н. В. Марченко, Е. П. Вершинина, Э. М. Гильдебрандт. Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009.
- 4 Мыс және никель металлургиясы : оқу құралы металлургиялық мамандықтағы студент қауымына арналған / Т. С. Дәулетбақов, Б. С. Баимбетов; Қазақстан Республикасы білім және ғылым министрлігі, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақтың Ұлттық техникалық университеті. - Алматы : ҚазҰТУ, 2003. - 146 бет
- 5 Гидрометаллургия меди. Набойченко С.С., Смирнов В.И. М. , «Металлургия», 1974, с.272
- 6 Досмухамедов Н.К. Пирометаллургия меди // Учебник. – Алматы: Сатпаев университет, 2023, – 247 с
- 7 Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Аргын А.А., Кульдеев Е.И. Гидрометаллургия меди: Выщелачивание – Жидкостная экстракция (SX) – Электролиз (EW) / Учебное пособие. – Алматы. КазННТУ. – 2021. –С.102.
- 8 Досмухамедов Н.К., Даулетбақов Т.С. Қазақстан мыс өндірісінің даму стратегиясы. – Алматы. DPS баспасы. 2010. – 276 б.
- 9 Гидрометаллургиялық процестердің теориялық негіздері : Оқу құралы / В. А. Луганов [et al.] ; Қ. И. Сәтбаев атындағы Қаз. ұлт. техн. ун-ті. - Алматы : ҚазҰТУ, 2004. - ISBN 9965-736-16-2 :
- 10 Гидрометаллургия меди / С.С. Набойченко, В. И. Смирнов. - М. : Metallurgia, 1974. - 272 с. : ил. - 1 р. 24 к.
- 11 Металлургия меди и никеля : Учеб. пособие для вузов / А.А. Цейдлер. - М. : Metallurgizdat, 1958. - 392 с. : ил. - 99 к
- 12 Медь. – Электронный ресурс: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Медь](https://ru.wikipedia.org/wiki/Медь)
- 13 Казахстан - Производство меди // Электронная версия на сайте: <https://ru.tradingeconomics.com/kazakhstan/copper>
- 14 Медная промышленность Казахстана: текущая ситуация и перспективы развития – электронная версия на сайте: <https://marketing.rbc.ru/articles/13732/>
- 15 Синявер Б.В., Цейдлер А.А. Гидрометаллургия меди. – М.: Цветметинформация, 1971. – 245 с.
- 16 Металлургия цветных металлов / Уткин Н.И. - М.: Металлургия, 1985. - 432 с.
- 17 Металлургия меди, никеля и кобальта: [учебное пособие для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов] : в 2-х т. / И.Ф. Худяков, А.И. Тихонов, В.И. Деев, С.С. Набойченко. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва: Металлургия, 1977.

- 18 Технологические расчеты в металлургии меди : учебное пособие / С. В. Быстров, О. Н. Криволапова, В. П. Тарасов, А. Н. Федоров. — Москва : МИСИС, 2022. — 122 с.
- 19 Береговский В.И., Кистяковский Б.Б - Металлургия меди и никеля. - М: Металлургия, 1972 - 454с.
- 20 Рафинирование меди / В. А. Козлов, С. С. Набойченко, Б. Н. Смирнов . – М. : Металлургия, 1992 . – 268 с. : 57.50 .
- 21 Синявер Б.В., Цейдлер А.А. Гидрометаллургия меди (зарубежный опыт).- М.: Цветметинформация, 1971. –112 с.
- 22 Bhatt P., Joshi S., Bayram G.M.U., Khati P., Simsek H. Developments and application of chitosan-based adsorbents for wastewater treatments. // Environmental Research 226 (2023) 115530. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115530.4>
- 23 Li, A.; Lin, R.; Lin, C.; He, B.; Zheng, T.; Lu, L.; Cao, Y. An environment-friendly and multi-functional absorbent from chitosan for organic pollutants and heavy metal ion. // Carbohydrate Polymers. 2016. 148, P.272–280. DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.04.070.