ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ. Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институты

Қалуова Айбарша Бахытжанқызы

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін дайындалған

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация атауы	Сорбциялық-сүзінді материалдары ретінде синтетикалық алюмосилико-фосфаттарды пайдалану мүмкіндігін зерттеу
Дайындау бағыты	7M07110 - Химиялық процестер және химиялық материалдар өндірісі

Ғылыми жетекші,
тех.ғыл. кандидаты, доцент
_____ Ш.Н.Кубекова
22.06.2022 ж

Пікір беруші,
тех.ғыл. кандидаты,
жетекші ғылыми қызметкер
_____ Р.А.Қайынбаева
22.06.2022 ж

Норма бақылаушы,
тех. ғыл. магистрі, сениор-лектор
_____ А.Далбанбай
10.06.2022 ж.

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Химиялық процестер және
өнеркәсіптік экология
кафедрасының меңгерушісі
тех.ғыл. кандидаты, доцент
_____ Ш.Н.Кубекова
"22" 06 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ. Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология кафедрасы

7М07110 - Химиялық процестер және химиялық материалдар өндірісі

БЕКІТЕМІН
Химиялық процестер
және өнеркәсіптік экология
кафедрасының меңгерушісі
тех.ғыл. кандидаты, доцент
_____ Ш.Н.Кубекова
Қолы *Аты жөні*
"22" 06 2022 ж.

Магистрлік диссертация орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы Қалуова Айбарша Бахытжанқызы
Тақырыбы : Сорбциялық-сүзінді материалдары ретінде синтетикалық алюмосиликофосфаттарды пайдалану мүмкіндігін зерттеу.
Университет Ректорының *2020 жылғы "03" қараша № 2021-м* бұйрығымен бекітілген
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *2022 жылғы "24" мамыр .*
Магистрлік диссертацияның бастапқы берілістері: *ғылыми-техникалық әдеби шолу және ғылыми-зерттеу тәжірибесі кезінде жиналған тәжірибелер.*
Магистрлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі
а) Бастапқы материалдар мен зерттеу нысандарынан зерттеу жұмысы үшін оңтайлы құрамдарды анықтау;
б)Тұндыру әдісі көмегімен синтезделген материалдардың түзілу үрдісін, ерігіштік қасиеттерін, кеуектілігінің жалпы көлемін зерттеу;
в)Зерттелген материалдардың сорбциялық қасиетін темір катиондары қатысында бағалау.
Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1 Якубов Х.М., Оффенгенден Е.Я., Пальчевский В.Б. Влияние температуры на гидроксильное комплексообразование трехвалентного железа. Комплексообразование в окислительно-восстановительных системах. Душанбе, 1972, с.52-59.

2 Веницианов, Е.В. Динамика сорбции из жидких сред / Е.В. Веницианов, Р.Н. Рубинштейн. - М.: Наука, 1983. - 238 с.

Магистрлік диссертация дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Магистрлік диссертация жұмысының тақырыбы бойынша ғылыми-техникалық әдебиеттерге шолу	04.06.2021	Орындалды
Диссертация тақырыбына байланысты зерттеу әдіс-тәсілдерін өңдеу	30.11.2021	Орындалды
Тәжірибелік зерттеу бөлімі. Нәтижелерді өңдеу	15.04.2022	Орындалды
Магистрлік диссертацияны рәсімдеу	15.05.2022	Орындалды

Аяқталған магистрлік диссертация бөлімдеріне кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған **қолтаңбалары**

Бөлімдер атауы	**Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)**	**Қол қойылған күні**	**Қолы**
Негізгі бөлім	ХПжӨЭ кафедрасының меңгерушісі, т.ғ.к., доцент, Ш.Н.Кубекова	30.11.21	
Тәжірибелік бөлімі	ХПжӨЭ кафедрасының меңгерушісі, т.ғ.к., доцент, Ш.Н.Кубекова	15.04.22	
Норма бақылау	Техника ғылымдарының магистрі, сениор-лектор А. Далбанбай	10.06.22	

Ғылыми жетекші _____ Ш.Н.Кубекова
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ А.Б.Қалуова
(қолы)

Күні "03" 11 2021ж.

АҢДАТПА

Диссертация 41 беттен, 21 суреттен, 3 кестеден және 42 дереккөзден тұрады.

Негізгі сөздер: алюминосиликофосфат, сорбент, темір катиондары

Зерттеу немесе даярлау нысандары: Синтезделініп алынатын алюмосиликофосфатты сорбенттер мен олардың сорбциялық қасиеттерін зерттеу.

Жұмыстың мақсаты: Сарқынды су жүйелерінде ауыр металдардың катиондарымен ластанған су көздерін тазартуға қабілетті сорбциялық-сүзгіш сорбенттер, атап айтқанда алюмосиликофосфаттар синтезі және олардың химиялық қасиеттерін зерттеу.

Жұмыс жүргізу әдістері мен әдіснамасы: Тұндыру әдісін қолдану, ерігіштік пен кеуектіліктің белгілі әдістерін пайдалана отырып, сіңірілетін формаларын зерттеудің стандартты әдістемелерін пайдалану.

Жұмыс нәтижелері және оның жаңалығы: Тәжірибелік жағдайда алюмофосфат және алюмосиликофосфат өнімдерін синтезделді. Синтезделген материалдардың ерігіштігін, кеуектерінің жалпы көлемін анықталды, сорбциялық қабілеті зерттелді. Алюмосиликофосфатты сорбенттердің суды тазарту үшін сүзгі материалы ретінде пайдалануға мүмкүндік беретін технологиялық схемасы ұсынылды.

Жүргізілген зерттеулердің жаңалығы: ҚТәжірибе жүзінде алынған сорбциялық-фильтрлеуші заттар ретінде пайдалана алу мүмкіндігі алғаш зерттелді. Жұмыс барысында тұндыру әдісімен сорбенттердің алынуы оның одан әрі қасиеттерінің зерттелуіне алып келді. Нәтижесінде, сорбциялық-фильтрлеуші материал ретінде пайдалану мүмкіндігі анықталды. Соның арқасында ағынды суларды тазарту мүмкіндігіне қол жеткізу аясында зерттеулер жүргізілді.

Экономикалық тиімділігі немесе жұмыстың маңыздылығы: Зерттеулер минералды сорбциялық-фильтрлеуші материалдардың ағынды суларды тазалау, технологияларды енгізу тұрғысынан теориялық және практикалық маңызды.

АННОТАЦИЯ

Диссертация состоит из 41 страниц, 21 рисунков, 3 таблиц и 42 источников.

Ключевые слова: алюмосиликофосфат, сорбент, катионы железа

Формы исследования или подготовки: исследование синтезируемых алюмосиликофосфатных сорбентов и их сорбционных свойств.

Цель работы: синтез сорбционно-фильтрующих сорбентов, в частности алюмосиликофосфатов, способных очищать водоисточники, загрязненные катионами тяжелых металлов, в системах сточных вод и исследование их химических свойств.

Методы и методология проведения работ: применение метода осаждения, использование стандартных методик исследования абсорбируемых форм с использованием известных методов растворимости и пористости.

Результаты работы и ее новизна: в экспериментальных условиях синтезировали алюмофосфатные и алюмосиликофосфатные продукты. Определены растворимость синтезированных материалов, общий объем пор, исследована сорбционная способность. Предложена технологическая схема, позволяющая использовать алюмосиликофосфатные сорбенты в качестве фильтрующего материала для очистки воды.

Новизна проведенных исследований: впервые исследована возможность использования в качестве сорбционно-фильтрующих веществ, полученных на практике. Получение сорбентов методом осаждения в процессе работы привело к изучению его дальнейших свойств. В результате была определена возможность использования в качестве сорбционно-фильтрующего материала. Благодаря этому были проведены исследования в рамках достижения возможности очистки сточных вод.

Экономическая эффективность или значимость работы: исследования имеют теоретическое и практическое значение с точки зрения очистки сточных вод минеральных сорбционно-фильтрующих материалов, внедрения технологий.

ANNOTATION

The dissertation consists of 41 pages, 21 figures, 3 tables and 42 sources.

Keywords: aluminosilicophosphate, sorbent, iron cations

Forms of research or preparation: the study of synthesized aluminosilicophosphate sorbents and their sorption properties.

The purpose of the work: synthesis of sorption-filtering sorbents, in particular aluminosilicophosphates, capable of purifying water sources contaminated with heavy metal cations in wastewater systems and the study of their chemical properties.

Methods and methodology of the work: the application of the deposition method, the use of standard methods for the study of absorbable forms using known methods of solubility and porosity.

The results of the work and its novelty: alumophosphate and aluminosilicophosphate products were synthesized under experimental conditions. The solubility of the synthesized materials, the total pore volume were determined, the sorption capacity was investigated. A technological scheme is proposed that allows the use of aluminosilicophosphate sorbents as a filter material for water purification.

The novelty of the conducted research: for the first time, the possibility of using sorption-filtering substances obtained in practice has been investigated. Obtaining sorbents by precipitation in the process of work led to the study of its further properties. As a result, the possibility of using it as a sorption-filtering material was determined. Thanks to this, studies were carried out within the framework of achieving the possibility of wastewater treatment.

Economic efficiency or significance of the work: research has theoretical and practical significance from the point of view of wastewater treatment of mineral sorption-filtering materials, the introduction of technologies.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе 8
1 Әдебиеттік шолу 11
1.1 Химиялық технологиядағы сорбциялық әдістер және сарқынды суларды тазарту 11
1.1.1 Синтетикалық сорбенттер 11
1.1.2 Бейорганикалық сорбенттерді алу процестері туралы жалпы мәліметтер 13
1.2 Алюминий және кремний оксидтерімен түрлендірілген кристалды және кеуекті полифосфаттар негізіндегі бейорганикалық сорбенттер 14
1.2.1 Табиғи және ағынды суларды тазарту технологиясында бейорганикалық сорбенттерді қолдану 15
1.2.2 Алюмофосфат сорбенттерінің құрылымы 17
1.3 Әдеби шолуды талдау және зерттеу міндеттерін белгілеу 19
2 Зерттеу әдістемелері 20
2.1 Зерттеуге қажетті химиялық реагенттер 20
2.2 Зерттеудің әдіс-тәсілдері 20
2.2.1 Химиялық тұндыру әдісі 20
2.2.2 Алюмофосфаттарды синтездеу 20
2.2.3Алюмосиликофосфаттарды синтездеу 21
2.2.4 Синтезделген өнімдердің ерігіштігі 23
2.2.5 Синтезделген материалдардың кеуектерінің жалпы көлемін анықтау 24
2.2.6 Сорбция процесін зерттеу 24
3 Зерттеу нәтижелері 26
3.1 Синтезделген өнімдердің ерігіштігін зерттеу 26
3.2 Алюмосиликофосфатты сорбенттердің кеуектілігін зерттеу 29
3.3 Темір катионы бойынша алюмосиликофосфатты сорбенттердің сорбциялық сыйымдылығын зерттеу 30
3.4 Суды тазарту мен өңдеудің технологиялық схемасын ұсыну 35
Қорытынды 38
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 39

КІРІСПЕ

Тақырыптың өзектілігі: Қазіргі таңда қарқынды дамып келе жатқан технологиялардың бірі - жаңа бейорганикалық құрылымдарды ойластырудың тиімді жолдарын іздестіру болып табылады. Ол бүгінде бейорганикалық, органикалық және полимерлі химия саласындағы әлемдік ғылым мамандарының назарын аударады. Бейорганикалық химия үшін органикалық-бейорганикалық құрылымдарға және ғылым мен техниканың әртүрлі салаларында бейорганикалық материалдарды (металдар, оксидтер, сорбенттер мен минералдар) пайдалану мүмкіндіктерін кеңейтуге қызығушылық артып келеді. Әсіресе, нашар тазартылған ағынды сулар табиғи су айдындарына түседі, онда ауыр металдар суда және су түбіндегі шөгінділерде жиналады, осылайша екінші рет ластану көзі болып табылады. Металдардың қосылыстары су объектісінің көлемі бойынша тез таралады.

Металл катиондары ауыр ерімейтін тұздар түзіп, адам ағзасына азық-түлік пен сумен түседі, одан әрі ол жерде жинақталады, өйткені ағзадан шығарылмайды және әр түрлі аурулар тудырады. Аздаған мөлшерде темір, басқа да металдар өмірлік қажетті, себебі метаболизмнің әр түрлі түрлеріне, зат алмасуына, синтезіне қатысады. Бірақ бұл металдар рұқсат етілген шектен асатын концентрацияларда зиянды болады, сондықтан сарқынды суларды ауыр металдардан тазарту қажеттілігі туындайды.

Табиғи артезиан суларын, сондай-ақ көптеген металлургиялық кәсіпорындардың ағынды суларын темір катиондарының әртүрлі түрлерінен тазарту өте өзекті экологиялық проблема болып табылады. Егер судағы үш валентті темір pH 4-те гидроксид түрінде тұнбаға түсе бастаса(pH $Fe(OH)_3$ гидратының пайда болуының басталуы), онда аз еритін $Fe(OH)_2$ тұнбасы pH 9,5-ке жеткенде ғана мүмкін болады [1]. Алайда, pH-тың бұл мәні коммуналдық-тұрмыстық сумен жабдықтау үшін де, балық шаруашылығы, су айдындары үшін де санитарлық-гигиеналық нормативтерден асып түседі [2]. Соған орай тазартудың оңтайлы әдісін қарастыру маңызы туындайды.

Суды әр түрлі металл иондарынан тазартудың химиялық, электрохимиялық, адсорбциялық, ион алмасу әдістері және т.б. жататын көптеген әдістері бар. Сарқынды суларды тазартудың маңызды міндеті энергия үнемдейтін әдістерді қолдану, сондай-ақ сарқынды сулардан алынған металдарды өндіріске қайта қайтару болып табылады.Табиғи және ағынды суларды темір катиондарынан тазарту негізінен әртүрлі ион алмастырғыш шайырлармен жүзеге асырылады, бірақ олардың төмен жылу және химиялық төзімділігі, сондай-ақ жоғары құны осы әдісті қолдануды шектейді.

Бұл тұрғыда бейорганикалық сүзгі материалдарын, атап айтқанда синтезделген материалдарды пайдалану тиімді болып табылады. Айтылған әдістердің ішінен, экономикалық жағынан тиімділігімен, қарапайымдығымен сорбция әдісі кеңінен қолданылады. Сорбциялық тазалаудың тиімділігі 80-95% жетеді және ол сорбенттер қол жетімді болып келеді. Қоршаған ортаны қорғау тұрғысынан сорбенттер әртүрлі ластауыштарды тиімді

байланыстыруға және бейтараптандыруға қабілетті өте қолжетімді және арзан материалдар ретінде ғана емес, сондай-ақ экологиялық таза, ластанбайтын қоршаған орта шикізаты ретінде де қарастырылады [3].

Технологиялық үдерістердегі қорытынды кезең, әдетте, сорбциялық материалдарды қолдана отырып, ағындарды жете тазалау болып табылады. Сондықтан сарқынды суларды осы элементтер мен органикалық қосылыстардан кешенді тазарту мәселесі өзекті болып табылады және жаңа сорбенттерді әзірлеу үлкен ғылыми және практикалық маңызға ие. Суды тазартудың сорбциялық әдістері сумен жабдықтау және су бұру жүйелері үшін неғұрлым тиімді және ресурс үнемдеуші болып табылады. Осыған орай, пайдаланылатын сорбенттер қолдануға оңай және жоғары технологиялық сипаттамаларға ие болуы тиіс. Әртүрлі өнеркәсіптік кәсіпорындардың су бұру жүйелерінде қолданылуы мүмкін жаңа жасанды және табиғи сорбенттердің сипаттамасы жеке-жеке зерттелген [4]. Бұл бағытты одан әрі дамыту жоғары технологиялық және сорбциялық қасиеттері бар сорбенттердің жаңа нұсқаларын іздестіру болып табылады, олар жоғары концентрациялы өнеркәсіптік ағынды суларды тазарту үшін қолданылуы мүмкін.

Жұмыстың мақсаты: Ағынды су жүйелеріндегі ауыр металл катиондарымен ластанған су көздерін тазалауға қабілетті сорбциялық-фильтрлеуші сорбенттер, атап айтқанда, алюмосиликофосфаттарды синтездеу және олардың химиялық қасиеттерін зерттеу.

Жұмыстың міндеттері:

- Әдістемелік мағлұматтарға сүйене отырып, тәжірибелік жағдайда алюмофосфат және алюмосиликофосфат өнімдерін синтездеу;
- Синтезделген материалдардың ерігіштігін, кеуектерінің жалпы көлемін анықтау, сорбциялық қабілетін зерттеу;
- Алюмосиликофосфатты сорбенттердің суды тазарту үшін сүзгі материалы ретінде пайдалануға мүмкүндік беретін технологиялық схемасын ұсыну.

Зерттеу нысандары: Алюминий сульфаты, фосфор қышқылы, аммоний гидроксиді, сұйық шыны ерітіндісі, темір хлориді.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы: Ағынды суды тазарту аясында сорбциялық-фильтрлеуші сорбент ретінде зерттелген алюмофосфаттар мен алюмосиликофосфаттарды қолдану мүмкіндігін ғылыми негіздеу болып табылады.

Жұмыстың тәжірибелік маңыздылығы: Сорбциялық қасиеттері зерттелген алюмосиликофосфаттарды сорбциялық-фильтрлеуші сүзгі материалы ретінде және жаңа технологиялық схемасын ұсыну арқылы әжептәуір шығындарды алдын алу мақсатында су тазарту жүйелерінде пайдалануға болады.

Зерттеу жұмысының нәтижелері Сәтбаев оқуларында тезис түрінде жарияланды: Синтетикалық алюмосиликофосфаттарды сорбциялық

фильтрлеуші материалдар ретінде пайдалану мүмкіндігін зерттеу – Алматы, ҚазҰТЗУ. – Б. 566-570.

Диссертация 41 беттен, 21 суреттен, 3 кестеден және 42 дереккөзден тұрады.

1 Әдебиеттік шолу

1.1 Химиялық технологиядағы сорбциялық әдістер және сарқынды суларды тазарту

Сорбциялық әдістер химия технологиясында, әсіресе, су дайындау және ағынды суларды тазартудың маңызды міндеттерін шешу салаларында кеңінен қолданылады.

Басқа химиялық бөлу әдістерімен салыстырғанда қазіргі сорбциялық технологиялардың негізгі артықшылықтары - сорбенттің қатты фазасын байытудың жоғары дәрежесі, мақсатты компонент, шағын ерітінділерден мақсатты компонентті алу мүмкіндігі, қасиеттері бойынша жақын заттарды бөлу кезіндегі селективтілік, сондай-ақ, процесті үздіксіз жүргізу және автоматтандыру мүмкіндігі. Сонымен қатар, сорбциялық процестер әдетте фильтраттың жоғары тазалығын қамтамасыз етеді. Бұл тиімді сорбцияны химиялық реагенттер ерітінділерін өңдеумен байланысты процестерден ажыратады.

Сорбциялық технологиялар көбінесе динамикалық жағдайларда бір бағанды немесе күрделі схемаларды қолдана отырып, ауыспалы бағанды үздіксіз процесті қамтамасыз ететін және оңай автоматтандырылған түрде жүзеге асырылады. Мұндай схемалар осындай негізгі практикалық шешімдерді, әсіресе, сүзгіде жағымсыз қоспалардың ең аз концентрациясына қол жеткізу сияқты міндеттер, бағанның барынша жоғары сыйымдылығын қамтамасыз ету, қабат көлемінің бірлігіне мақсатты компонентті алу арқылы тиімді шешуге мүмкіндік береді.

Жылу энергетикасы, атом энергетикасы, өнеркәсіп сияқты айқындаушы салалар аса таза заттар мен радионың элементтік базасын жасау технологияларының қатары ең алдымен, суды энергия тасымалдаушысы және әсіресе таза еріткіш ретінде тазарту заттарды мақсатты және терең тазартудың ион алмасу әдістеріне негізделген. Су көздеріндегі су сапасының нашарлауы салдарынан, сондай-ақ (желілердің тозуы), келіп түсетін судың су қажетті көрсеткіштерге сәйкес келмейді. Сонымен қатар, арнайы пайдаланылатын су технологиялық операциялары сапалық сипаттамаларға ие болуы тиіс.

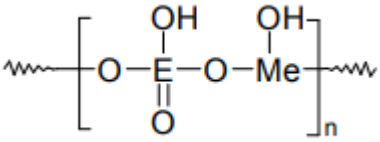
1.1.1 Синтетикалық сорбенттер

Табиғи тектес сорбенттерді регенерациялаудағы қиындықтар және басқа да бірқатар қазіргі заманғы технологиялық жүйелерде оларды пайдалануға, үздіксіз сорбция циклына бағытталған процестерге шектеулер қойылады. Сондықтан қазіргі уақытта екі бағытта көп жұмыс жасалады:

- Бейорганикалық синтетикалық сорбенттер,
- Органикалық синтетикалық сорбенттер.

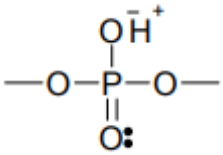
Бейорганикалық синтетикалық сорбенттерге синтетикалық алюмосиликаттар (пермутиттер және цеолиттер), сондай-ақ оксидтер, гидроксидтер, сульфидтер, фосфаттар жатады [5].

Полиқышқылдар мен гетерополиккқышқылдардың (фосфорвольфраматтардың) ерімейтін тұздары, фосфорасенаттар, фосфорлы және кремнийлі қышқылдардың туындылары) селективті - сілтілі жер, сирек сілтілі және ауыр металдарға қатысты. Ерімеген металл сульфидтері мен гидроксидтері, мысалы, сульфидтер мен никель гидроксидтері, мыс, қорғасын, қалайы, темір, кобальт, висмутты іріктеп алуға қабілетке ие. Бейорганикалық сорбенттер матрицасының құрылымы полимерлік түр тізбегі: - элемент-оттегі-металл болып келеді. Сорбент матрицасы әдетте аралас металл оксидтері болып табылатын ливалентті аниондар мен металдардың өлшемдеріне және полимер табиғатына байланысты болады. Бейорганикалық матрицаның құрылымына кіретін металдар сорбенттің екіден алтыға дейін валенттілігі болуы мүмкін. Матрицаның шамамен құрылымы келесідей ұсынылуы мүмкін:



мұндағы Е-элемент, Ме-металл.

Бейорганикалық сорбенттер өзінің элементтік құрамына қарай катион алмасу және анион алмасу қасиеттері pH мәндерінде әртүрлі. Алайда, бейорганикалық сорбенттердің көп бөлігі pH төмен және поликатион түзуге қабілетті емес. Бұл кемшілік оларды анион алмасуы үшін қолданады. Осыған байланысты органикалық емес сорбенттер металоид оксидтерінің негізі тек катионды алмасуға қабілетті және клиноптилолитті, эрионитті және морденитті қоспағанда кальций тұзды формаларда (натриевозамада) келеді. Мұндай сорбенттердің құрылымы:



Бейорганикалық сорбенттер класының маңызды артықшылығы олардың термиялық және радиациялық тұрақтылығында. Сонымен, кейбір сорбенттер радиоактивті қалдықтарды және 180-300 °С жоғары температуралы су көздерін тарту және шоғырландыру аясында қолданыла алады. Алайда, оларды қолдану көбінесе дұрыс емес гидродинамикалық режимдердің жеткіліксіз тұрақтылығын тудыратын түйіршікті сорбция және регенерация формасымен шектеледі [6].

1.1.2 Бейорганикалық сорбенттерді алу процестері туралы жалпы мәліметтер

Зерттеу жұмыстарында адсорбциялық-құрылымдық сипаттамалары жақсартылған және термиялық тұрақтылығы жоғары материалдарды алуға мүмкіндік беретін аралас фосфаттар мен металл оксидтері негізінде адсорбенттер мен катализаторларды алу әдісін [7] ұсынады. Ортофосфор қышқылы кадмий мен алюминий тұздарының қоспасына қосылады, қоспаның pH 2-3 дейін реттеледі. Қарқынды араластыру кезінде тұнба түскеннен кейін қоспаның pH 8-9-ға дейін жеткізіледі, тұнба сүзіледі, жуылады, кептіріледі, түйіршіктеледі және 400-800 °С температурада кальцийленеді. Синтез кезіндегі кадмий, алюминий және фосфордың қатынасы 1:(0,4-3):(0,2-0,4) (оксидтерге қайта есептеу кезінде). Алынған адсорбенттердің меншікті беті 78-130 метр^2/грамм, адсорбциялық сыйымдылығы 0,43-0,95 сантиметр^3/грамм, тиімді кеуек радиусы 108-391 тең.

Алюмофосфат сорбентін алу тәсілі - $AlPO_4$ ерітіндісін pH 7 мәніне дейін жеткізіп, түйіршіктелген глиноземді араластыру, ұнтақ саз қоспаларын, цеолиттерді енгізу, алынған массаны гомогенизациялау, ұзартылған пішінді сүзгіленген бөлшектерді қалыптастыру, оларды кептіру, $AlPO_4$ ерітіндісімен ылғалдандыру және кальцийлеу. Белгілі сорбциялық қасиеттері бар өнімді сүзгі бөлшектері қысқа сорбциялық процесті қажет ететін тоңазытқыш қондырғыларында қолданылады.

Зерттеулерге сәйкес, кезеңді қамтитын алюмофосфат құрамын алу тәсілі ұсынылады: 1) Al тұздарының және P/Al моль қатынасы бар фосфор қышқылы тұздарының қышқыл сулы ерітіндісін 0,9:1-ден 1:1-ге дейін дайындау; 2) ерітіндіні pH-ға 5,0 дейін баяу ішінара бейтараптандыру; 3) ерітінді түзілу 4) бейтараптандыру және оны ыстық сұйылтылған сілтілі ерітіндімен жуу; 5) спиртпен, ацетонмен немесе этилацетатпен бірнеше рет өңдеу; 6) ұшпа компоненттердің қажетті құрамына дейін кептіру. Тәсілдің айырым сатылары: 7) құрғақ гельді ірілігіне дейін механикалық жолмен немесе ағынды диірменде ұсақтау; 8) құрамында 10-30% қатты заттың салмағы бар ұсақталған гельдің су суспензиясын алу; 9) суспензияға қышқылды немесе негізді pH 3-7 дейін қосу; 10) суспензияны кептіру [8].

Жұмыс барысынды [9] алюминий гидроксиді, фосфор қышқылы мен суды араластырады, алынған қоспаға аммоний негізінің төрттік гидрототығы (ROH) қоспадағы келесі молярлық арақатынаста қосылады: P_2O_5 / Al_2O_3 1,5-2,5; ROH/ Al_2O_3 2-4; H_2O/Al_2O_3 79-1200. Реакция қоспасы pH 5,5-6,5 кезінде гидротермальды кристалдануға ұшырайды, тұнба бөлінеді, жуылады, кептіріледі және кальцийленеді. Синтезделген кристалдар цеолит құрылымының алюмофосфаты болып табылады. Ұсынылған әдіс қоспа фазаларының пайда болуын болдырмау есебінен алынатын өнімдердің тазалығын арттыруға мүмкіндік береді.

Жұмыс барысында [10] Al құрамы жоғары және Si/Al қатынасы 1,1-ге дейінгі алюмосиликатты цеолиттерді алу әдісі SiO_2 көзі мен Al_2O_3 көзін, мысалы, саз, каолин немесе метакаолин, pH мәні кемінде 12,0 болатын NaOH сулы ерітіндісінде карбонаттар немесе na триполифосфатын қосып, көрсетілген цеолиттерді қоспадан кристалдану арқылы патенттеледі. Осылайша алынған цеолиттер бөлшектердің мөлшері 0,05-0,5 мг және агрегатталған бөлшектер 1-5 мк бөлшектердің ерекше морфологиясымен ерекшеленеді және оларды суды жұмсарту үшін қолдануға болады.

Зерттеулерде [11] сулы ерітінділерде белсендірілген алюминий оксидімен фтор иондарының адсорбциясының тиімділігі ортаның pH-на байланысты екендігі көрсетілген. Оңтайлы pH мәні 5-7 аралығында болады. Бейтарап және қышқыл ерітінділерде бұл процеске сульфат иондары әсер етеді. Басым механизм - спецификалық емес адсорбция.

Авторлар [12] құрамында кремний диоксиді көзі, алюминий оксиді бар ерітінді, кремнийден немесе алюминийден ерекшеленетін сулы қышқыл металл ерітіндісін алудан тұратын алюминосиликатты құрамдағы металдарды алу әдісін ұсынды. Кремний диоксиді көзінің ерітіндісі құрамында кремний диоксиді көзі мен металл бар қоспа пайда болатындай етіп сулы қышқыл ерітіндімен араластырылады. Көрсетілген қоспаны қоспаның гелін алу мақсатында алюминий көзінің ерітіндісімен араластырады. Қоспаның гелі гидротермальды кристалданудан өтіп, металл енгізілген алюмосиликаттың кристалды торымен алюмосиликат металын алады.

Жұмыстың авторлары [13] реагентті дайындау әдісін ұсынады, оны негізінен құрамында хлорланған қосылыстар, металл иондары және т. б. бар өнеркәсіптік ағынды суларды тазарту кезінде тиімді сорбент ретінде қолдануға болады. Сондай-ақ байланыстырушы компонент, мысалы, алюминосиликаттар негізінде орындалады. Содан кейін гранулятор қосылады. Мысалы, экструзия түрі түйіршік беттік - белсенді заттармен араласады, содан кейін кептіріледі. Осы сорбентті пайдалана отырып, сарқынды сулардан хром қосылыстарын жою тиімділігі 96,7% - ды құрағаны көрсетілген.

1.2 Алюминий және кремний оксидтерімен түрлендірілген кристалды және кеуекті полифосфаттар негізіндегі бейорганикалық сорбенттер

Соңғы уақытта оксидті адсорбенттермен қатар гидроксиді-металлофосфатты адсорбенттер де белгілі бір қызығушылық тудырады. Алюминий фосфатының адсорбциялық-құрылымдық қасиеттеріне өндіріс жағдайларының P:Al арақатынасына әсері зерттелді. Компоненттің стехиометриялық қатынасы кезінде алынған алюминий фосфаты үлгілерінің сорбциялық параметрлері (Al_2O_3:P_2O_5=1:1) әртүрлі тұндырғыштардың

көмегімен бір-біріне жақын, ал сорбциялық сыйымдылық 0,57-0,60 сантиметр^3/грамм аралығында болады. Al_2O_3:P_2O_5 қатынасы 1:1-ден 1:0,6-ға дейін тұнба табиғатының әсері көрінеді. Осылайша, аммоний гидроксидімен тұндыру кезінде алюминий оксиді үлгісінің құрамындағы құрамның жоғарылауымен сорбциялық көлем мен сорбенттердің нақты беті артады. Аммоний карбонатымен, аммоний ацетатымен және мочевинамен тұндырылған үлгілер үшін олардың сіңіру қабілеті мен кеуек орташа тиімді радиусының айтарлықтай төмендеуімен нақты беттің күрт өсуі байқалады. Бұл ретте алюминий оксиді жеке фаза түрінде рентгенографиялық анықталмайды [14].

Әдебиетте гидрогельдерді әртүрлі шөгінділермен тұндыру арқылы дамыған кеуекті құрылымы бар оксидті сипаттағы адсорбенттерді алу мүмкіндігі туралы мәліметтер берілген [15-16].

Жұмыста [17] күрделі көп компонентті гидроксид-металл фосфат адсорбенттерін бірге тұндыру арқылы алу кезінде бір компоненттің жоғары дисперсті бөлшектері екіншісінің құрылымына енуі мүмкін екендігі көрсетілген, нәтижесінде кеуекті кеңістіктің кальматациясы және үлгілердің сорбциялық сыйымдылығының төмендеуі байқалады.

Жұмыс авторлары [18] алюминий фосфаты негізінде сорбент дайындау әдісін ұсынады, ол келесі кезеңдерді қамтиды: а) P/Al қатынасы 0,8:1-ден 1:1-ге дейінгі қышқыл ерітінді алу мақсатында бір немесе бірнеше алюминий тұздары мен фосфат тұздарын суда еріту; б) негіз қосу арқылы қышқыл сулы ерітіндіні ішінара бейтараптандыру; в) осыдан кейін гельдің, содан кейін гидрогельдің түзілуі; г) гидрогельді pH 8,0-9,0 жеткенге дейін сулы сілтілік ерітіндіде жібіту арқылы бейтараптандыру; д) бейтараптандырылған гидрогельді сілтілік ерітіндімен 10-30 сағат бойы жуу; е) жуылған гидрогельді спиртпен, ацетонмен немесе этилацетатпен алмасу реакциясына ұшырату; ж) осы гидрогельді композиция алу үшін кептіру.

Зерттеулерде [19] цеолит тәрізді силикоалюмофосфат келесі молярлық қатынастарда кристалданады деп мәлімдейді: SiO_4/Al_2O_3 2.6-6.0; P_2O_5/Al_2O_3 1.9-5.0; P_2O_5/SiO_2 0.5-1.9; R_2O/Al_2O_3 0.5-5.0; H_2O/Al_2O_3 30-4500 және pH 6-7.

1.2.1 Табиғи және ағынды суларды тазарту технологиясында бейорганикалық сорбенттерді қолдану

Экологиялық жағдайдың жалпы асқынуына байланысты көптеген жағдайларда жаңа сорбенттерді қолдануды талап ететін әртүрлі көздердегі судағы ауыр металдардың жоғары мөлшері байқалады. Авторлар бөлшектердің мөлшері 60-100 микронанометр модификацияланған целлюлоза болып табылатын сорбенттің жаңа түрін әзірледі. Зертханалық жағдайда ауыз суды дайындау кезінде Cu және Pb иондарын жою үшін осы сорбентті қолдану мүмкіндігі зерттелген. Эксперименттерде диаметрі 0,5 және биіктігі 10 сантиметр, сорбентпен толтырылған баған қолданылды,

сынама көлемі 100 миллилитр, Cu құрамы 254 миллиграмм әрбір литрге, Pb 207,2 миллиграмм әрбір литрге, берілу жылдамдығы 8 миллилитр әрбір минутқа, pH 7 кезінде екі түрдегі ауыр металл иондарының толық жойылуы байқалды [20].

Авторлар адсорбентті сода мен магний сульфатының 3% ерітіндісімен өңдеуден тұратын табиғи суларды гумус қосылыстарынан тазартуда алюминий-фосфат сорбенттерін қалпына келтірудің технологиялық схемасын ұсынды [21].

Ауыз суды, сондай-ақ тазалығы жоғары технологиялық суды дайындау кезінде, мысалы, электрондық өнеркәсіп кәсіпорындары үшін, одан темір катиондарын және марганец қос валенттілігін жою маңызды болып табылады [22]. Бұл катиондардан суды тазартудың ең ұтымды жолы-катализаторлардың қатысуымен олардың тотығуы, яғни олар бұрын сүзгіден өткен темір гидроксиді (III) және марганец диоксиді гидраты болып табылады. Сүзгі жүктемесінің материалы ретінде ұсақталған клиноптилолитті қолдану тиімді болады.

Авторлар жүргізген зерттеулер [23] су дайындаудың тұрмыстық көздерінде (0-0, 12 миллимоль/грамм) немесе (0-5,6 миллиграмм/литр) жиі кездесетін шоғырлану аралығында Fe иондарының қанағаттанарлық сорбциясын көрсетті. Орал кен орнының глауконитінің модификациясы құрылымның едәуір нығаюына әкеледі, бірақ сонымен бірге Fe иондарына қатысты сорбциялық сыйымдылықтың төмендеуі байқалады. "глауконит-сорбат" жүйесінде минералдың буферлік әсері белгіленген.

Жұмыстың авторлары жүргізген зерттеулердің мақсаты [24] арзан табиғи минералдарды (цеолиттер мен сепиолиттер) тоқыма бояу кезінде пайда болған сорбциялаушы агенттер тазарту үшін сорбенттер ретінде қолдану әдістерін жасау болды. Бұл минералдар құрамында кремний диоксиді 70 % (цеолиттер) және 53 % (сепиолиттер), алюминий диоксиді, марганец оксиді, кальций оксиді, титан диоксиді және т.б. сорбенттерін дайындау процесінде минералдар ұсақтауға, фракциялауға және жууға ұшырады. Ағынды суларды өңдеу кезінде сорбенттердің оңтайлы дозасы 50 грамм/литр құрады, сепиолиттер цеолиттермен салыстырғанда бояуды тиімді кетіруді қамтамасыз етті, қара бояуды кетіру кезінде үлкен тиімділікке қол жеткізілді, осы сорбентті қолдану кезінде бояғыштардың барлық түрлері (қара, сары және қызыл) 120 минуттан кейін толығымен алынып тасталды.

Жұмыстың авторлары [25] ауыр металл иондарын табиғи бейорганикалық әкпен немесе құрамында күкірт бар минералдармен, ұнтақ түрінде араластырылып, суға қосу әдісін ұсынды. Бұл жағдайда ауыр металл иондары минералдардың кристалдық торына бекітіліп, олар жаңадан пайда болған кристалдық құрылымға қалпына келтірілмейтін "монтаж" пайда болады, нәтижесінде тұнба кешені пайда болады. Мысалы, мыс және мырыш бар 6 метр^3 Ағынды суларды (әрқайсысының 150 миллиграмм/литр) пайдалану кезінде тазарту құны 1 метр^3 үшін 8,7 еуроны құрайды. Бұл ретте

көрсетілген иондардың концентрациясы 1 миллиграмм/литрден кем төмендейді.

1.2.2 Алюмофосфат сорбенттерінің құрылымы

Қисық сызықтағы максимумнан кейін сорбциялық сыйымдылық - металлофосфаттардың құрамы қоспадағы негізгі үлесті металл фосфаттары құрайды, олардың ерекшелігі, бөлшектердің мөлшері және олардың гидратациясының төмен дәрежесі темір мен алюминий гидрогельдерінің қатысуымен жартылай қатты қаңқаны құрайды, ол кебуіне қарай үлгі компоненттерінің рұқсат етілген құрамы шегінде азаяды.

Қоспалар $Al(OH)_3$ (10 массалық %) тұндыру кезінде темір және алюминий фосфаттары үлгілердің сорбциялық сыйымдылығының күрт өсуіне ықпал етеді [26]. Алынған адсорбенттердің фосфат құрамының жоғарылауымен ол максималды мәнге жетеді, содан кейін оның мәні біртіндеп төмендейді.

Мұндай өзгерістердің себебі кептіру процесінде шөгу дәрежесі төмен фосфат бөлшектері неғұрлым борпылдақ орамалары бар аймақтарды құрайтындығына байланысты, олардың мөлшері қоспадағы металл фосфаттарының концентрациясының жоғарылауымен артады. Сонымен қатар, гидрогельдер мен металл фосфаттарының бірлескен тұндыру процесінде алдымен пайда болатын компоненттердің бөлшектерінің мөлшері артуы мүмкін. Бұл олардың мөлшерінің ұлғаюына, нәтижесінде кеуектердің көп мөлшері бар қаптаманың пайда болуына әкеледі.

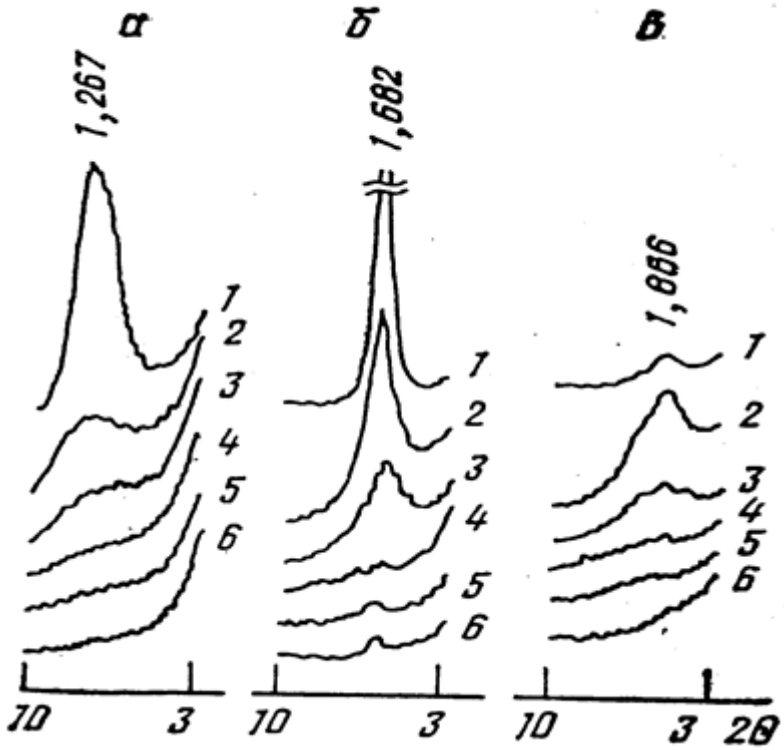
Қоспадағы гидроксидтердің пайыздық мөлшерінің төмендеуі бөлшектердің мөлшерінің жоғарылау дәрежесін төмендетеді, олардың дисперсиясын және ішінара концентрациясын арттырады. Мұның бәрі құрылымның тығыздалуына және оның кеуектілігін азайтуға көмектеседі. Үлгілердің сорбциялық сыйымдылығының азаюымен қатар жүретін бұл үрдіс үлгілер құрамының жеке металлофосфаттарға жақындауына дейін орын алады. Үлгілердің сорбциялық сыйымдылығының ұқсас сипаты олардың құрамындағы металл фосфаттарының тұрақты құрамымен олардың гидроксиді компоненттері өзгерген кезде байқалады. Айырмашылық тек қисық сызықтарда максималды сорбциялық сыйымдылық-гидроксидтердің құрамы алюминий гидроксидінің көп мөлшері бар қосылыстар аймағына ауысады.

Алюмофосфат гелі сфералық глобулалардан тұратыны белгілі, олардың макромолекулалары PO_4 және AlO_4 тетраэдрлерімен алмасады. Шамасы, компоненттердің стехиометриялық қатынасында макромолекулалардың өсуі мүмкін болатын мөлшерге дейін жалғасады, яғни гидроксил иондарының түсу жылдамдығына қарамастан компоненттердің толық өзара әрекеттесуіне дейін орын алады. Бастапқы қоспадағы құрамында алюминий бар компонент

мөлшерінің артуы артық алюминий атомдарының макромолекулалардың шеткі топтарында орын алып, [27] алюминий фосфат қаңқасының өсуін тоқтатуына әкелуі мүмкін. Бұл бастапқы бөлшектердің мөлшерінің азаюына байланысты үлгілердің нақты бетінің өсуіне ықпал етеді.

Зерттеу жұмысында табиғи және модификацияланған монтмориллонит негізінде дайындалған түйіршікті алюмосиликатты сорбенттердің қасиеттеріне алу жағдайларының әсері зерттелді. Механохимиялық және термиялық әсерлерді бөлісу сорбенттердің кеуекті құрылымының сипаттамаларын кең көлемде реттеуге және олардың ПВ-дағы белсенді орталықтардың санын көбейтуге мүмкіндік беретіні көрсетілген. Авторлар сонымен қатар іске қосылған үлгілердің құрылымын анықтады. Белсенді минералдарға арналған дифракциялық суреттің жалпы әлсіреуіне қарамастан, этиленгликольмен өңделген бағытталған препараттар базальды рефлекстің кіші бұрыштарға нақты диагностикалық ауысуын қамтамасыз етеді, бұл құрылымдық пакеттердің кеңеюін көрсетеді.

Сондай-ақ, $V_S(H_2O)$ және $V_S(N_2)$ теңсіздігінің екінші себебі полярлы молекулалардың адсорбциясындағы дисперсті саз жүйелеріндегі контактілі өзара әрекеттесу сипатындағы айтарлықтай өзгерістермен байланысты қайталама кеуектілікті ұлғайту мүмкіндігі екенін атап өткен жөн [28].



1 Сурет - Дифрактограммалар бастапқы (1) және іске қосылған 0,5 сағат (2), 1 сағат (3), 2 сағат (4), 4 сағат (5) және Черкасск монтмориллонитінің 8 сағат (6) ауа құрғақ күйінде (А) және этиленгликоль (б) және су (в) буларымен қаныққаннан кейін

Жұмыс барысында [29] алюминий иондарының үш түрі анықталған: моно және димер гидроксокешендері, полимерлігидроксо қосылыстары және гидролиз өнімдері. [30-31] дамыған мәліметтерге сәйкес, көп ядролы гидроксокешендер түзілу процесі тепе-тең емес түпкілікті өнімнің негізгі қасиеттерін анықтайды. Сілтіні алюминий тұзының ерітіндісіне қосу кезінде полимерлену жылдамдығының төмен болуына байланысты әр түрлі құрылымдағы бастапқы бөлшектерден тұратын және судың көп мөлшерін сақтайтын алюминий гидроксидінің аморфты гелі пайда болады [32]. Тұнбаның температурасының жоғарылауымен гидролиз және полимерлеу процестері күрт жеделдейді, ал тұнбаның гетерогенділігіне байланысты пайда болған гель кристалдануды бастайды. Кристалдану гидролиздің жоғары дәрежесі бар жерлерде басталады, оның соңғы өнімі бемит болып табылады. Сонымен қатар, кристалдану орталарының түзілу жылдамдығы олардың өсу жылдамдығынан әлдеқайда жоғары, нәтижесінде гидрогельдің тұнба температурасы 60 °С-қа дейін көтерілген үлгілердің нақты беті артады.

1.7 Әдеби шолуды талдау және зерттеу міндеттерін белгілеу

Жалпы алғанда, алюмосиликатты адсорбенттерін алу кезінде пайда болатын құрылым түзілу механизмі мен процестері толық зерттелмегенін және оларды одан әрі зерттеу жаңа тиімді бейорганикалық адсорбенттерді алу тұрғысынан белгілі бір қызығушылық тудыратынын атап өткен жөн.

Сорбенттердің физикалық-механикалық қасиеттері макромолекулалық қаңқадағы (макроорядтар) байланыстардың беріктігіне, сондай-ақ тұрақты және алмасу иондарынан тұратын егілген функционалдық топтардың ерекшеліктеріне байланысты.

Сорбциялық технологиялар процесінде физикалық-механикалық сорбенттердің сипаттамалары әдетте мынадай параметрлер, әсіресе, еру жылдамдығы, кеуектіліктің көлемі, сорбцияға биімділігі бойынша бағаланады. Сонымен қатар, сорбция үрдісінің әр түрлі нәтиже көрсетуі оның құраушы компоненттеріне, температураға, pH мәндеріне, қандай ортада алынуына байланысты болатыны зерттеулерден дәлелденген.

Жоғарыдағы көрсетілген әдеби шолулар және зерттелген өнертабыстардың көмегімен магистерлік диссертация жұмысында сорбциялық – фильтрлеуші материал алу үшін негізгі міндеттер мен мақсат қойылды.

2 Зерттеу әдістемелері

2.1 Зерттеуге қажетті реагенттер

Тәжірибені орындау барысындыа келесі реагенттер пайдаланылады:

- Алюминий сульфаты «т.»;
- Фосфор қышқылы «т.» біліктілігімен;
- Аммоний гидроксиді «т.» біліктілігімен;
- Сұйық шыны ерітіндісі «т.» біліктілігімен;
- Темір хлориді «т.».

2.2 Зерттеудің әдіс-тәсілдері

2.2.1 Химиялық тұндыру әдісі

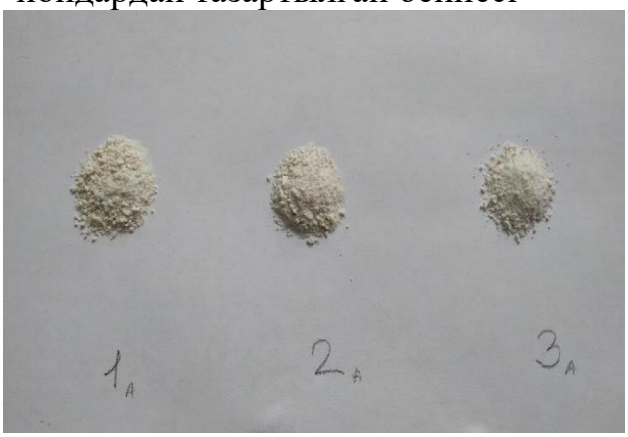
Химиялық тұндыру әдістері өнімнің компоненттерін ерітіндіден ерімейтін тұздар немесе гидроксидтер түрінде бірге тұндырудан (тұндырудан) тұрады. Химиялық тұндырудың ең көп таралған үш түрі-гидроксиді, оксалат және карбонат әдістері. Гидроксидтерді тұндыру үшін бастапқы реагенттер ретінде нитраттар немесе ацетаттар, ал тұндырғыш ретінде аммиак немесе сілті ерітінділері қолданылады. Тұндыру аммиак немесе натрий гидроксиді ерітіндісін қосу арқылы пайда болатын pH > 8 кезінде жүзеге асырылады. Алайда, шөгінділерді жуу сатысына ерекше назар аудару керек, өйткені сілтілі металдардың қоспалары алынған материалдардың қасиеттерін өзгерте алады [33].

2.2.2 Алюмофосфаттарды синтездеу

Алюмофосфаттар синтезі кеуекті алюмофосфаттар тұндыру әдісімен синтезделді [34]. Толығырақ тоқталсақ, 0,15 М алюминий сульфатының ерітіндісі $Al_2(SO_4)_3$ және 0,15 М фосфор қышқылы $VAl_2(SO_4)_3$:VH_3PO_4 = 1:1 көлемдік қатынасында қосылды. Тұндырғыш ретінде аммоний гидроксиді қолданылды, оның 25% ерітіндісі pH 11,5-ке тең. Тұндыру pH 5,0; 7,0; және 11,4 кезінде, NH_4OH ерітіндісін тамшылатып қосу арқылы жүзеге асырылды. Одан әрі қосылған ерітіндіні біртіндеп араластыра отырып, pH метр көмегімен қышқылдықты бақылау арқылы жүргізілді. Пайда болған шөгінділер сүзіліп, бөгде иондардан тазартылған сумен жуылады. Соған орай, алдымен бөлме температурасында, содан кейін 100±5 °C температурада 1 сағат бойы, содан кейін 1 сағат ішінде 500 °C температурада кептіріледі.

2 Сурет– pH метр көмегімен NH_4OH ерітіндісі қатысында тұндыру үрдісі барысы

3 Сурет– NH_4OH ерітіндісімен тұндырылған шөгінділер сүзіліп, бөгде иондардан тазартылған бейнесі



4 Сурет – Шөгінділерінің 500 °C температурада 1 сағат бойы кептірілген үлгілері

2.2.3 Алюмосиликофосфаттарды синтездеу

Алюмосиликофосфаттар синтезі 0,15М алюминий сульфатының ерітіндісінің $Al_2(SO_4)_3$ және 0,15М фосфор қышқылының $VAl_2(SO_4)_3$:VH_3PO_4 = 1:1 көлемдік қатынасына араластырыла отырып алынады. Содан кейін

ерітіндіге $Na_2O•2,8SiO_2$ (силикат желімі) сұйық шыны ерітіндісі pH 5; 7; 11,4 мәндеріне дейін құйылды. Пайда болған тұнба 1 сағат бойы сүзіліп, кептіріліп, 500 °С температурада қыздырылды.

5 Сурет – pH метр көмегімен сұйық шыны ерітіндісі қатысында тұндыру үрдісі барысы

6 Сурет – Сұйық шыны ерітіндісімен тұндырылған шөгінділер сүзіліп, бөгде иондардан тазартылған сумен жуылғаннан кейінгі бейне

7 Сурет – Сұйық шыны ерітіндісімен тұндырылған шөгінділерінің 100±5 °С температурада 1 сағат бойы кептірілген үлгілері

8 Сурет – Сұйық шыны ерітіндісімен тұндырылған шөгінділерінің 1 сағат ішінде 500 °С температурада кептірілген үлгілері.

2.2.4 Синтезделген өнімдердің ерігіштігі

Тәжірибе үшін 1 г өнім конустық колбаға салынып, оның үстіне 100 миллилитр дистилденген су құйылады. Одан әрі 30 минут бойы бөлме температурасында шайқағышта араластырылды. Ерімеген бөлігі тұндырылып, сүзіліп, 100±5 °С температурада қыздырылады. Қыздырылған өнімнің массалары өлшенеді. Салыстырмалы пайызбен ерігіштік мына формула бойынша анықталды:

$$P = 100\ (m_1 - m_2) / m_1, \text{ қатынаста } \% \qquad (1)$$

мұнда m_1-ерітілгенге дейінгі алынған өнім массасы, грамм
m_2-ерігеннен кейінгі тұнба массасы, грамм

9 Сурет - Сынамалардың 30 минут бойы бөлме температурасында шайқағышта араластырылу барысы.

10 Сурет - Сынамалардың фильтрлену үрдісі.

2.2.5 Синтезделген материалдардың кеуектерінің жалпы көлемін анықтау

Кеуектерінің жалпы көлемін V_{Σ} қайнау барысында судың кеуектілікті толтыратын көлемімен анықталады. Ол белгілі әдіспен жүргізілді [35], соған орай, белгілі массаның 10 сантиметр^3 бөлігі 100 сантиметр^3 дистилденген сумен жеткізіліп, 15 минут қайнатылып, содан кейін салқындатылып, қоспаның көлемін бастапқы мәнге дейін жеткізеді. Содан кейін суспензия 3 мин ішінде (сусымалы күйге дейін) 8 килоПаскаль Бюхнердің құйғышында (80 мм) сүзіледі. Ылғалды сорбент өлшеніп және айырмашылық бойынша кеуектердегі судың массасын анықтады.

Түйіршікті материалдардың кеуектерінің жиынтық көлемі V_{Σ} мынадай формула бойынша анықталады:

$$V_{\Sigma} = m_1 - m_2 / d\ H_2O \cdot m_2 , \quad \text{сантиметр}^3/\text{грамм} \quad (2)$$

мұндағы m_1-ылғал сорбенттің салмағы, грамм
m_2-құрғақ сорбенттің салмағы, грамм
H_2O-судың тығыздығы, грамм/сантиметр^3.

2.2.6 Сорбция процесін зерттеу

Үрдісті жүргізу статикалық жағдайларда жекелеген салмақтар әдісімен жүзеге асырылды. Сорбент мөлшері металл ионы бойынша белгілі бір концентрациясы бар көлемі 100 миллилитр модельдік ерітіндіге батырылды, ерітінді шейкерде 30 минут бойы араластырылды. Содан кейін металл иондарының негізгі концентрациясы сүзіліп, сүзгіде қалған калдық анықталды.

Сорбция процесінің тиімділігі S (%) ерітінділерден металл иондарын алу дәрежесімен бағаланды:

$$S = (C_{бас.} - C_{сал.}) \cdot 100 / C_{бас.} \quad (3)$$

мұнда $C_{бас.}$ және $C_{сал}$ - ерітіндідегі металдың бастапқы және тепе-теңдік концентрациясы (миллиграмм·литр $^{-1}$).

3 Зерттеу нәтижелері

3.1 Синтезделген өнімдердің ерігіштігін зерттеу

Кейіннен термоөңдеу әдісімен гидратталған алюмофосфаттар мен алюмосиликофосфаттардың үлгілері синтезделді. ИҚ спектроскопиясын және рентгендік фазалық талдауды қолдана отырып, өнімдердің құрамы анықталды және дегидратация процесінің механизмі ұсынылды, ол алюминий оксидінің фосфор пентаоксидіне қатынасы мен тұндыру pH-ға, сондай-ақ кристалл гидратты судың фосфат анионымен сутегі байланысының энергия мөлшерімен анықталады (1-кесте). Қышқыл ортада, құрамында кремний бар компонент болған кезде, тұндыру өнімдеріндегі сутегі байланысының энергия мөлшері 40,25 килоДжоуль/моль құрайды, нәтижесінде дегидратация процесі схемаға сәйкес алюминий фосфаттарының циклотетр және басқа полимерлі формаларын қалыптастыру үшін диссоциативті механизммен жүреді (тұндыру pH 5,0):

$$[Al_2(HPO_4)_3] \cdot mH_2O \rightarrow [Al_2(OH)_x(H_{1+x}PO_4)_3] + (m - x)\ H_2O$$
$$4Al_2(OH)_x(H_{1+x}PO_4)_3 \rightarrow Al_4(P_4O_{12})_3 + 2Al_2O_3 + 4(x + 1)H_2O$$

Кесте 1 - Кристалл гидратты судың синтезделген гидратталған алюмофосфаттардың фосфатты анионымен сутегі байланысының энергиясы

Фосфат құрамы	Тұндыру pH	Гидроксил тобының тербеліс жиілігі, сантиметр$^{-1}$	Толқын санының ығысуы, сантиметр$^{-1}$	Сутектік байланыс энергиясы, килоДжоуль/моль
Al_2O_3-P_2O_5	5,0 7,0 11,4	3200 3380 3450	500 320 250	35,33 22,61 17,67
Al_2O_3-P_2O_5-SiO_2	5,0 7,0 11,4	3130 3380 3450	570 320 250	40,25 22,61 17,67

Тұндырудың pH жоғарылауымен кристаллогидратты су гидроксиді ионының фосфат анионымен сутегі байланысының энергиясы 17-22 килоДжоуль/мольге дейін төмендейді (1-кесте) және дегидратация процесі классикалық молекулалық тип бойынша жүреді, негізінен алюминий ди және монофосфаттарын құрайды (тұндырудың pH 7,0; 11,4):

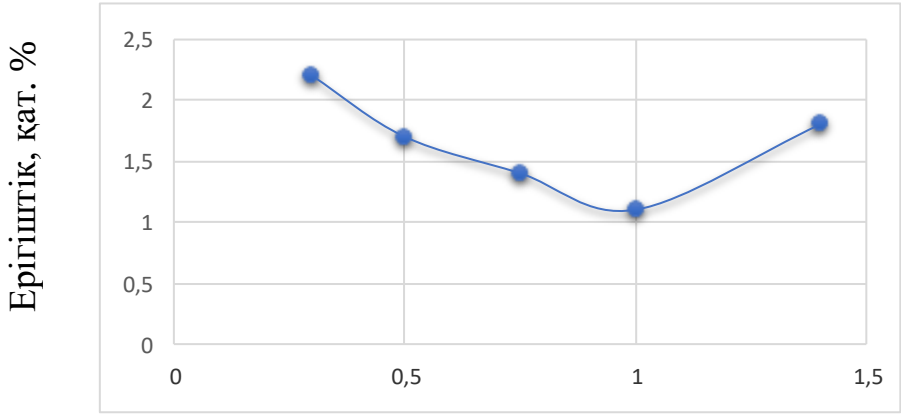
$$2Al_2(HPO_4)_3 \cdot H_2O + 3NH_4OH \rightarrow 3AlNH_4P_2O_7 + 5H_2O + Al(OH)_3$$
$$AlPO_4 \cdot xH_2O \rightarrow AlPO_4 + xH_2O$$

Синтезделген кеуекті алюмофосфаттардың ерігіштігі зерттелді және гидратталған алюмофосфаттардың тұндыру ортасының pH – на, Al_2O_3/P_2O_5 қатынасына және құрамында кремний бар реагент қоспасы-натрий силикатына тәуелді екендігі көрсетілді. Алюмофосфаттардың да, алюмосиликофосфаттардың да тұндыру процесінің pH жоғарылауы үлгілердің еру жылдамдығын 3-5 есе арттырады. Құрамында кремний бар қоспа – натрий силикатын енгізу алынатын өнімдердің ерігіштігіне аз әсер етеді, бірақ тұну pH 5,0 және Al_2O_3/P_2O_5=0,35 тең болғанда еріту жылдамдығының константасын 2 еседен артық төмендетеді (2-кесте).

Кесте 2 - Кеуекті алюмофосфаттардың еру жылдамдығының құрамына, алу шарттары мен температурасына тәуелділігі

п/п	Кеуекті алюмофосфаттардың құрамы	Тұндыру pH	Еріту жылдамдығының тұрақтылары, мин$^{-1}$	
			температура, ^{0}C	
			20	95
1	Al_2O_3-P_2O_5; SiO_2=0 Al_2O_3/P_2O_5=0,35 C_0=10 г/л	11,4 7,0 5,0	$2,4\cdot10^{-4}$ $1,4\cdot10^{-4}$ $0,8\cdot10^{-4}$	$4,8\cdot10^{-2}$ $3,6\cdot10^{-2}$ $1,6\cdot10^{-2}$
2	Al_2O_3-P_2O_5-SiO_2 Al_2O_3/P_2O_5=0,35 Al_2O_3/SiO_2=3,5 C_0=10 г/л	11,4 7,0 5,0	$1,5\cdot10^{-4}$ $1,5\cdot10^{-4}$ $0,3\cdot10^{-4}$	$0,7\cdot10^{-2}$ $0,7\cdot10^{-2}$ $0,5\cdot10^{-2}$

Синтезделген өнімдер олардың суда ерігіштігін зерттеді, сонымен қатар кеуектердің жалпы көлемін және сорбциялық қасиеттерін анықтады. Алынған мәліметтер 11-12 суреттерде келтірілген.



11 Сурет – 20 °C кеуекті алюминосиликофосфаттағы ерігіштіктің Al_2O_3:SiO_2 қатынасына тәуелділігі

12 Сурет - Алюмосиликополифосфаттар кеуектерінің жалпы көлемінің Al_2O_3:SiO_2 қатынасына тәуелділігі

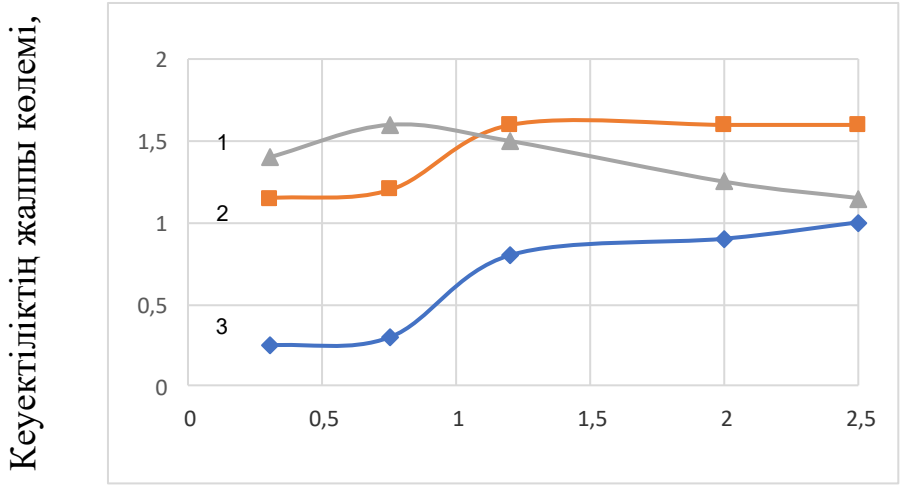
Алынған мәліметтерден көрініп тұрғандай, кеуекті алюмосиликополифосфаттардың оңтайлы құрамын компоненттердің келесі коэффициенттері бойынша алынған өнімдер ретінде қарастырған жөн: Al_2O_3:SiO_2 = 0,75, Al_2O_3:P_2O_5=0,66. 20°С кезінде осы сорбенттердің ерігіштігі ең аз және 1 % қатынастан аспайды, ал кеуектіліктің жалпы көлемі максималды және 1,5 сантиметр 1,6 сантиметр^3/грамм құрайды.

3.2 Алюмосиликофосфатты сорбенттердің кеуектілігін зерттеу

Ерігіштіктен басқа, бейорганикалық материалдарды сорбенттер ретінде пайдалануға мүмкіндік беретін олардың маңызды параметрлерінің бірі-кеуектердің жалпы көлемі сияқты сипатталатын кеуектілігі. Синтезделген алюмосиликополифосфаттардың сорбциялық қасиеттерін сипаттайтын тағы бір маңызды параметр олардың сорбциялық сыйымдылығы болып табылады.

Келтірілген мәліметтерден көріп отырғанымыздай, кеуектердің жалпы көлемінің тәуелділігі өте күрделі және Al_2O_3/P_2O_5 қатынасымен ғана емес, сонымен қатар гидратталған алюмосиликофосфаттардың жауын-шашын кезіндегі ортаның pH-мен де анықталады. Бейтарап және сілтілі ортада Al_2O_3/P_2O_5 өсуімен кеуектілігінің жалпы көлемі де артады. Алайда, қышқыл ортада кеуектілігінің жалпы көлемінің тәуелділігі Al_2O_3/P_2O_5 = 0,66 кезінде максималды болады (12 сурет).

Кремнийсіз алюмофосфаттар үшін кеуектердің жиынтық көлемінің құрамы мен pH-ға тәуелділігі pH 5,0 және 7,0 кезінде экстремалды сипатқа ие және pH =11,4 кезінде Al_2O_3/P_2O_5 қатынасына іс жүзінде тәуелді емес (3-ші кесте).



тұндыру pH: 1 – 5,0; 2 – 7,0; 3 – 11,4.

12 Сурет - Алюмосиликофосфаттар кеуектерінің жиынтық көлемінің олардың құрамы мен синтез жағдайларына тәуелділігі

Кесте 3 - Алюмофосфаттардың кеуектерінің жиынтық көлемінің олардың құрамы мен синтез жағдайларына тәуелділігі

Al_2O_3/P_2O_5 қатынасы	Кеуектердің жалпы көлемі		
	pH 5,0	pH 7,0	pH 11,4
0,3	0,76	1,06	1,25
0,75	1,28	1,3	1,17
1,2	1,36	1,5	1,15
2	0,84	1,35	1,12
2,5	0,47	1,22	1,12

Кеуектердің жалпы көлемінің ең үлкен мәндері pH 5,0 және Al_2O_3/P_2O_5=0,66 қатынасында (12-сурет, 1-қисық) тұндырылған термиялық өңдеу арқылы алынған алюмосиликополифосфаттармен, сондай-ақ Al_2O_3/P_2O_5=1,18 қатынасында pH 5,0 және 7,0 кезінде алынған алюмофосфаттармен сипатталады. Алайда pH 5,0 және Al_2O_3/P_2O_5 коэффициенттері 0,35-тен 0,66-ға дейін алынған алюмополифосфаттар және pH 5,0 және Al_2O_3/P_2O_5=1,18-2,35 қатынасында алынған алюмосиликополифосфаттар ең аз ерігіштікпен сипатталады.

Осылайша, тиімді сорбенттерді алудың оңтайлы құрамы мен шарттарын қарастыруға болады: тұндыру pH 5,0 кезінде алюминосиликополифосфаттары үшін Al_2O_3/P_2O_5=0,66 және алюмополифосфаттар үшін Al_2O_3/P_2O_5=1,18 тең.

Алюмосиликофосфат өнімдеріндегі кремний оксидінің оңтайлы құрамын анықтау үшін сорбенттер синтезі Al_2O_3:P_2O_5=0,66 тұрақты қатынасында, бірақ Al_2O_3:SiO_2 айнымалы қатынасы 0,3-тен 1,43-ке дейін жүргізілді. Тұнбаның pH – ы 5,0, ал термоөңдеу температурасы - 500 °С, бұл алюмосиликополифосфат сорбенттерінің синтезінің жоғарыда көрсетілген оңтайлы жағдайларына сәйкес келеді.

3.3 Темір катионы бойынша алюмосиликофосфатты сорбенттердің сорбциялық сыйымдылығын зерттеу

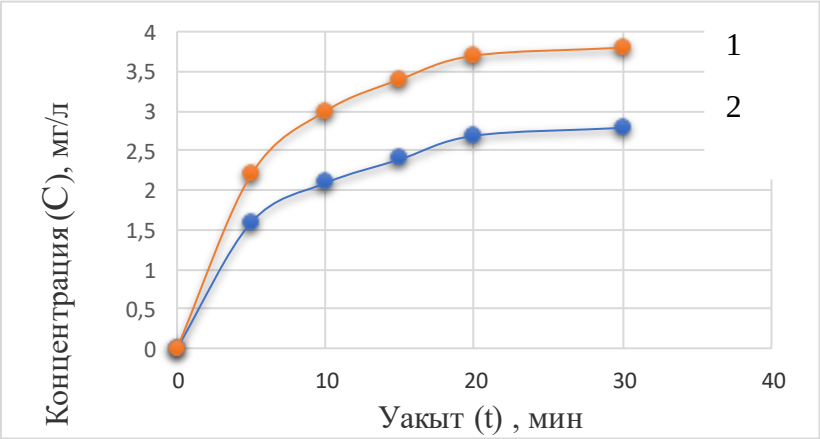
Жер асты су көздерінде бұл металл еритін және ерімейтін нысандарда болады. Суда екі валентті темір негізінен оксидті бикарбонат түрінде болады - Fe (HCO3) 2, тағы бір атауы-бикарбонатты темір. Бұл қосылыс жоғары төзімділікпен ерекшеленбейді және гидролиз реакциясы нәтижесінде ыдырайды және қышқылдың жоғалуымен Fe(OH)2 оксидінің гидратына айналады [37]. Суда ерітілген темірдің (екі валентті) жоғары мөлшері, ең алдымен, жер асты сулы қабаттарына тән. Бұл сұйықтықтағы оттегінің төмен концентрациясымен және атмосферамен байланыс болмауымен түсіндіріледі. Тотықтар өте тұрақсыз және ауамен байланысқан кезде олар басқа ерімейтін формаларға ауыса отырып тотығады, бұл қасиет суды тазартудың кейбір әдістерінде қолданылады [38]. Табиғи және ағынды суларды темір катиондарынан тазарту негізінен әртүрлі ион алмастырғыш шайырлармен жүзеге асырылады, бірақ олардың төмен жылу және химиялық төзімділігі, сондай-ақ жоғары құны осы әдісті қолдануды шектейді.

Бұл тұрғыда бейорганикалық сүзгі материалдарын, атап айтқанда, жоғарыда синтезделген алюмосиликофосфаттарды пайдалану тиімді болып табылады. Осыған байланысты біз 0,0001 М темір (III) хлориді мен Мор – $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ тұз ерітіндісінің Fe^{+2} және Fe^{+3} катиондарының қоспасын Fe^{+2}:Fe^{+3} = 1:1 қатынасында алынған, бастапқы pH мәні кезінде Fe^{+2}: Fe^{+3} = 1:1 қатынасында сіңіру процесін зерттедік 3,9 тең ерітінді. Fe(II) және Fe(III) жалпы құрамы толқын ұзындығы 420 нанометр сәулеленуді сіңіру бойынша pH 11 кезінде сульфосалицил қышқылымен, ал Fe (III) қышқыл ортада сульфосалицил қышқылымен с = 540 нанометр спектрофотометриялық әдіспен анықталды. Темір (II) жалпы және үш валентті темірдің құрамы арасындағы айырмашылық бойынша анықталды [39].

Ерітіндінің қышқылдық-негіздік қасиеттерінің сорбция процесіне әсерін зерттеу үшін темір тұздары қоспасының ерітіндісіне 0,1 нормаль NaOH ерітіндісі зерттелетін сорбат – сорбент жүйесінің бастапқы pH 6 және 8-ге тең болатындай етіп енгізілді. Зерттеу кезінде темір тұздарының өте сұйылтылған ерітінділері қолданылғандықтан, оларды араластыру кезінде тұрақты күл пайда болды, экспериментте жауын-шашын болған жоқ. Ерітінділердің түсінің өзгеруі pH 3,9 кезінде ашық сарыдан pH 8 кезінде қою

сарыға дейін тіркелді, бұл гидролиз процесінің жүруін және темір гидроксоаквакешектерінің пайда болуын көрсетеді [40].

Сорбция процесінің тиімділігі (S,%) ерітінділерден темір катиондарын алу дәрежесімен бағаланды. Зерттеулер статикалық жағдайда жеке ілмектер әдісімен жүргізілді. Сорбциялық тепе-теңдікті орнату уақыты жеке сынамада анықталды, бұл ретте сорбенттік тепе-теңдікке сорбент пен ерітіндінің 30 минут бойы жанасу ұзақтығы кезінде қол жеткізілетіні анықталды (15-сурет).

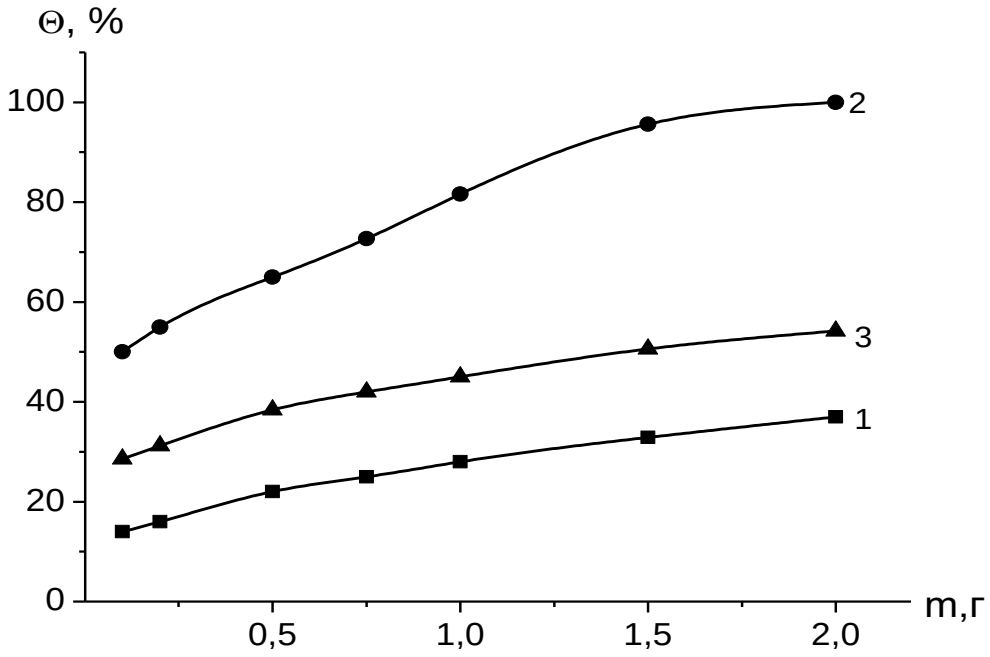


Темір катиондарының бастапқы концентрациясы, миллиграмм/литр: 1 – 3,8; 2 – 5,6.

15 Сурет - Алюмосиликополифосфатты сорбентпен темір катионының сорбция процесінің кинетикасы(сорбент массасы 1 грамм)

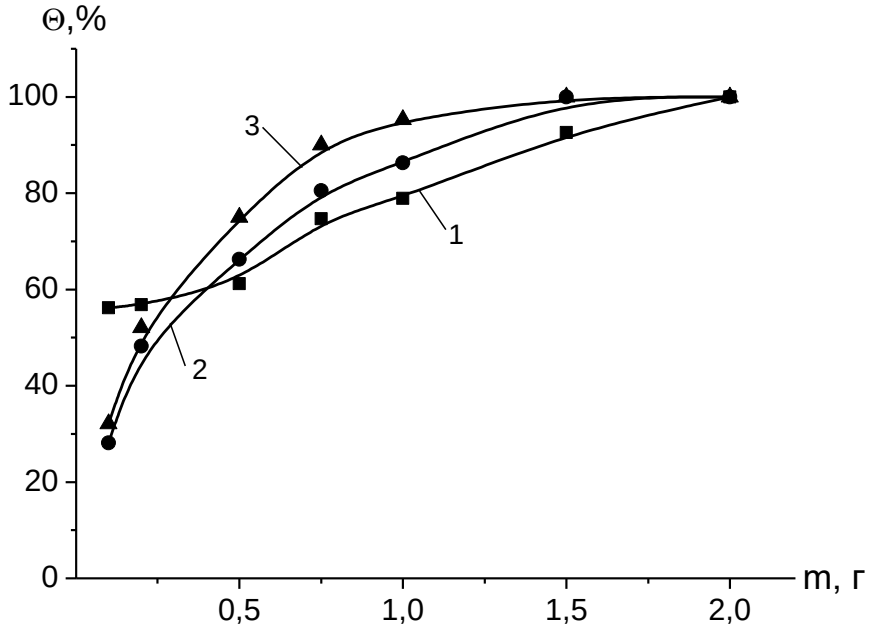
Алынған нәтижелерді талдаудан темір катиондарын алюмофосфатты сорбентпен алу дәрежесі оның массасына ғана емес, сонымен қатар ерітіндінің pH-на да байланысты болады. Сорбент мөлшерінің өсуімен сорбция процесінің тиімділігі де артады. Осы жағдайлар үшін сорбенттің оңтайлы мөлшерін 1,5 су 2,0 грамм деп есептеген жөн, өйткені сорбент массасының одан әрі ұлғаюы ерітінділерден темір катиондарын алу дәрежесінің өсуіне әкелмейді (16-сурет). Темір катиондарын алюмофосфатты сорбентпен алудың ең жоғары дәрежесіне pH 6,0 кезінде қол жеткізіледі (16-сурет, 2-қисық). Ерітіндінің pH-нің одан әрі жоғарылауы сорбцияның тиімділігін екі есе төмендетеді (16-сурет, 3-қисық).

Алюмосиликополифосфатты сорбентпен ерітінділерден темір катиондарын алу дәрежесіне тәуелділіктің сипаты (16-сурет) жоғарыда келтірілгенге ұқсас. Алайда, алюминосиликополифосфатты сорбенттер сорбенттің бірдей мөлшерімен (16, 17-суреттер) алюмофосфатпен салыстырғанда неғұрлым жоғары сорбциялық қасиеттермен сипатталатынын және ерітінділердің pH өсуімен олардың сорбциялық сыйымдылығы артатынын, ал алюмофосфатты сорбенттер үшін бұл тәуелділік экстремалды (16-сурет) екенін атап өткен жөн.



ерітіндінің pH: 1 – 4,0; 2 – 6,2; 3 – 7,8

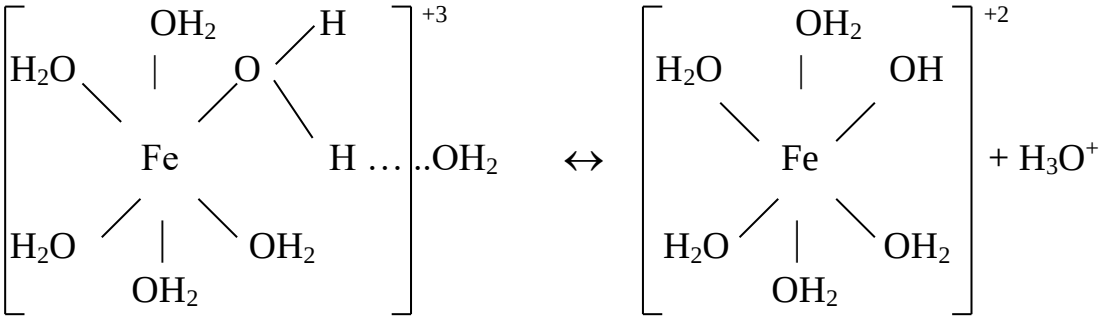
16 Сурет - Темір катиондарын ерітіндіден алу дәрежесінің алюминофосфатты Сорбент массасына тәуелділігі



ерітіндінің pH: 1 – 4,0; 2 – 6,2; 3 – 7,8

17 Сурет - Ерітіндіден темір катиондарын алу дәрежесінің алюминосиликополифосфатты сорбент массасына тәуелділігі

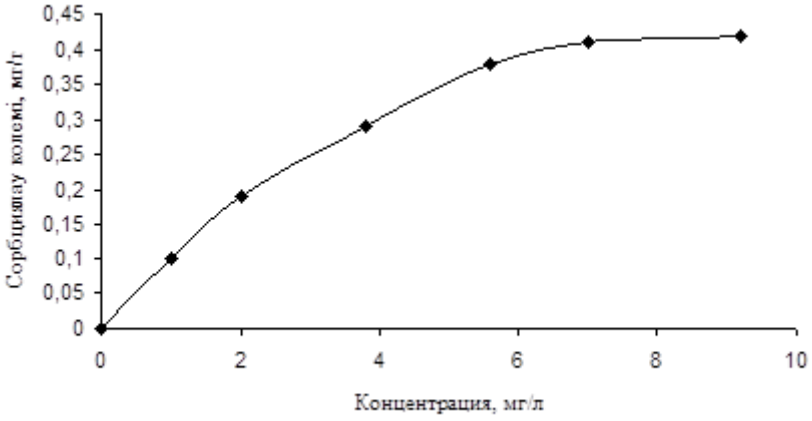
Зерттелетін үлгілердің сілтілі ортадағы сорбциялық қабілетінің төмендігін pH жоғарылауымен Fe^{+3} катионының үлкен ылғалдануымен түсіндіруге болады. [41] Ионның радиусы неғұрлым аз болса және оның заряды соғұрлым жоғары болса, катионды аквакешендердің пайда болуымен ылғалдану қабілеті соғұрлым жоғары болады. Аквакешендер өз кезегінде сутегі байланысы арқылы гидратталады. Су молекуласының оттегі атомдарының электронды тығыздығы темір атомының бос орбитальдарына ауысатындығына байланысты, су протондары қозғалғыштыққа ие болады, осылайша гидроксоаквакомплекстің жалпы зарядын төмендетеді. Fe^{+3} катиондарының гидратация схемасын келесідей ұсынуға болады:



Осылайша, гидрат қабығының болуы Сорбент беті мен сорбцияланатын компонент арасындағы электростатикалық өзара әрекеттесуді азайтады, яғни темір катиондарына қатысты сорбциялық қабілетті төмендетеді.

Әлсіз сілтілі ортада алюмосиликополифосфатты сорбенттердің сорбциялық қасиеттерінің біршама ұлғаюы ферросиликаттардың пайда болуымен темір гидроксоаквакешендері мен силикатты топтардың химосорбциялық әрекеттесуімен байланысты. Қышқыл ортада әзірленген сорбенттердің тиімділігінің төмендеуі, ең алдымен, қышқылдың бәсекеге қабілетті әсерімен, яғни сорбцияланатын катиондардың сутегі иондарына алмасу процестерінің жеделдеуімен байланысты.

Сорбциялық қабілет ерітіндідегі сорбцияланған заттың концентрациясына да байланысты. 18-суретте зерттелетін алюмосиликофосфатты сорбенттің pH 6,0 кезінде темір катиондары сорбциясының изотермасы келтірілген.

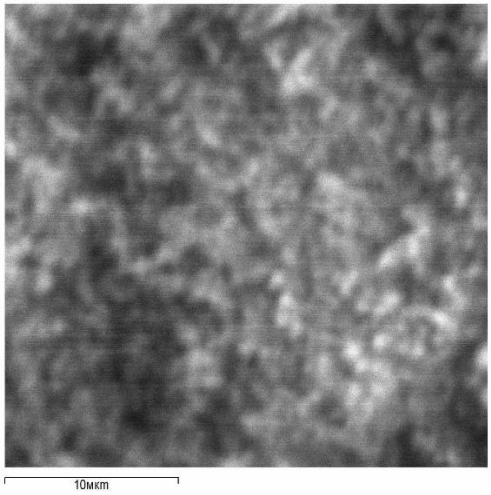


18 Сурет - pH 6,0 алюмосиликофосфатты сорбент кезінде темір хлориді ерітіндісінен темір катиондары сорбциясының изотермасы

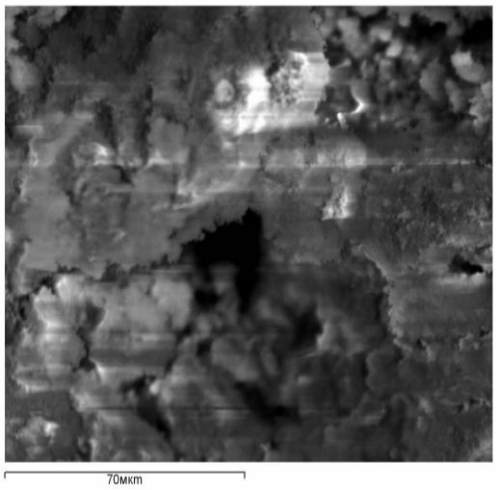
Сорбция изотермасының сипаты БЭТ жіктемесіне сәйкес микропор сорбентінде басым болуын куәландырады [42]. Сорбенттегі макропорлардың салыстырмалы саны шамалы болып көрінеді, өйткені сорбция изотермасының қисығында иілу және қанығудың екінші сатысы жоқ, бұл Сорбент құрылымында микро - және макропорлардың болуының негізгі белгісі болып табылады.

Сорбция изотермасы қисығының сипатын талдау негізінде жасалған синтезделген сорбенттердің құрылымы туралы болжамдар зерттелетін кеуекті алюмосиликополифосфаттар бетінің электронды микроскопиялық суреттерімен расталады (19-20 сурет). Шынында да, сорбенттердің негізгі бөлігі 0,5-тен 1,0 микрометрге дейінгі микропорлары бар тығыз құрылым (19-сурет), онда кейде 10-дан 30 микрометрге дейінгі өлшемдері бар макропорлар кездеседі (20-сурет).

Осылайша, ерігіштігі төмен, кеуектілігі реттелетін және жоғары сорбциялық сыйымдылығы бар алюмосиликофосфаттар негізінде кеуекті материалдарды синтездеу мүмкіндігі көрсетілген. Әзірленген сорбенттер, оларды қолдану технологиясының оңтайлы жағдайларын ескере отырып, ерітінділерден темір катиондарының толық алынуын қамтамасыз етеді.



19 Сурет - Алюмосиликополифосфатты Сорбент бетінің электронды-микроскопиялық суреті



20 Сурет - Алюминосиликополифосфатты сорбент бетінің электронды-микроскопиялық суреті

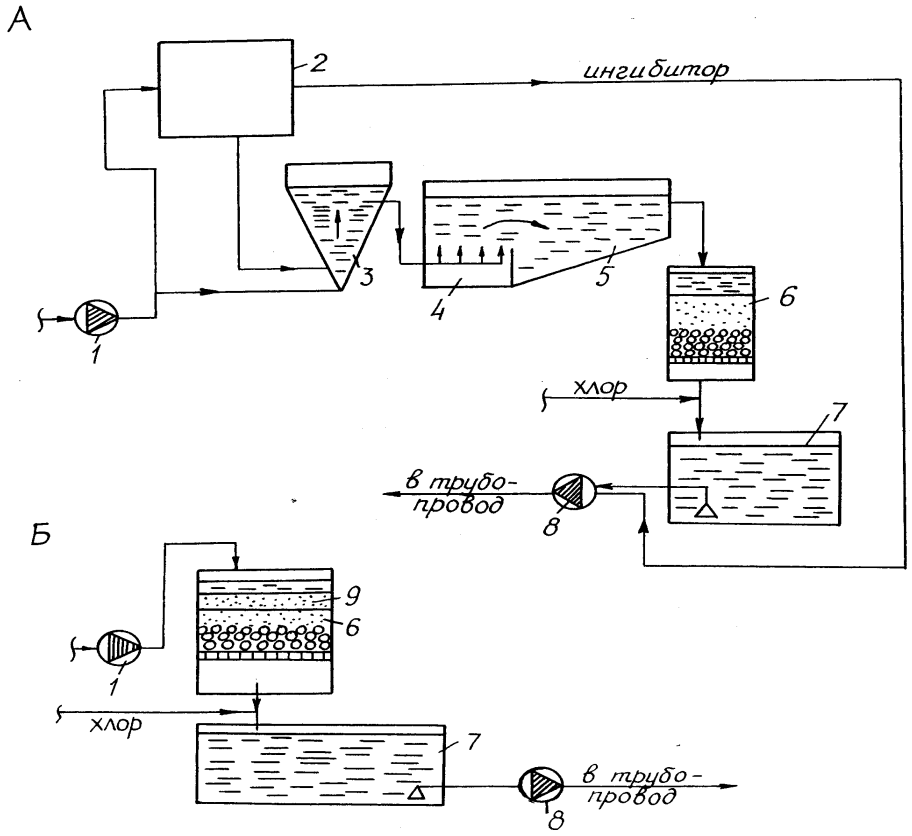
3.4 Суды тазарту мен өңдеудің технологиялық схемасын ұсыну

Жүргізілген зерттеулер негізінде әзірленетін сорбенттер Су дайындау практикасында пайдаланылуы мүмкін. Қолданыстағы су тазарту қондырғыларында су тазарту технологиясы классикалық болып саналады, оның схемасы 21-суретте көрсетілген, А *1*-ші көтергіш сорғылардан өңделген су *3* араластырғышқа түседі, мұнда *2* реагент цехынан химиялық реагенттердің ерітінділері (коагулянт және т. б.) беріледі. Реагенттерді араластырғыштағы сумен араластырғаннан кейін су қабыршақты қалыптастыру камерасына түседі *4*. Мұнда коллоидты және тоқтатылған бөлшектердің үлкен, тез өсетін қабыршақтарға агломерациясы жүреді. Камерадан хлопьеобразования су ауысады тұндырғыш *5*, мұнда осаждается

негізгі массасы ұлпа жүзгін. Тұндырғыштан кейін су *6* сүзгіден өтеді, онда суспензияның барлық бөлшектері Тұндырғышта тұруға уақыт жоқ. Тазартылған су зарарсыздандыру үшін хлорланады және *7*-ші таза су резервуарына жіберіледі, ол жерден *8*-ші көтерілімдегі сорғымен су тегеурінді бактарға және тұтынушылардың таратушы желісіне айдалады.

Алюмосиликофосфатты сорбенттерді осы технологиялық схемада суды тоқтатылған және коллоидты заттардан, сондай – ақ темір катиондарынан және поливалентті металдардың басқа катиондарынан тазарту үшін сүзгі материалы ретінде пайдалануға болады.

Жоғарыда айтылғандардың барлығы суды тазартудың келесі схемалық схемасын ұсынуға мүмкіндік береді (21-сурет, Б). *1*-ші көтеру сорғыларынан су *9*-шы жуу сүзгісіне түседі, ол модификацияланған құм сүзгісі болып табылады, оның түйіршікті жүктемесіне ұсақ дисперсті сорбент енгізіледі, бұл бір аппаратта механикалық қоспалардан тазартуды және поливалентті металл катиондарынан сорбциялық тазартуды біріктіруге мүмкіндік береді.



1-I көтеру сорғысы; 2 – реагент цехы; 3 – араластырғыш; 4 – қабыршақты қалыптастыру камерасы; 5 – тұндырғыш; 6 – құмды сүзгі; 7 – таза су ыдысы; 8-II көтеру сорғысы; 9 – адсорбенті бар жуу сүзгісі.

21 Сурет - Суды тазарту мен өңдеудің технологиялық схемасы: А-дәстүрлі, Б-ұсынылған.

Ұсынылған схемалық схема табиғи және өнеркәсіптік суларды тазарту технологиясын жеңілдетуге және су тазарту қондырғыларының жабдықтарынан тұндырғыштарды, Араластырғыштарды, байланыс және қызмет көрсету персоналы бар қабыршақты камераларды алып тастауға мүмкіндік береді. Нәтижесінде күрделі және өндірістік шығындарды азайту, электр энергиясын үнемдеу, су тазарту жабдықтарының нақты өнімділігін арттыру арқылы айтарлықтай экономикалық нәтижеге қол жеткізуге болады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жүргізілген зерттеулер негізінде келесі қысқаша қорытынды жасауға болады:

Заманауи инструменталды әдістер көмегімен сорбцияға қабілетті материалдар алынды, синтезделген өнімнің ерігіштігі зерттелді, сонымен қатар кеуектіліктің жалпы көлемі анықталды. Сорбция процесі зертелініп тәжірибелердің қорытындысы жасалды.

Тиімді сорбенттерді алудың оңтайлы құрамы мен шарттарын қарастыруға болады: Al_2O_3/P_2O_5=0,66 алюминосиликофосфаттары үшін және тұндыру pH 5,0, алюмополифосфаттар үшін Al_2O_3/P_2O_5 = 1,18 және тұндыру pH 5,0.

Кеуекті алюмосиликополифосфаттардың оңтайлы құрамын компоненттердің келесі коэффициенттері бойынша алынған өнімдер ретінде қарастырған жөн: Al_2O_3:SiO_2 = 0,75 элемент 1,00, Al_2O_3:P_2O_5 = 0,66. 20 °C кезінде осы сорбенттердің ерігіштігі ең аз және 1% қатынастан аспайды, ал кеуектіліктің жалпы көлемі максималды және 1,5 см 1,6 сантиметр^3/граммды құрайды.

Сорбциялау қасиетіне байланысты сорбенттің оңтайлы мөлшерін 1,5 су 2,0 грамм деп есептеген жөн, өйткені сорбент массасының одан әрі ұлғаюы ерітінділерден темір катиондарын алу дәрежесінің өсуіне әкелмейді. Темір катиондарын алюмофосфатты сорбентпен алудың ең жоғары дәрежесіне pH 6,0 кезінде қол жеткізіледі. Ерітіндінің pH-нің одан әрі жоғарылауы сорбцияның тиімділігін екі есе төмендетеді. Сонымен, алынған және зерттелген алюмосиликофосфаттар тиімді деп танылды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Djordje S., Jasna H., Matjaz M., Nevenka R. On the zinc sorption by the Serbian natural clinoptilolite and the disinfecting ability and phosphate affinity of the exhausted sorbent //J. Haz. Mat.-2010.- Vol.115, №3. -P.1-8.

2 Ansari M.I., Malik A. Biosorption of nickel and cadmium by metal resistant bacterial isolates from agricultural soil irrigated with industrial wastewater // Bioresource Technol. – 2007. – Vol. 98. – P. 3149–3153.

3 Kim K.H., Keller A.A., Yang J.K. Removal of heavy metals from aqueous solution using a novel composite of recycled materials // Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects – 2013. – Vol. 425. – P. 6– 14.

4 Серпокрылов Н.С., Вильсон Е.В., Гетманцев С.В., Марочкин А.А. Экология очисткисточных вод физико-химическими методами. М.:Ассоциация строительных вузов, 2009. 261 с.

5 Justi K.C., Laranjeira M.C.M., Neves A., Mangrich A.S., Favere V.T. Chitosan functionalized with 2[-bis-(pyridylmethyl) aminomethyl]4-methyl-6-formyl-phenol: equilibrium and kinetics of copper (II) adsorption // Polymer. – 2004. – Vol. 45, № 18. – P. 6285–6290.

6 Новый справочник химика и технолога. В 2 ч. Ч. I. Аналитическая химия /Ю.А.Барбалат [и др.]; под общ. ред. проф., д.х.н. И.П.Калинкина. - СПб.: Мир и Семья, 2002. - 964 с.

7 Новый справочник химика и технолога. В 2 ч. Ч. II: Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ / С.А. Апостолов [и др.], под общ. Ред.проф., д.т.н. Ю.В. Поконовой и проф., д.т.н. В.И. Страхова. - СПб.: Профессионал, 2007. - 1142 с.

8 Qu, R. Adsorption of Au(III) from aqueous solution using cotton fiber/chitosan composite adsorbents / R Qu [et al.] // Hydrometallurgy. - 2009. - 100. - P. 65-71.

9 Шилина, А.С. Сорбционная очистка природных и промышленных вод от катионов тяжелых металлов и радионуклидов новым типом высокотемпературного алюмосиликатного адсорбента / А.С. Шилина, В.К. Милинчук // Сорбционные и хроматограф физические процессы. - 2010. - Т. 10. - Вып. 2. - С. 237-245.

10 Bishop A. Doped transition metal oxides: networks of local distortions correlated by elastic fields // Journal of Physics and Chemistry of Solids. - 2004. Vol. 65, № 8-9. - P. 1449-1454.

11 Cahyaningrum S.-E., Narsito, Santoso S.-J., Agustini R. Adsorption of Cu(II) Metal Ion from Aqueous Solution Using Chitosan Nano-Bead // Material of Third Nanoscience and Nanotechnology Symposium. - Bandung (Indonesia), 2010. – P. 203-207.

12 Бектуров А.Б., Литвиненко В.И., Арынов К.Т., Урекешева С.М., Горинская В.С. Изучение процесса получения триполифосфата натрия из шламовой фосфорной кислоты // Физико-химические исследования фосфат-, силикат, ртутьсодержащих систем: сб. научн. тр. - Алматы, 1985. - С.157-188.

13 Miculescu, F.; Maidaniuc, A.; Voicu, S.I.; Thakur, V.K.; Stan, G.E.; Ciocan, L.T. Progress in Hydroxyapatite–Starch Based Sustainable Biomaterials for Biomedical Bone Substitution Applications. ACS Sustain. Chem. Eng. 2017, 5, 8491–8512.

14 Abollino, O. Adsorption of heavy metals on Na-montmorillonite. Effect of pH and organic substances / O. Abollino [et al.] // Water Research. - 37 (2003) - P. 1619-1627.

15 Myroslav Sprynskyy. Solid–liquid–solid extraction of heavy metals (Cr, Cu, Cd, Ni and Pb) in aqueous systems of zeolite–sewage sludge //Journal of Hazardous Materials. 2009. V. 161, I. 2–3. P. 1377–1383.

16 Livage J. Vanadium Pentoxide Gels // Chem. Mater. - 1991. - Vol. 3, № 4. - P. 578–593.

17 Клячков В.А., Апельцин И.Э. Очистка природных вод. – М.: Стройиздат, 1971. – 579 с.

18 Сендеров Э.Э., Хитаров Н.И. Цеолиты, их синтез и условия образования в природе. – М.: Химия, 1970.

19 Иванов А.В., Вакштейн М.С., Хасанова Е.М., Чернышев И.А., Януль Н.Ю. Сорбция ионов переходных металлов и свинца на карбоксиметилцеллюлозном сорбенте СМ-52 // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 2. Химия. - 2003. - Т. 44, № 6. – С.412-416.

20 Лупейко Т. Г., Баян Е. М., Горбунов М. О. Использование карбонатсодержащего техногенного отхода для очистки водных растворов от ионов цинка (II) // Журнал прикладной химии. 2005. Т. 78, № 9. С. 1482–1486.

21 Мешкова И.Н., Никашина В.А., Гринев В.Г., Ушакова Т.М., Серова И.Б., Кудинова О.И., Ладыгина Т.А., Новокшонова Л.А. Органоминеральный сорбент на основе цеолита и способ его получения. Патент RU 2 287857 C1. Заявлено 03.08.2005 г. Опубликовано 10.10.2006 г. бюл. № 28.

22 Dongre R., Thakur M., Ghugal D., Meshram J. Bromine pretreated chitosan for adsorption of lead (II) from water // Bull. Mater. Sci. – 2012. - Vol. 35, № 5. - P. 875-884.

23 Alexander A. P., Christos D.T. Lead (II) retention by Alfisol and clinoptilolite: cation balance and pH effect //Geoderma.-2003.- Vol.115, №3. - P.303-312

24 Northcote, D.H. Chemistry of the Plant Cell Wall. Annu. Rev. Plant Physiol. 1972, 23, 113–132.

25 Дистанов У.Г., Михайлов А.С. Природные сорбенты СССР: 1990 – 168 с.

26 Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. М.: Химия, 1989. 512 с

27 Wing R.E. Dissolved heavy metal removal by insoluble starch xanthate (ICX) // Environ. Progr. 1983. V. 2, № 4. P. 269–272.

28 Zalloum H.M., Al-Qodah Z., Mubarak M.S., Copper adsorption on chitosan-derived Schiff bases // Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure and Applied Chemistry. – 2009. – Vol. 46. – P. 46-57

29 Stevic I., Parmar N., Paredes N., Berry L.R., Chan A.K.C. Binding of Heparin to Metals // Cell Biochem Biophys. – 2011. – Vol. 59. – P. 171–178.

30 Татаева С.Д., Ахмедов С.А., Гамзаева У.Г. Сорбция меди (II) на анионитах симмобилизованной формазановой группировкой // Сорбционные и хроматографические процессы. 2005. Т.5. Вып.5. С.696-703.

31 Аширов А. Ионообменная очистка сточных вод, растворов и газов. Л.: Химия,1983. 295 с.

32 Горелов И.С., Горелова Е.И Патент РФ №102195 Фильтрующий материал и фильтр для очистки воды – Опубл. В Бюл. №5, 2011.

33 Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия. 1984. 448 с.

34 Герасимов Я.Н., Древинг В.П., Еремин Е.Н. Курс физической химии. Т.1. Учеб.пособие. – 2-е изд.; испр. / Под общ. ред. Я.И. Герасимова. М.: Химия. 1970.592 с.

35 Якубов Х.М., Оффенгенден Е.Я., Пальчевский В.Б. Влияние температуры на гидроксильное комплексообразование трехвалентного железа. Комплексообразование в окислительно-восстановительных системах. Душанбе, 1972, с.52-59.

36 Vijayaraghavan. K. Yeoung-Sang Yun. Bacterial biosorbents and biosorption // Biotechnology Advances. – 2008. – N 26.– P. 266–291.

37 Каравайко Г.И., Росси Дж., Агате А., Груднев С., АвакянЗ.А. Биогеотехнология металлов // Практическое руководство.– М: Внешторгиздат, 1989. – С. 51-54.

38 Лундин, А.Б. Химическое осаждение из растворов на поверхности стекла пленоксульфида и селенида свинца: дис. … канд. хим. наук: 02.00.04 /Лундин Александр Борисович. - Свердловск, 1967. - 133 с

39 Самсонов, Г.В. Сульфиды / Г.В. Самсонов, С.В. Дроздова. - М.: Металлургия, 1972.- 304 с.

40 Пимнева, Л.А. Получение сложного оксида термолизом сульфокатионита КУ-2×8 / Л.А.Пимнева // Современные наукоемкие технологии. - 2006. - № 2 - С. 52-53.

41 Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю.Г. Фролов. - М.: Альянс, 2004. - 463 с.

42 Веницианов, Е.В. Динамика сорбции из жидких сред / Е.В. Веницианов, Р.Н. Рубинштейн. - М.: Наука, 1983. - 238 с.