

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Химиялық және биологиялық технологиялар институты

Химиялық процесстер және өнеркәсіптік экология кафедрасы

САЙЛАУБАЙ С. Е.

Таған сорбент негізінде орғано-бейорганикалық сорбенттерді синтездеу және оларды әртүрлі рН орталарда сорбциялық қасиеттерін зерттеу

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

6М072000 - Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Химиялық және биологиялық технологиялар институты

ӘОЖ 544.723 621.744

Қолжазба құқығында

Сайлаубай Седеп Еркінбайқызы

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін дайындалған

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация атауы Таған сорбент негізінде орғано-бейорганикалық сорбенттерді синтездеу және оларды әртүрлі рН орталарда сорбциялық қасиеттерін зерттеу

Дайындау бағыты 6М072000 - Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы

Ғылыми жетекші,
Ph.D, сеньор-лектор
(ғылыми дәрежесі, атауы)

Мырзахметова Б.Б.

Қолы

Аты жөні

Пікір беруші,
хим.ғыл.канд., ассоц.профессор
(ғылыми дәрежесі, атауы)

Чугунова Н. И.

Қолы

Аты жөні

Норма бақылаушы,
Ph.D, сеньор-лектор
(ғылыми дәрежесі, атауы)

Мырзахметова Б.Б.

Қолы

Аты жөні

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Химиялық процесстер және өнеркәсіптік экология»
кафедрасының меңгерушісі
тех. ғыл. канд., доцент

Кубекова Ш. Н.

Қолы

Аты жөні

“10” тамыз 2020 ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Химиялық және биологиялық технологиялар институты

Химиялық процесстер және өнеркәсіптік экология кафедрасы

6М072000 - Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

тех. ғыл. канд., доцент

 Кубекова Ш. Н.

«10» тамыз 2020 ж.

**Магистрлік диссертация орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Сайлаубай Седеп Еркінбайқызы

Тақырыбы: Таған сорбент негізінде орғано-бейорганикалық сорбенттерді синтездеу және оларды әртүрлі рН орталарда сорбциялық қасиеттерін зерттеу

Университет Ректорының 2018 жылғы « 31 » 10 № 1226-м бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмыстың тапсыру мерзімі 2020 жылғы « 6 » тамыз

Магистрлік диссертацияның бастапқы берілістері: ғылыми – техникалық әдебиеттерге шолу және практика тәжірибелерінің қорытындылары

Магистрлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі

а) ағынды суды ауыр металл иондарынан тазарту;

б) тәжірибелік бөлімде табиғи монтмориллониттің марганец, кобальт, никель және ванадий катионы қатысында сорбциялық қасиетін зерттеу

в) Ағынды суларды ауыр металдар катиондарынан тазартудың аз қалдықты технологиясын әзірлеу

Сызба материалдар 19 слайдта көрсетілген

Ұсынылған негізгі әдебиет 50 әдебиеттен кем емес

1 Сомин В.А., Комарова Л.Ф. Использование сорбента на основе бентонитовых глин и древесных опилок для воды от соединений металлов // Ползуновский вестник. -2009. - №3. - С. 356-360.

2 Каныгина, О. Н. К вопросу о сорбционной очистке воды монтмориллонит содержащей глиной / О.Н. Каныгина, А. Г. Четверикова, А. Д. Стрекаловская, О. В. К Варламова // Вестник ОГУ. – 2014. – № 9 (170). – С. 161-163.

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	04.03.2019	Орындалды
Диссертация тақырыбына байланысты зерттеу әдістерін өңдеу. Тәжірибелік бөлім.	16.09.2019	Орындалды
Магистерлік диссертацияны баспаға дайындау	10.02.2020	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
Тәжірибелік бөлім	Ph.D, сеньор - лектор Мырзахметова Б.Б.	10.02.2020	
Норма бақылау	Ph.D, сеньор - лектор Мырзахметова Б.Б.	20.07.2020	

Ғылыми жетекші



(қолы)

Б.Б. Мырзахметова

(аты-жөні)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



(қолы)

С. Е. Сайлаубай

(аты-жөні)

Күні

« 31 » қазан 2018ж

АНДАТПА

Бұл магистрлік диссертацияда сулы ортада табиғи монтмориλλονитпен Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} және V^{4+} катиондарын сорбциялау үрдісіне оңтайлы жағдайларды анықтау арқылы, зерттеліп отырған факторлардың (τ , мин, $T^{\circ}C$, pH, C_{me}) өзара әсер етуінің заңдылықтарын қарастыру. Моно катиондар мен көп компонентті катиондар сорбциясының арасында белсенділігін анықтау.

Магистрлік диссертацияның тақырыбы: «Таған сорбент негізінде органо-бейорганикалық сорбенттерді синтездеу және оларды әртүрлі pH орталарда сорбциялық қасиеттерін зерттеу».

Ауыр металл катиондарының қоршаған ортаға артық мөлшерінің таралуы, ауыр металл иондары тірі ағзаларға кері әсерін тигізетіні сөзсіз. Сондықтан да олардың қасиетін зерттей отырып, қоршаған ортаны тазарту жолдарын іздеп қарастыру қазіргі таңда өзекті мәселеге айналып отыр.

Адамзат қоғамында суды тазарту үшін қолданылатын сорбенттер табиғи сазды минералдар болып саналады. Соңғы кездерде тамақ және ағынды суды тазарту үшін ең негізгі сорбент ретінде монтмориλλονитті қолданады, бұл сорбент қол жетімді және тиімді сазды минерал болып табылады.

Құрылымы мен көлемі. Диссертацияның жалпы көлемі 67 беттен тұрады, онда 24 кесте, 23 сурет, 57 пайдаланылған әдебиеттер тізімі бар. Магистрлік диссертацияның мазмұны кіріспеден (3 бет), әдебиетке шолу (9 бет), зерттеу материалы мен әдістемесінен (10 бет), зерттеу нәтижелерінен (26 бет) және қорытындыдан тұрады.

АННОТАЦИЯ

В данной магистерской диссертации рассматриваются закономерности взаимодействия исследуемых факторов (τ , мин, $T^{\circ}\text{C}$, pH, C_{Me}) с определением оптимальных условий процесса сорбции катионов Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} и V^{4+} с природным монтмориллонитом в водной среде. Определение активности между моно катионами и сорбцией многокомпонентных катионов.

Тема магистерской диссертации: «Синтез органо-неорганических сорбентов, основанных на Таганских сорбентах и исследование их сорбционных свойств в различных средах pH».

Очевидно, что распространение избыточного количества катионов тяжелых металлов на окружающую среду, ионов тяжелых металлов отрицательно влияют на живые организмы. Поэтому изучение их свойств и поиск путей очистки окружающей среды в настоящее время является актуальной проблемой.

Сорбенты, используемые для очистки воды в человеческом обществе, являются природными глинистыми минералами. В последнее время для очистки пищи и сточных вод в качестве основного сорбента используется монтмориллонит, который является доступным и эффективным глинистым минералом.

Структура и объем. Общий объем диссертации составляет 67 страниц, в том числе 24 таблиц, 23 рисунка, 57 список использованной литературы. Содержание магистерской диссертации состоит из введения (3 стр.), обзора литературы (9 стр.), материала и методики исследования (10 стр.), результатов исследования (26 стр.) и заключения.

ANNOTATION

This master's thesis examines the regularities of interaction of the studied factors (τ , min, $T^{\circ}\text{C}$, pH, C_{Mc}) with the determination of optimal conditions for the sorption of Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} and V^{4+} cations with natural montmorillonite in the aquatic environment. Determination of activity between Mono cations and sorption of multicomponent cations.

Topic of the master's thesis: «Synthesis of organo-inorganic sorbents based on sorbents of Tagan and research their solbent properties in various pH environments».

It is obvious that the spread of excessive amounts of heavy metal cations to the environment and heavy metal ions negatively affect living organisms. Therefore, the study of their properties and the search for ways to clean the environment is currently an urgent problem.

Sorbents used for water purification in human society are natural clay minerals. Recently, montmorillonite, which is an affordable and effective clay mineral, has been used as the main sorbent for food and wastewater treatment.

Structure and volume. The total volume of the dissertation is 67 pages, including 24 tables, 23 figures, 57 references. The content of the master's thesis consists of an introduction (3 pages), a review of the literature (9 pages), research material and methodology (10 pages), research results (26 pages) and conclusion.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	10
1 Әдебиеттік шолу	
1.1 Қазіргі таңдағы дүние жүзілік проблемалардың бірі ағынды суларды тазалаудың зерттелу тенденциясы	13
1.2 Таған сорбентіне жалпы сипаттама	17
1.3 Монтмориллонит туралы қысқаша мәліметтер	19
1.4 Сулы ортаны табиғи бентонитпен тазалау	20
1.5 Гуар камедінің физика-химиялық және сорбциялық қасиеттері	21
1.6 Табиғи бентониттің модификациясы	22
2 Тәжірибелік бөлім	23
2.1 Бастапқы материалдар мен зерттеу нысандарының сипаттамасы	23
2.2 Бентониттің сынама үлгілерін талдау	24
2.3 Монтмориллониттің кеуекті құрылымын және оның параметрлерін анықтау әдістері.	25
2.3.1 Табиғи монтмориллониттің құрылымын зерттеу	25
2.3.2 Гуарлық камедімен модификациялау кезіндегі монтмориллониттің құрамына талдау	27
2.4 Эксперименттерді жүргізу әдістемесі	32
2.5 Ауыр металл иондарының сорбциялық дәрежесін есептеу	32
3 Нәтижелер мен оларды талқылау	34
3.1 Монтмориллониттің марганец (II), кобальт (II), никель (II) және ванадий (II) катиондарына қатысты сорбциялық қабілетіне оның мөлшерінің әсер етуі	34
3.2 Марганец (II), кобальт (II), никель (II) және ванадий (IV) катиондарының табиғи монтмориллонитпен сорбциялануына уақыттың әсері	35
3.3 Температураға байланысты марганец, кобальт, никель және ванадий катиондарының монтмориллонитпен сорбциялануы	37
3.4 Монтмориллониттің сорбциялық қабілетіне марганец (II), кобальт (II), никель (II) және ванадий (IV) катиондары концентрациясының әсері	38
3.5 Монтмориллонитпен марганец, кобальт, никель және ванадий катиондарының сорбциялануына pH - тың әсері	39
3.6 Табиғи монтмориллонитті марганец, кобальт, никель және ванадий катиондарын сорбциялағанға дейінгі және одан кейінгі физика - химиялық зерттеу	40
3.7 « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесінде сулы ортада марганец (II), кобальт (II), никель (II) және ванадий (II) катиондарынан сорбциялық тазалау процесінде уақыттың әсері	44
3.8 Температураға байланысты « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ – монтмориллонит» жүйесінде сулы ортада марганец (II), кобальт (II), никель (II) және ванадий (II) катиондарының сорбциясы	45
3.9 Монтмориллониттің марганец (II), кобальт (II), никель (II) және	

ванадий (IV) катиондарына қатысты « $\text{Mn}^{2+} - \text{Co}^{2+} - \text{Ni}^{2+} - \text{V}^{4+} - \text{H}_2\text{O}$ – монтмориллонит» жүйесінде сорбциялық қабілетіне оның мөлшерінің әсер етуі	46
3.10 Концентрацияға байланысты « $\text{Mn}^{2+} - \text{Co}^{2+} - \text{Ni}^{2+} - \text{V}^{4+} - \text{H}_2\text{O}$ – монтмориллонит» жүйесіндегі ауыр металл катиондарының табиғи бентонитпен сорбциялануы	47
3.11 Төрт компонентті жүйені табиғи монтмориллонитпен сорбциялағанда марганец, кобальт, никель және ванадий катиондарын сорбциялағанға дейінгі және одан кейінгі физика - химиялық зерттеу	51
4 Сулы ортадағы марганец, кобальт, никель және ванадий тұздарына қатысты модификацияланған монтмориллониттің сорбциялық қабілеті	53
4.1 Модификацияланған монтмориллониттің сорбциялық қабілетіне ванадий катионы концентрациясының әсері	53
4.2 Ванадий (IV) катионының модификацияланған монтмориллонитпен сорбциялануына уақыттың әсері	54
4.3 Модификацияланған монтмориллониттің ванадий (IV) катионына қатысты сорбциялық қабілетіне оның мөлшерінің әсер етуі	55
4.4 « $\text{Mn}^{2+} - \text{Co}^{2+} - \text{Ni}^{2+} - \text{H}_2\text{O}$ – модификацияланған монтмориллонит» жүйесіндегі ауыр металл катионына қатысты сорбциялық қабілетіне оның мөлшерінің әсер етуі	56
5 Ағынды суларды ауыр металдар катиондарынан тазартудың аз қалдықты технологиясын әзірлеу	57
5.1 Ағынды суды тазалаудың оңтайлы шарттары және сорбентті процесте қайта қолдану еселігі	57
5.2 Ластанған суды тазалаудың принципіалды сызба – нұсқасы	59
Қорытынды	61
Нормативтік сілтемелер	62
Анықтамалар және қысқартулар	63
Пайдаланған әдебиеттер	64

КІРІСПЕ

Жұмыстың өзектілігі

Бүгінгі таңда ағын сулардың ауыр металдардан тазартылу мәселесі өзекті болып отыр. Жер үсті және жер асты су көздеріндегі су сапасының нашарлауы және халықтың ауыз су қажеттілігіне берілетін суға қойылатын талаптардың артуы оны тазарту әдістерін жетілдіру мүмкіндігін іздеуге мәжбүр етеді [1]. Су факторы адамның салауатты өмір сүру ортасын қалыптастыруда маңызды рөл атқарады. Оның тікелей немесе жанама әсеріне халықтың өмірі мен денсаулығы тәуелді. Қала халқын қамтамасыз ету үшін ауыз судың негізгі санын өзендерден және басқа да табиғи су айдындарынан алады. Антропогендік әсерге байланысты жер үсті су көздерінің көпшілігі ластанған болып табылады. Өнеркәсіптік және нөсер ағындарының төгілуі нәтижесінде су қоймаларының суында ауыр металдар пайда болады. Бұл ретте, әңгіме белгіленген нормативтердің (ШРК) айтарлықтай асып кетуі туралы болып отыр. Егер ауыр металдардың қоршаған ортаға таралуы белгіленген санитарлық мөлшерден асып кетсе, адамдарға, жан-жануарларға, өсімдіктерге ауыр металл иондары кері әсерін тигізетін болады [1].

Судың құрамындағы ауыр металдар судағы компоненттермен әрекеттесе отырып, оксигидраттар, ионды булар, гидратталған иондар, комплексті бейорганикалық және органикалық қосылыстар тәрізді зиянды қосылыстар түзе бастайды. Сондықтан да ауыр металдарды бөліп алу үшін сорбциялық қабілеті жоғары сорбенттерді таңдай білу керек, ағынды суларды ауыр металдардан қауіпсіз әрі тиімді тазарту үшін әртүрлі әдістер қолданылатынын да білеміз, мысалы сұйықтықтық экстракция әдісі, ион алмасу әдісі, сұйық мембрана әдісі, кері осмос әдістері, нанофльтрация әдісі, гибриді процестерге негізделген мембраналық әдіс және түрлі сорбенттермен адсорбциялау тәсілдері кездеседі [7]. Айтылған әдістердің ішінен, ең тиімді әдіс ретінде, әрі қарапайымдығымен ерекшеленетін бұл адсорбция әдісі. Сорбциялық әдіс өте қарапайым және экономикалық жағынан тиімді болып саналады, бұл үрдісте сорбент ретінде монтмориллонитті алуға болады, себебі ол өте арзан және қол жетімді [9]. Шығыс Қазақстанда бентонитті саз балшықтардың бірнеше кен орындары бар. Зайсан ойпатындағы Қандысу өзенінің бір тармағы болып саналатын Таған өлкесі. Бұл – Шығыс өңірінің Тарбағатай ауданына қарасты Жаңажол ауылы аумағында. Осы жерден табылған сазды минералдың бірі – монтмориллонит. Бұл минералдың басты ерекшеліктері – кеуектілігі және механикалық беріктігі, жоғары сорбциялық сыйымдылығы, жоғары адсорбционды қасиеті және катионға арналған қолайлы сорбциялық қабілеті бар [9].

Жұмыстың мақсаты

Таған кен орнының табиғи бентонитімен ауыр металл иондарының сорбция процестерін зерттеу, сорбциялық қасиеттерін арттыру үшін табиғи полисахаридпен оның модификациясын зерттеу және ауыр металл тұздарының сорбенттермен өзара әрекеттесу процесінің болжамды химизм ерекшеліктерін анықтау болып табылады.

Зерттеу нысандары

Зерттеу нысаны ретінде Таған кен орнының бентониті – монтмориillonит (Шығыс Қазақстан) және Монтмориillonит үшін модификатор – Гуар камеді, сонымен қатар ауыр металл тұздары: марганец (II), кобальт (II), никель (II) және ванадий (IV) сульфаттары алынды.

Зерттеу пәні

Ластанған су құрамындағы Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} және V^{4+} иондарын табиғи және модификацияланған монтмориillonитпен сорбциялаудың заңдылықтары мен ерекшеліктерін зерттеу және оны тазартудың сорбциялық технологиялық схемасын жасау болып табылады.

Жұмыстың міндеттері:

- процестің бірқатар факторлары (τ , мин.; C, Қ:С, рН) әсерін зерттеу, марганец (II), кобальт (II), никель (II) катиондарына және ванадий (IV) катиондарына қатысты табиғи монтмориillonиттің сорбциялық қасиеттеріне зерттеу;
- гуар камедін бентонитпен бірге түрлі әдістерін алу және сорбенттердің сорбциялық сипаттамаларын зерттеу;
- Модификацияланған бентонитті Mn (II), Co (II), Ni (II) және V (IV) катиондарының сорбция процесіне қолданып зерттеу;
- катион табиғатының модификацияланған бентониттің сорбциялық қабілетіне әсерін анықтау.

Метрологиялық қамтамасыз етілуі.

Жұмысты орындау үшін қазіргі заманғы аспаптар мен аппаратура, негізгі және қосалқы жабдықтар, сондай-ақ технологиялық жұмыстарды жүргізу үшін қажетті бірқатар қондырғылар бар. Барлық аспап-аппаратуралар тиісті стандарттар талаптарына сәйкес келеді. МЕМСТ, реактивтер және сертификатталған талдау әдістері мен әдістемелері бар. Эксперименттер жүргізу үшін пайдаланылатын аппаратура метрологиялық бақылау органдарымен сертификатталған.

Зерттеудің жаңалығы ауыр металдардың сорбция процесінің жалпы заңдылықтарын, катион табиғатының табиғи және модификацияланған гуарлы камедпен бентониттің сорбциялық қабілетіне әсерін белгілеуден және сорбентпен алынған сорбция механизмін белгілеуден тұрады.

- моно катиондардың сорбциясына марганец (II), кобальт (II), никель (II) катиондарына және ванадий (IV) катиондарының жүйелі талдауы бойынша сорбциялық белсенділік анықталды: $Ni > Mn > Co > V$;
- көп компонентті катиондар сорбциясына, яғни сорбциялық иондардың бірге болу жағдайында сорбциялық белсенділік: $Ni = Mn = Co > V$.

Зерттеудің практикалық маңыздылығы.

Қолжетімді және арзан табиғи шикізаттан қымбат емес отандық сорбенттерді алу (Таған кен орнының бентониті). Таған кен орнының табиғи монтмориillonитінің сорбциялық қасиеттеріне жүргізілген талдау оны тиімді сорбент ретінде пайдалану бойынша практикалық ұсыныстар беруге мүмкіндік береді.

Алынған нәтижелерді апробациялау. Орындалған жұмыстың нәтижелері 3 ғылыми басылымда жарық көрді, оның ішінде:

- Томскіде Халықаралық ғылыми конференцияда «Полифункциональные химические материалы и технологии» басылымында;

- Ташкентте I Халықаралық Өзбек-Қазақ Симпозиумы «Актуальные проблемы развития химической науки и промышленности» еңбектер жинағында;

- Сәтбаев оқулары «Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК» еңбегінде.

Диссертацияның құрылымы және көлемі. Диссертация кіріспеден, 5 бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Диссертацияның жалпы көлемі 67 беттен тұрады, онда 24 кесте, 23 сурет, 57 пайдаланылған әдебиеттер тізімі бар.

1 Әдебиеттік шолу

1.1 Қазіргі таңдағы дүние жүзілік проблемалардың бірі ағынды суларды тазалаудың зерттелу тенденциясы

Сарқынды сулардан ауыр металдарды жою мәселесі қазір таңда өзекті мәселелердің бірі. Құрамында ауыр металдар бар қалдық сулар автомобиль және химия өнеркәсібінде, гальваникалық элементтерді құрастыру және металдардың беттерін өңдеу тұсында, электронды өндірісте, былғары зауыттарында және басқа жерлерде пайда болады. Олардың барлығының адам ағзасына және экологиямызға қауіпі өте мол.

Соңғы жылдары биосфераға мұнай өнеркәсібінің дамуы ауыр металдарының түсуімен ағынды суларды қарқынды түрде лаптап жатыр. Ластанған өндірістік ағындардың құрамында Cu, Mn, Ni, V, Co, Pb және басқа да металдар бар, олар организмдерде шоғырлануға қабілетті және адам денсаулығына теріс әсер етеді. Ауыр металдардың жинақталуының айқын әсері бар [1].

Толық тазармаған сулар табиғи су айдындарына түседі, онда ауыр металдар суда және су астында тұнбаларға жиналады да, су екінші рет ластану көзіне айналады. Ауыр металл қоспалары су аймағында жылдам тарала бастайды. Олар ішінара карбонаттар, сульфаттар түрінде тұнбаларға түседі, өз ішінен минералды және органикалық тұнбаларда адсорбцияланады. Соның салдарынан шөгінділердегі ауыр металдардың құрамы үнемі ұлғаяды және ауыр металдар суға түседі, бұл экологиялық дағдарысқа әкеліп соғады [2].

Ауыр металдар тамақ және су арқылы ағзаға жиналады, ол ағзада жинақталып әр түрлі аурулар тудырады. Кейбір металдар аз мөлшерде болса да өмірлік қажетті металдар болып саналады, себебі ағзада зат алмасу үрдісіне қатысады. Бірақ концентрацияларда шегінен асса зиян, сондықтанда оларды тазарту қажет.

Судағы марганецтің шектен тыс мөлшері адам ағзасының көптеген бөлігіне кері әсерін тигізеді. Жүйке жүйесіне әсер еткен кезде аурудың 3 сатысы байқалады. Алғашқы сатысында бас айналып, ұйқы бұзылады, тәбеті жойылып, айналасына ден қоядан қалады.

Марганец, ағзаға түсіп, паренхиматоздық мүшелерде, сүйектер мен бұлшықеттерде жинақталады және ағзадан баяу, көптеген жылдар бойы шығарылады. Әсіресе екі валентті марганец туындысы улы. Олар протоплазмалық ядалар ретінде әрекет етеді, бүйрек, өкпе жағынан ауыр органикалық өзгерістер тудырады.[3]

Ал, табиғи суларға кобальт қосылыстары оларды мыс-мырыш және басқа да кендерден, организмдер мен өсімдіктердің ыдырауы кезінде топырақтан, сондай-ақ металлургия, металл өңдеу және химия зауыттарының сарқынды суларымен сілтілеу процестерінің нәтижесінде түседі. Кобальттың кейбір мөлшері топырақтан өсімдік және жануарлар организмдерінің ыдырауы нәтижесінде түседі.

Табиғи сулардағы кобальт қосылыстары ерітілген және өлшенген күйде болады, олардың арасындағы сандық арақатынасы Судың химиялық құрамымен, температурасы мен рН мәндерімен анықталады. Еритін нысандар негізінен кешенді қосылыстармен, оның ішінде табиғи сулардың органикалық заттарымен берілген. Екі валентті кобальт қосылыстары жер үсті суларына тән. Тотықтырғыштардың қатысуымен үш валентті кобальттың елеулі концентрацияларында болуы мүмкін [4].

Кобальт биологиялық белсенді элементтер қатарына жатады және жануарлар ағзасында және өсімдіктерде үнемі кездеседі. Топырақта оның жеткіліксіз болуына өсімдіктерде кобальттың жеткіліксіз болуы байланысты, бұл малдардағы анемияның дамуына ықпал етеді. В12 витаминінің құрамына кіре отырып, кобальт азотты заттардың түсуіне, хлорофилл мен аскорбин қышқылының өсуіне белсенді әсер етеді, биосинтезді белсендіреді және өсімдіктерде ақуыз азоттың құрамын арттырады. Сонымен қатар кобальт қосылыстарының жоғары концентрациясы улы болып табылады.

Өзенмен ластанбаған және аз ластанған суларда оның құрамы 1 дм³ миллиграммның оннан мыңдық үлесіне дейін, теңіз суындағы орташа құрамы 0,5 мкг/дм³. ШРК 0,1 мг/дм³ –тан аспау керек [4].

Табиғи суларда никельдің болуы су өтетін жыныстардың құрамымен байланысты: ол сульфидті мыс-никель кендері мен темір-никель кендерінің кен орындарында кездеседі. Суға топырақ пен өсімдік және жануарлар ағзалары ыдыраған кезде түседі. Балдырлардың басқа түрлерімен салыстырғанда никельдің жоғары мөлшері көк-жасыл балдырларда анықталған. Никельдің су объектілеріне қосылыстары никельдеу цехтарының, синтетикалық каучук зауыттарының, никель байыту фабрикаларының сарқынды суларымен келіп түседі. Никельдің үлкен шығарындылары қазбалы отынды жағумен бірге жүреді [5].

Оның концентрациясы цианидтер, сульфидтер, карбонаттар немесе гидроксидтер (рН мәндерінің жоғарылауы кезінде) сияқты қосылыстардың шөгінділеріне түсуі нәтижесінде, оның су ағзалары Мен адсорбция процестерін тұтыну есебінен төмендеуі мүмкін.

Жер үсті суларында никель қосылыстары ерітілген, өлшенген және коллоидты күйде болады, олардың арасындағы сандық арақатынасы судың құрамына, температураға және рН мәндеріне байланысты болады. Никель қосылыстарының сорбенттері темір гидроксиді, органикалық заттар, жоғары дисперсті кальций карбонаты, саз болуы мүмкін. Еритін нысандар негізінен аминқышқылдарымен, гуминді және фульвокқышқылдармен, сондай-ақ берік цианидті кешен түрінде кешенді иондар болып табылады. Табиғи суларда никель қосылыстары жиі кездеседі, онда ол тотығу +2 деңгейінде болады. Ni³⁺ қосылыстары әдетте сілтілі ортада пайда болады [5].

Никель қосылыстары катализаторлар бола отырып, қан түзуші процестерде маңызды рөл атқарады. Оның жоғары құрамы жүрек-қантамыр жүйесіне ерекше әсер етеді. Никель канцерогендік элементтер санына жатады.

Ол респираторлық ауруларды тудыруы мүмкін. Никельдің еркін ионы (Ni^{2+}) шамамен 2 есе уытты, оның кешенді қосылыстарына қарағанда[5].

Өзенмен ластанбаған және аз ластанған суларда никель концентрациясы әдетте 0,8-ден 10 мкг/дм³ дейін ауытқиды; ластанған суларда ол 1 дм³-те бірнеше ондаған микрограмманы құрайды. Теңіз суындағы никельдің орташа концентрациясы 2 мкг/дм³, жер асты суларында - 103 мкг / дм³. Құрамында никель бар тау жыныстарын жуатын жер асты суларында никель концентрациясы кейде 20 мг/дм³ дейін өседі.

Су объектілеріндегі никель құрамы лимиттеледі: ШРК — 0,1 мг/дм³ (зияндылықтың лимиттеуші белгісі — жалпы санитарлық), ШРК — 0,01 мг/дм³ (зияндылықтың лимиттеуші белгісі-токсикологиялық).

Ванадий негізінен шашыраңқы күйде болады және темір кендерде, мұнайдарда, асфальттарда, битумдарда, жанғыш тақтатастарда, көмірлерде және т. б. анықталады. Табиғи суларда өте аз концентрацияда кездеседі: 0,2 – 4,5 мкг/дм³ өзендерінің суында, теңіз суында - орташа 2 мкг/дм³.

Суда тұрақты анионды кешендер (V_4O_{12})⁴⁻ и ($\text{V}_{10}\text{O}_{26}$)⁶⁻ құрайды. Ванадий миграциясында оның органикалық заттармен, әсіресе гумус қышқылдарымен ерітілген кешенді қосылыстарының рөлі маңызды.

Ванадийдің жоғары концентрациясы адам денсаулығына зиянды. ШРК ванадий 0,1 мг/дм³ (зияндылықтың лимиттеуші көрсеткіші — санитарлық-токсикологиялық), ШРК – 0,001 мг/дм³ құрайды [6].

Қазіргі таңда адсорбция өндірісте және ғылыми зерттеу салаларында маңызды орын алып отыр. Олардың арасында ең маңыздысы әртүрлі заттардың адсорбциясы, газды және сұйық хроматографияны тазарту, оқшаулау және бөліп алу болып табылады.

Адсорбенттер өз ішінен кеуекті және кеуекті емес болып екіге бөлінеді. Кеуекті емес адсорбенттер олардың нақты беткі қабаты жүзден жүздеген м²/г дейін болуы мүмкін. Физикалық адсорбция кезінде беткі қабаттарында молекулалар арасындағы өзара әрекеттесу нәтижесінде молекулааралық өзара әрекеттесуіне байланысты, бұл кезде жаңа химиялық байланыстар пайда болмайды, керісінше химиялық адсорбция кезінде (хемосорбция), әдетте коваленттік байланыстардың пайда болуымен жүреді [7]. Мұндай зерттеулер адсорбциялық үдерістерін түсінуге және тиімді адсорбенттерді таңдауға және дамытуға мүмкіндік береді. Адсорбция үдерісі кезінде молекулалық және иондық алмасу болуы мүмкін. Су экожүйелерінің басым ластауыштары қатарына ауыр металдар жатады. Ауыр металдар арасында марганец, кадмий, никель, кобальт, қорғасын, ванадий, хром және басқалары, қоршаған ортада жануарлар мен адам денсаулығы үшін өте қауіпті болып табылады. Осыған орай, табиғи және ағынды суды ауыр металдардан тазарту және су объектілеріндегі олардың құрамын бақылаумен қатар маңызды экологиялық талдау жасауды талап етеді. Ағын суларды ауыр металдардан тазарту үшін әртүрлі химиялық әдістер қолданылады [7].

Табиғи сазды минералдар қоғамда суды тазарту үшін негізгі зат болып табылады [8].

Ауыр металдардан суды тазартудың ең тиімді әдісі табиғи сазды материалдарды қолдану арқылы жүргізілетін сорбция әдісі болып табылады [9]. Саз, шымтезек, цеолит, монтмориллонит және көптеген табиғи материалдар, ауыр металдарды жоғары дәрежеде сорбциялауға тырысады, бұл оларды тиімді сорбенттер ретінде пайдалануға зор мүмкіндік береді. Табиғи сорбенттердің құны жасанды сорбенттерге қарағанда салыстырмалы түрде он есе төмен болып келеді. Саз минералдарының ішіндегі ең үлкен сорбциялық сыйымдылық вермикулит пен монтмориллонит (80-150 мг-э/100г), кіші - каолинит (3-15 мг/100 г) [9].

Бұл жұмыста [10] суды тазарту үшін сазды минералдарды пайдалану қарастырылған. Адсорбент ретінде монтмориллонит сазды минералының кальций, магний, темір, хлорид, сульфат және хлор иондарынан тазартуға мүмкіндігі бар екендігі айтылған. Саздың белсенділігіне оның кеуекті құрамының әсері көрсетілген.

Келесі жұмыста [11] сазды минералдардың түрлерін зерттеудің және олардың ағынды суларды тазарту формалары келтірілген. Олардың физикалық-химиялық қасиеттері және табиғи минералдардың ауыр металдарды сорбциялаудың тиімділігі анықталған.

Кварцтан және алюмосиликаттардан, кальцит пен доломиттан тұратын Иорданиядан табылған сорбентпен Zn (II), Pb (II) және Co (II) сулы ерітіндіден тиімді түрде жою жолдары анықталған. Сілтілік титрлеу әдісі қолданылған [12].

Сазды минералдар суды тазарту үшін кеңінен пайдаланылсада, олардың кейбіреулері сорбциялық материалдарға жоғары талапты қажет етеді, соған байланысты табиғи минералдарды модификациялау арқылы жаңа сорбенттерді ойлап табуға жол ашады.

Өртүрлі әдістермен металл иондарын, ағын суларды тазарту мәселелері зерттелініп, айта кету керек солардың ішінен ең қолайлы әдіс адсорбция үдерісі. Соңғы он жылдықта бұл процесс ластанған ағынды сулардың тазартудағы тиімділігі жағынан жоғары әдістердің біріне айналған [13]. Органикалық және бейорганикалық заттардың концентрациясы төмен, сапалы су өндіру үшін пайдаланылатын қайта өңдеу процесі түрінде кеңінен танымал [14]. Адсорбция және ион алмасу әдістері секілді сорбциялық технологиялар қалдық суларды және өнеркәсіптік қалдықтарды тазартуда бірден-бір таптырмайтын әдіс ретінде қарастырылады.

Өнеркәсіп суларынан шыққан ауыр металл иондарынымен ластанған суды тазартуда сәйкес адсорбентті таңдау мәселесі маңызды [15]. Көбінесе ауыр металдарды бөліп алуда арзан, әрі қол жетімді материалдар іздестіріледі.

Әдебиеттерде ауыр металл иондарын жоюдың көптеген әдістері қарастырылған. Активтелген көмір қатысында химиялық тұнбаға түсіру, мембраналы сүзу, ион алмастыру және адсорбция процестері ауыр металл иондарынан тазартуда кеңінен қолданылады [16, 17].

Қалдық суларды тазартуда бәсекеге қабілетті және тиімді процесс адсорбция процесі болып табылады [18]. Өртүрлі кеуекті қатты затты

адсорбент ретінде қолдануға болады, мысалы активтелген көмір, сазды балшықтар және түрлі табиғи сазды минералдар. Кез-келген адсорбенттің маңызды қасиеті – құрылымымен, оның беттік ауданымен және кеуектілігімен байқалады. Активтелген көмірдің ең кең дамыған қасиеті оны көптеген органикалық және бейорганикалық заттар арасында тасымалдаушы сияқты пайдалануға болады. Бір жағынан әрине активтелген көмірді өндіру және регенерациялау процесінің қиындығы жағынан кедергісін туғызады [19].

Сорбенттің арзандығы мен қол жетімділігі ауыр металдарды бөліп алу кезінде қойылатын ең маңызды талап екенін ескерткен жөн. Активтелген торф және сазды минерал [20, 21], хитин және хитозан [22, 23] ауыр металдарды бөліп алу кезінде тиімді сорбент ретінде пайдаланылған, бұл сорбенттер туралы мәліметтер [24] жұмыста көрсетілген.

1.2 Таған сорбентіне жалпы сипаттама

Әр түрлі орталарды ауыр металдардан тазалау мәселесі ион алмастырғыш және сорбциялық қасиеттері, жақсы физикалық-химиялық сипаттамалары, құны төмен табиғи сорбенттермен сорбциялық әдіспен шешіледі [25]. Мұндай талаптарға негізгі минерал монтмориллонит (ММТ) жатады, ішкі беті жоғары дамыған, ісіну қабілеті және химиялық төзімділігі жоғары балшықтар (бентониттер) жатады [26,27].

Бентониттер белсенді адсорбциялық орталықтар орналасқан жоғары тармақталған бетінің арқасында сорбциялық қасиеттерді көрсетеді. [28-30,31]. Сорбцияның тағы бір механизмі - саз бөлшектерінің шетінде Si/O- және Al/O- топтары арқылы атмосфералық комплекстердің пайда болуы [32].

Соңғы жылдары су тазарту тәжірибесінде табиғи қабатты алюмосиликаттар пайдаланылады. Бентониттер, монтмориллониттер, каолиниттер, иллиттер, хлориттер және басқа да сазды минералдар жоғары меншікті бетіне, химиялық және механикалық тұрақтылығына, үстіңгі және құрылымдық сипаттамалардың өзгеруіне және төмен құнына ие [33].

Алайда, уытты ауыр металдарды жою үшін адсорбент ретінде кең таралған, қымбат емес сазды минерал - бентонитті балшықты пайдаланған жөн. Қазақстан Республикасы негізгі минералы монтмориллонит болып табылатын, олардың сорбциялық қасиеттерін анықтайды [35,36]. Бентонитті балшықтар табиғи минералды сорбенттерге жатады, сонымен қатар қабаттарда таза күйінде сирек жатқан, өйткені ілеспе минералдар (бейделлит, гидрослюд, хлориттер, каолинит және т.б.) бар [34].

Ауыр металдар иондары үшін тиімді сорбция сыйымдылығы жоғары синтетикалық ионды катиониттер болып табылатыны белгілі. Алайда Қазақстан Республикасында иониттердің өнеркәсіптік өндірісі жоқ, ал олардың шет елдерден импорты экономикалық жағынан тиімді емес. Балама катиониттермен салыстырғанда айтарлықтай аз, бірақ иониттерден әлдеқайда арзан табиғи

материалдар болуы мүмкін. Дәл осы Шығыс Қазақстанда бентонитті саздың бай шоғыры (Таған кен орны) бар, олар ауыр металл иондарын алу үшін жарамды және оларды өндіру үлкен материалдық шығындарды талап етпейтін, өйткені олардың қол жетімділігі және салыстырмалы төмен құндылығы маңызды фактор болып табылады [37]. Бентонитті саз сілтілі және сілтілі-жер айырмашылықтарына бөлінетін монтмориллонит тобының минералдарынан тұрады. Монтмориллонит тобының минералдары монтмориллонитті және бейделлит сияқты минералдардың кристалдық құрылымы бойынша оларға жақын минералдардың болуымен сипатталатын бентонитті формациялар құрайды, оған минералды бөлшектердің жоғары дисперсиялығы, алмасу кешені және жоғары коллоидтық қасиеттері тән. Бентониттер вулкандық күлдердің ыдырауы нәтижесінде, слюд, хлориттер және жыныс түзетін минералдар өзгергенде, гидротермалдық жағдайларда ағатын процестерде пайда болды. Айырбастау кешенінің құрамына байланысты сілтілік (натрий және кальций-натрий) және сілтілік-жер (кальций, магний-кальций, кальций-магний) бентониттер бөлінеді. Бұл айырмашылық смектиттердің кристалдық құрылысының ерекшеліктерімен байланысты, оның арқасында бентониттер көптеген ерекше қасиеттерге ие, олардың ең құнды ион алмасу қабілеті.[37] Бентонит металдардың катиондарына қатысты жоғары сорбциялық қабілеті бар сазды табиғи минералдарға жатады және улы, оның ішінде радиоактивті қалдықтарды көму орындарында оқшаулағыш кедергілер жасау үшін, сондай-ақ ауыз су және сарқынды суларды тазарту үшін пайдаланылуы мүмкін. Бентонитті сүзгіш материал ретінде пайдалану мүмкіндігін анықтайтын негізгі параметр-сүзгіден кейінгі судағы ауыр металдардың концентрациясы және бентониттің диффузиялық қасиеттері. Әдеби мәліметтер бойынша, бұл сипаттамалар ауыр металдардың ерігіштігіне де, бентониттің сорбциялық қасиеттеріне де байланысты. Катиондардың сорбция механизмдері, әртүрлі байланыстыру орталықтарының рөлі, тиісті реакциялардың тепе-теңдік тұрақтылары туралы әдеби деректер бар. Бұл жұмыстың мақсаты бентонитпен бірнеше ауыр металл иондарының сорбциясын зерттеу болды.

Таған кен орнының бентониті өзінің химиялық құрамы бойынша сілтілік және сілтілік жер деп бөлінеді, яғни алмасу катиондары ретінде натрий және кальций катиондары шығады [38].

Қатпарлы және қатпарлы-таспалы алюмо-темір-магний силикаттары кеңейтілген және қатты құрылымы бар минералдарға бөлінеді. Бірінші (вермикулит және монтмориллонит) бентонит сазының негізін құрайды. Олар силикаттардың микрокристаллдарын құраушы құрылысымен негізделген бастапқы микро кеуекті құрылымы және микрокристаллдар арасындағы кеңістік есебінен пайда болатын екінші реттік "пластиналы микро кеуекті", ауыспалы және микро кеуекті құрылымы бар. Сорбция процесінде екінші кеуекті құрылым микро-поралардың мөлшерін ұлғайту есебінен кеңейтуге қабілетті. Бұл сорбенттердің полярлы заттарға (суға, спирттерге, аминдерге) қатысты үлкен сыйымдылыққа ие, ол катион алмасу сыйымдылығының екі еселік мәніне жетеді [39].

Көбінесе монтмориллонит түрлі органикалық қоспалардан суды тазарту үшін ең тиімді сазды материал болып табылады. Монтмориллонит бетінің ауданы 766-ға жетеді...833 м²/г.

Балшықты минералдардағы судан ластанудың сорбция механизмі жеткілікті күрделі және құрамында Н⁺ және Al³⁺ иондары бар. Сорбент бетінің оң зарядталған учаскелерімен зарядталған және поляризацияланған сорбат молекулаларының кулондық өзара әрекеттесуі бар силикаттар микрокристаллдарының дамыған бетімен көмірсутек тізбектерінің вандервальстік өзара әрекеттесуін қамтиды.

Алмастыру және катиондарды сорбциялау сазды минералдың негізгі қабілетіне ие. Айырбасталатын иондары әдетте сыртқы бөліктеріндегі орналасады [40].

Барлық сазды минералдардың ішінен ең көп жұтылу сыйымдылығы вермикулит және монтмориллонит (8... г), гидратталған галлуазит (40...50 мг-экв / 100 г), аз - коагинит (3...15 мг-экв / 100 г).

Әдетте алмасу иондары ретінде кальций, магний, натрий, калий, алюминий, сутегі иондары кездеседі. Адсорбцияланған күйде ұстап тұру қабілеті ионның валенттілігі мен радиусы көп және оның гидратация дәрежесі аз болған сайын соғұрлым көп болады. Сазды минералдардың құрамында өте көп су болуы мүмкін [41].

Бентонит катиондарының сорбциясы ион алмасу механизмі бойынша да (монтмориллонит аралық кеңістігіндегі катиондармен алмасу), сондай-ақ кешенді қосылыстар құру жолымен де болуы мүмкін. Катиондарды байланыстыру механизміне байланысты сорбция кинетикасы, сондай-ақ оның рН және иондық күшке тәуелділігі айтарлықтай ерекшеленуі тиіс. Сілтілі ортадағы сорбциялық тепе-теңдікке қышқылмен салыстырғанда тезірек жетеді.

1.3 Монтмориллонит туралы қысқаша мәліметтер

Шығыс Қазақстан өңірінде көптеп кездесетін монтмориллонит минералы судың құрамындағы ауыр металдарды өзіне сіңіріп алып судың құрамын тазартады [42]. Бұл сорбенттер қол жетімді және тиімді сазды минералдар болғаны үшін соңғы кездерде тамақ және ағынды суды тазарту үшін ең негізгі сорбент ретінде қолданады. Монтмориллониттің әртүрлі органикалық қосылыстарды сорбциялау қабілеті жоғары болғандықтан құрамында монтмориллонит минералының мөлшері басым бентонит саздары көбірек қолданылады.

Монтмориллониттің құрамын тоқтала кететін болсақ, 67,7 пайызға дейін SiO₂, 28,3 пайыз Al₂O₃ және су 28,3 пайыз дейін болуы мүмкін. Алайда, монтмориллониттің нақтырақ құрамы алюминий және фосфор, магний, темір, мырыш, қорғасын, хром және т.б. тұрады. Бентониттегі ең көп таралған катион кальций катионы болып табылады, бірақ натрий, калий, сутегі алмасатын катиондары бар бентониттер де белгілі [42]. Монтмориллонит класы

наноматериалды топқа жатқызылады, өйткені олардың ұзындығы 14 ангстремге тең.

Минералдың химиялық құрамы: (Na, K, Ca) (Al, Fe, Mg) [(Si, Al)₄O₁₀] (OH)₂*nH₂O. Құрылысы бойынша екі қабаты кремнийлі-оттекті тетраэдрден және олардың ортасында алюминий катионынан тұратын үшінші октаэдрлі қабаты болады. Қабаттарының арасында судың молекуласы, кальций, магний, калий, натрий, т.б. алмасу катиондары болады.

Монтмориллонит кристалдық торындағы қашықтық қаптамалардың арасында су молекулалары болмаған кезде, 14 нм-ге дейін және кейбір жағдайларда текшелердің толық бөлінуіне байланысты 0.92 нм-ден ауытқуы пайда болуы мүмкін [43].

Монтмориллонит балшық секілді, көрінбейтін кристалдан, тығыздалған масса агрегаттарынан тұрады. Түсіне қарай ашық сұр, ақ және көкшіл, ал қызыл, кейде жасыл түрі де кездеседі. Моос шкаласы бойынша - 1 – 2,5, оның қаттылығы. Ал тығыздығы 1,8 г/см³ тең. Кавказ жерлерінде, Қырымда, Түрікмения, АҚШ, Жапония, Франция және тағы да басқа елді мекендерде Монтмориллонит балшығының кен орындары бар [43].

Монтмориллонит адсорбция процесі арқылы жасуша мен дәнекер тіннің зиянды заттарын алып тастайды және бейтараптайды. «Адсорбция» сөзі латын «adsorbere» - өзіне байлаушы деген мағынада айтылады. Монтмориллонит макро және микро кеуек бетіне ие, 1 грамм монтмориллониттің ауданы 700 - 800 шаршы метрді құрайды, бұл адам ағзасындағы улы және зиянды заттардың көп мөлшерін байланыстыру кезінде жоғары тиімділікті береді [44]. Әдетте, монтмориллониттегі адсорбция мен ион алмасу функционалды түрде өзара байланысты, яғни ион алмасуына байланысты монтмориллонит зиянды және улы заттарды тек жасушалар мен дәнекер тіндерінен ғана емес, сонымен қатар ішектен де байланыстыра алады және белгілі бір бактериялар, вирустар мен саңырауқұлақтар сияқты жұмыс істейді [44].

1.4 Сулы ортаны табиғи бентонитпен тазалау

Ауыр металл иондарының жоғары тиімді адсорбенттері ретінде табиғи алюмосиликаттардың қолданылуымен қатар, ағынды суларды тазартудың оңтайлы әдістерін әзірлеу [45].

Бентонитті сумен байланыстырған кезде ол монтмориллониттің кеңістігіне еніп, бетінің ылғалдандырады және минералдың ісінуіне себеп болады сонымен қатар катиондарды алмастырады, сумен одан әрі еріткенде, бентонит тұрақты тұтқыр суспензияға айналады. Бұл құбылыс жоғары катион - алмасуға және минералдың адсорбциялық қасиеттеріне әкеледі, су тазарту үшін бентониттерді қолдану өте ұтымды болып табылады, өйткені олар жеткілікті арзан және қайталама судың ластануына әкелмейді, экологиялық таза өнім болып табылады [46].

Қазіргі заманғы ағын суларды тазарту – химиялық заттар мен элементтерді пайдаға асыру процесі, сонымен қатар сол ағын сулардың жылу энергиясын пайдалануға байланысты, табиғат ресурстарының таусылғанын түсінуге де, және де олардың бағасының тұрақты түрде өсіп жатқандығына да негізделеді. Жаңа тәсіл энергия және ресурс сақтау түсініктеріне жақын келеді және ресурс ағындарын іздестіруге де бағытталғандығымен ұғындырылады. Бұл жағдайда ағын сулардың қажет емес заттарынан арылу ғана емес, сондай-ақ құнды кешенді екіншілік ресурс ретінде пайдалану қарастырылады [46].

Ағынды суларды тазарту көп жағдайда тұрақты арзан көпфункционалды сорбенттердің жоқтығына тіреледі. Сорбциялық сыйымдылығы жоғары, сондай-ақ құны төмен сорбенттерді іздеудің маңызы зор.

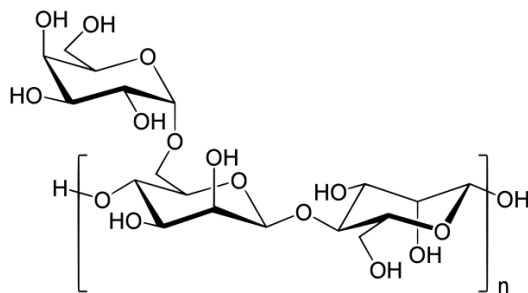
Сорбенттер ретінде әр түрлі орталарды тазалау үшін табиғи және синтетикалық материалдар қолданылады. Алайда, бұл сорбенттердің тез бітелу сияқты бірқатар кемшіліктері айтуға болады. Синтетикалық сорбенттер жақсы сіңіру қабілетіне ие болғанымен, жоғары температураны, қысымдар мен катализаторларды алу және қолдану күрделілігімен ерекшеленеді. Осыған сәйкес соңғы жылдары су тазарту тәжірибесінде табиғи қабатты алюмосиликаттар пайдаланылады [33].

1.5 Гуар камедінің физика-химиялық және сорбциялық қасиеттері

Гуар камедь-галактозамен және маннозамен түзілген өсімдік тектес полисахарид [47, 48]. Иіссіз ақ немесе ақшыл сұр ұнтақ. Галактозаның 10000-нан астам қалдықтарынан полимерлік қосылыс болып табылады. Гуар камед суық және ыстық суда және органикалық еріткіштерде жақсы ериді, агар, мүйіз ағашының камеді, пектин, метилцеллюлоза және т. б. сияқты өсімдік гидроколлоидтерінің көпшілігімен үйлесімді. Орташа алғанда, гуар тас құрамында 80% галактоманнан, 12% су, 5% ақуыз, қышқылда ерімейтін 2% тұнба немесе шикі талшықтар, 0,7% күл, 0,7% май, ауыр металдардың іздері бар, бірақ мышьяк пен қорғасын жоқ. Гуар камедінің негізгі әсері-галактоманнан және май қышқылдары.

Химиялық формуласы: $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Структуралық формуласы:



1.1 Сурет – Гуар камедінің структуралық формуласы

Гуар камедін - *Cyamopsis tetraganoloba* өсімдік тұқымынан алады — гуар ретінде белгілі дәнді-бұршақты дақылдары немесе негізгі Үндістан мен Пәкістанда өсірілетін бұршақ ағашы жатады. Сонымен қатар, гуар камеді АҚШ, Африка, Канада және Австралияда өндіріледі.

Гуар камедін қолдану салалары:

- * Тоқыма өнеркәсібі;
- * Қағаз өнеркәсібі;
- * Жарылғыш заттарды өндіру;
- * Косметикалық өнеркәсіп;
- * Көмір өнеркәсібі

Гуар камеді адам ағзасынан зиянды бактерияларды, ауыр металдар мен токсиндерді шығаруға ықпал етеді, антикоагулянт болып табылады. Тәбетті азайту қасиеті бар, қандағы холестерин деңгейін төмендетеді. Гипоаллергеннің Гуарлық камедінің және мизерлік мөлшерде ішектің сінуі фактісінен ағзаға зиян келтірмейтін қоспа деп танылды [49].

1.6 Табиғи бентониттің модификациясы

Соңғы уақытта сорбент ретінде әртүрлі табиғи алюмосиликаттарды пайдалану жұмыстары пайда болды [53]. Олардың ішінде, авторлардың пікірінше, жоғары дисперсті модификацияланған алюмосиликаттар аса қызығушылық танытады.

Жұмыс барысында [54] табиғи монтмориллониттер, катионды ПАВ-дидецилдиметиламмоний хлоридпен (ДДА) түрлендірілген адсорбциялық – коагуляциялық әдіспен қышқыл технологиялық ерітінділерден ванадий қосылыстарын алу бойынша деректер келтірілген. Ол үшін көрсетілген сорбентпен инертті жүктемеде ванадий қосылыстарының сорбциясын зерттеу қажет болады.

Монтмориллонит балшықтары монтмориллонит кристалдарында иондармен алмасу кристалдардың сыртқы бетінде ғана емес, сонымен қатар қабаттар арасындағы кристалл тордың ішінде де орын алатынын түсіндіретін, жоғары алмасу сыйымдылығымен ерекшеленеді. Монтмориллонитте кристалл тор шегінде изоморфты алмастыру болуы мүмкін, сондықтан кристалл тордағы иондардың мақсатты орналасуы құрылымдық ұяшықта шайырсыз зарядтардың пайда болуы есебінен минералдың сорбциялық қабілеті мен селективтілігінің артуына алып келеді. Монтмориллониттерді түрлендірудің қарапайым және экономикалық тиімді тәсілдерін әзірлеуге болады, су ортасынан уытты металл иондарын тиімді жою үшін пайдаланылуы мүмкін өнімдерді алуға мүмкіндік береді [55].

2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Бастапқы материалдар мен зерттеу нысандарының сипаттамасы

Зайсан ойпатындағы Қандысу өзенінің бір тармағы болып табылатын Тарбағатай ауданына қарасты Жаңажол ауылы аумағында Таған өлкесінен табылған балшық минералының бірі – монтмориллонит болып табылады. Ол өзіне тән кеуектілік, ісінгіштік, суды өзіне жақсы сіңіруі сияқты қасиеттерімен ерекшеленеді және басты ерекшелігінің бірі кристалл торының құрылымына негізделген түрлі иондарды, катиондарды сіңіруге, сондай-ақ иондық алмасуға қабілеттілігі болып табылады.



2.1 Сурет - Табиғи монтмориллонит

Таған минералының құрамында Монтмориллониттің минералогиялық құрамы бойынша мөлшері 90-92 пайызды құрайды. Осы себепті монтмориллонитті кей жерлерде Тағансорбент деп те атайды [56].

2.1 Кесте - Монтмориллониттің химиялық құрамы

Құрамы, %								
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂
69,2	23,40	3,05	1,78	1,55	0,47	0,08	0,04	0,37

Сорбциялық қасиеттерін арттыру үшін табиғи полисахаридпен оның модификациясының қалай жүретінін анықтау үшін - өсімдік тектес полисахарид Гуар камеді қолданылды. Гуар шайыры, гуар шайыры, гуара, (E412) – тағамдық қоспа стабилизаторлар, Қоюландырғыштар, эмульгаторлар (E400-E499) тобына жатады, тамақ өнеркәсібінде тұтқырлықты арттыруға ықпал ететін қоюландырғыш ретінде қолданылады. Құрамы бойынша Гуар

камеді бұршақ ағашына ұқсап келеді (тағамдық қоспа E410). Құрамында галактозаның қалдықтары бар полимерлі қосылыс болып табылады.



2.2 Сурет - Гуар камеді

Шикізат E412 өндірісінің негізгі тасмалдаушылары Пәкістан және Үндістан болып саналады.

Эксперименттерді орындау кезінде мынадай реактивтер пайдаланылады:

1. Никель сульфаты (II) 7-Сулы, "х. т.»;
2. Кобальт сульфаты (II) 7-Сулы, "х. т.»;
3. Марганец сульфаты (II) 5-Сулы, "х. т.»;
4. Ванадий сульфаты (IV) 3-Сулы, $\text{VO}_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, "х. т.»;
5. 10%-го және 0,1 N HCl ерітіндісі
6. 0,1 N натрий тиосульфатының ерітіндісі
7. 0,1 N NaOH ерітіндісі
8. фенолфталеин (индикатор)
9. Гуарлық камедь

2.2 Бентониттің сынама үлгілерін талдау

Физика-химиялық талдау әдістері бойынша табиғи және пайдаланылған сорбентті зерттедік. Зерттеу барысында сорбенттің физика - химиялық қасиеттерін анықтайтын атомды - абсорбционды аппарат (ААС) және инфрақызыл (ИК) спектроскопиясы әдістерін қолдандық.

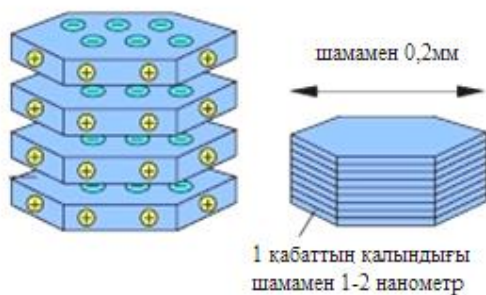
Инфрақызыл спектрофотометр, яғни «SpecordM - 80» $225 - 4000 \text{ см}^{-1}$ толқын ұзындығы диапазонында ИК - спектрін зерттеу жүзеге асырылды. Стандарт әдісі бойынша сынаманы зерттеу үшін KBr таблеткасымен арнайы дайындалды. Зерттелетін затты ИК – спектріне түсірместен алдын, 0,7 мг мөлшерінде KBr енгізіледі. Әдеттегідей ИК - спектрін ғылыми әдебиеттерде келтірілген мәліметтерге сүйене отырып жүргізілді. Жалпы алынған спектроскопиялық мәліметтер Shimadzu IR Prestige - 21 приборына арналған Windows программасымен өңделді.

Барлық эксперименттерді бірнеше рет қайталау арқылы жасап шықтық және де атомды - абсорбционды (ААС) аппаратта ауыр металл иондарын монтмориллониттің қатысында сорбиялану дәрежесін анықтадық.

2.3 Монтмориллониттің кеуекті құрылымын және оның параметрлерін анықтау әдістері.

2.3.1 Табиғи монтмориллониттің құрылымын зерттеу

Химиялық құрамы: $(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca}) (\text{Al}, \text{Fe}, \text{Mg}) [(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}] (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Минералдың құрылымы үш қабатты текшеден тұрады, яғни оның екі қабаты кремнийлі-оттекті тетраэдрден тұрса, олардың арасындағы алюминий катиондарынан тұратын үшінші октаэдрлі қабаты орналасады. Текше араларын су молекулалары, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , т.б. алмасу катиондары толтырылады.



2.3 Сурет - Монтмориллониттің құрылымы

Монтмориллонит кристалдық торындағы қашықтық (текшедегі бір жазықтықтың арасындағы қашықтық және басқа текшедегі ұқсас жазықтық) қаптамалардың арасында су молекулалары болмаған кезде, 14 нм-ге дейін және кейбір жағдайларда текшелердің толық бөлінуіне дейін 0.92 нм-ден ауытқуы болуы мүмкін. Монтмориллонит кристалдық торының маңызды ерекшелігі алюминий атомдарының алтыдан бір бөлігін сазды қалыптастыру кезінде пайда болған магний атомдары арқылы орташа қабатта ауыстыруы болып саналады [56].

Табиғи монтмориллониттің механикалық беріктілігі зерттелінді. Механикалық беріктілікті анықтау үшін 30 грамын өлшеп алып грохотқа 30 минутқа салып қойдық. 30 минут өткен соң грохоттан алып, грохоттың әр елегінде қалған монтмориллониттің механикалық беріктілігін есептедік. Ол мынадай формуламен өрнектеледі.

$$\Pi = m_k \cdot 100 / m_0, (\%) \quad (2.1)$$

Мұндағы, m_k - електегі қалған заттың массасы,
 m_0 - бастапқы заттың массасы.

2.2 Кесте - Монтмориллониттің механикалық беріктілігі

Електің өлшемі, мм	2	1	0,7	0,4	0,2	0,05
П, %	46,03	24,54	10,09	7,87	5,71	5,35

Кестеден көріп тұрғанымыздай електің өлшемі кішірейген сайын беріктілігіде сәйкесінше төмендейді. Сонымен қатар монтмориллониттің суды өзіне сіңіру қабілеті де анықталды. Яғни ол өзінің кеуектері арқылы суды бойына сіңіріп, ісінеді және ағынды суға түскен кезде ол химиялық улы заттарды өзінің бойына сіңіріп, судың құрамын тазалайды.

Сіңіру қабілеттілігін анықтау үшін, әр електе қалған монтмориллонитті 1 мл өлшеп алып, оған 10 мл дистилденген су құйып 30 минутқа араластырғыш аппаратқа қойып, оны фильтр қағазымен сүзіп, кеуектің көлемі есептелінді.

Ол мына формуламен өрнектеледі:

$$V_{\Sigma} = m_2 - m_1 / d_{H_2O} \cdot m_1, \text{ (см}^3/\text{г)} \quad (2.2)$$

Мұндағы, m_2 - ылғал заттың массасы;

m_1 - құрғақ заттың массасы;

d_{H_2O} - судың тығыздығы.

2.3 Кесте - Монтмориллониттің суды өзіне сіңіру қабілеттілігі

Електің өлшемі, мм	2	1	0,7	0,4	0,2	0,05
$V_{\Sigma}, \text{ см}^3/\text{г}$	1,681	1,186	1,268	1,239	1,821	2,587

Байқағанымыздай 2.3-кестеде мұнда ең кіші өлшемде, суды өзіне сіңіру қабілеті жоғары болып келеді. Сондықтан ары қарай жұмысты осы ең кіші өлшемдегі ұнтақ түріндегі монтмориллонитпен жалғастырылды.

Көлемдік салмағын анықтау үшін 1 см^3 көлемдегі монтмориллонитті аналитикалық таразыда өлшедік. Өлшеу нәтижесінде 1 см^3 көлемде 0,60 г монтмориллонит болатынын көрсетті.

Сорбенттің ылғалдылығы бастапқы масса 1 г және 1 сағат бойынша 110°C – та кепкен кездегі массасының айырмашылығының қатынасы арқылы анықталды. Ол мына формуламен өрнектеледі:

$$X = (m_1 - m_2) / m_1 \cdot 100\% \quad (2.3)$$

Мұндағы, m_1 - бастапқы массасы, г

m_2 - кепкеннен кейінгі массасы, г

Нәтижесінде 1г массадағы сорбенттің ылғалдылығы 10 пайызға тең екендігін көрсетті.

2.3.2 Гуарлық камедпен модификациялау кезіндегі монтмориллониттің құрамына талдау

а) Катиониттің статикалық алмасу сыйымдылығын – COE (КОЕ) анықтау

Катиониттің статикалық алмасу сыйымдылығын, яғни монтмориллониттің катионды алмасу қасиеттерін анықтау үшін салмағы 0,1 г өлшеуішті алып, 50 мл 0,1 N NaOH ерітіндісін қосып, бір тәуліктен кейін сүзіп, аликвот 20 мл алып, фенолфталеин индикаторын пайдалана отырып, 0,1 N тұз қышқылы ерітіндісімен титрлейміз [57].

Есептеу мынадай формула бойынша жүргізілді:

$$COE = \frac{(V_{al} - V_k) \cdot 10 \cdot N}{m_n} \quad (2.4)$$

мұнда V_{al} - аликвот бөлігінің көлемі, мл.

V_k -титрлеуге кеткен қышқылдың немесе сілтінің көлемі, мл.

m_n - сынама салмағы, г.

б) Аниониттің статикалық алмасу сыйымдылығын – COE (АОЕ) анықтау

Аниониттің статистикалық сыйымдылығын, яғни монтмориллониттің анион алмастырғыш қасиеттерін анықтау кезінде сол массадағы 0,1 г бентонит өлшеніп алып және тұз қышқылының 0,1 N ерітіндісінде ерітіп, содан кейін бір тәуліктен кейін сүзіп алып, аликвот 20 мл өлшеп, фенолфталеин индикаторын қолдана отырып 0,1N NaOH ерітіндісімен титрлейміз [57].

Есептеу мынадай формула бойынша жүргізілді:

$$COE = \frac{(V_{al} - V_k) \cdot 10 \cdot N}{m_n} \quad (2.5)$$

мұнда V_{al} - аликвот бөлігінің көлемі, мл.

V_k -титрлеуге кеткен қышқылдың немесе сілтінің көлемі, мл.

m_n - сынама салмағы, г.

в) Метилен көгілдір бояғышты пайдалану әдісімен адсорбция үрдісін анықтау

Әдіс 1 г бентонит сазына адсорбцияланған метилен көгілдір мөлшерін анықтауға негізделген.

Сынаққа дайындық

1) Метилен көгілдір ылғалдылығын анықтаймыз. Ол үшін 1 г метилен көгілдір ұнтағын өлшенген бюкске салып, $(105 \pm 5^\circ\text{C})$ температурада кептіргіш шкафта (3,0 - 0,5) сағат бойы кептіреді. Содан кейін бюксті эксикаторда салқындатады және өлшейді. Ылғалдылық (W) пайызбен мына формула бойынша есептеледі.

$$W = \frac{m_2 - m_1}{m} \cdot 100, \quad (2.6)$$

Мұндағы, m_2 -кептіруге дейінгі ұнтақ бар бюкстің салмағы, г;
 m_1 -кептіруден кейінгі ұнтақ бар бюкстің салмағы, г;
 m -көк метилен ұнтағының массасы, г.

Ылғалдылықты үш параллель сынама бойынша анықтайды.

2) 1 дм³ ерітіндіні дайындау үшін бояғыш сынама салмағы (m) граммен мына формула бойынша есептеледі.

$$m = \frac{3}{1 - \frac{W}{100}}, \quad (2.7)$$

мұндағы 3-абсолютті құрғақ бояғыштың салмағы, г;
 W - бояғыштың ылғалдылығы, %.

3) Көк метилен ерітіндісін дайындау

Бояғыштың маңдайшасын химиялық стаканға апарады, 60-80°C қыздырылған 200-300 см³ тазартылған суды құйып, шыны таяқшамен араластырады. Ерімейтін бояғыштың үстіндегі ерітіндіні сыйымдылығы 1000 см³ өлшеуіш колбаға құяды. Стаканға қайтадан ыстық суды құйып, араластырады. Ерітіндіні сол өлшегіш колбаға құяды. Операция бояғыш толық ерігенше қайталанады. Өлшеуіш колбадағы ерітіндіні температураға дейін салқындатады (20 ± 3 -тен 3-ке дейін). Ерітіндіні жарықтан қорғалған жерде ($20 - 3$)°C температурада сақтайды. Алынған ерітіндінің концентрациясы 3 мг/см³.

4) Күкірт қышқылы ерітіндісін дайындау үшін 5 моль/дм³ 14 см³ күкірт қышқылын алады (тығыздығы 1,84) және алдын ала 50-60 см³ су салатын химиялық стаканға абайлап құйылады. Ерітіндіні 20 ± 3 -тен 3-ке температураға дейін салқындатқаннан кейін стаканның ішіндегі сумен қосқанда 100 см³ дейін құйыңыз.

5) Бентонит сазының орташа сынамасын № 01 елек арқылы өткізеді және кептіру шкафында $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ температура кезінде тұрақты массаға дейін ($3 \pm 0,5$) сағат кептіреді.

Сынақ жүргізу

Содан кейін суспензиясы бар колбаны суық су ағынымен салқындатады және 1 см³ күкірт қышқылы ерітіндісін 5 моль/дм³ құяды. Колбаның ішіндегісін шайқау арқылы араластырады және шамамен 1 см³-ге дейін бояғыш ерітіндісін

құйып, метилен көгілдір ерітіндісімен титрлейді. Бояғыштың әрбір бөлігін қосқаннан кейін колбаның ішіндегісін шайқау арқылы және жұқа шыны таяқшамен "көк лента" сүзгісіне суспензия тамшысын жағады. Суспензияда бос бояғыш жоқ, сүзгіде боялған бөлшектердің дақтары қалады. Суспензияда бояғыш артық пайда болғаннан кейін, сүзгіде тамшы қара дақтың айналасында көк сызықты дақтар байқалады. Колбаның ішіндегісін 2 минут араластырады, суспензия тамшысын сүзгіге жағады. Егер 2 минуттан кейін көк сызықты дақтар жоғалса, титрлеу жалғасады. Титрлеу 2 минуттық араластырылудан кейін тамшының айналасындағы көк жаңғақ жоғалмаса аяқталды деп саналады. Титрлеуге жұмсалған метилен көгілдір ерітіндісінің көлемін белгілейді.

Адсорбция көрсеткішін дәл анықтау үшін $0,5 \text{ см}^3$ порциялармен титрлеудің соңғы нүктесіне жақын жерде метилен көгін қосып, қайта анықтау жүргізіледі.

Нәтижелерді өңдеу

1) Бентонит сазының адсорбция көрсеткіші (A), мг/г, мына формула бойынша есептеледі.

$$A = \frac{C \cdot V}{m_3}, \quad (2.8)$$

мұнда C-көк метилен ерітіндісінің концентрациясы, мг/см³;

V-титрлеуге жұмсалған көк метилен ерітіндісінің көлемі, см³;

m₃-бентонит сазының сынама салмағы, г.

2) 100 г құрғақ бентонит сазына бентонит сазының катиондық алмасу сыйымдылығы (E), мг-экв/г мынадай формула бойынша есептеледі.

$$E = \frac{A}{319,9} \cdot 100, \quad (2.9)$$

мұнда A-адсорбция көрсеткіші, мг/г;

319,9-миллиграмм метилен көгінің эквивалентті салмағы, мг.

3) Екі параллельді анықтаудың нәтижелері арасындағы жол берілетін алшақтықтар 5 мг/г аспауы тиіс.

Егер екі параллель анықтаудың нәтижелері арасындағы айырмашылық көрсетілген мәндерден асып кетсе, анықтама қайталанады.

Сынақ нәтижесі үшін екі параллельді анықтамалардың орташа арифметикалық нәтижелері қабылданады.

г) Метилендік қызғылт сары индикатор бойынша адсорбциялық белсенділікті анықтау

1) Метилдік қызғылт сары бойынша градуирлеу графигін құру.

0,15 г метилдік қызғылт сары индикаторды өлшейді (өлшеу нәтижесі граммен үшінші ондық белгіге дейін жазылады), сыйымдылығы 1000 см³ өлшеуіш колбасына салады және 200 см³ ыстық дистилденген суға ерітеді, содан кейін ерітіндіні салқындатады, дистилденген сумен белгіге дейін жеткізеді (150 мг/дм³ массалық концентрациядағы жұмыс ерітіндісін алады). Жұмыс ерітіндісін герметикалық жабылатын қараңғы шыныдан жасалған ыдыста екі аптадан артық емес сақтау керек.

Градуирлеу кестесін құру үшін салыстыру ерітінділерін дайындайды. Бұл үшін сыйымдылығы 100 см³ 10 өлшеуіш колбаға әрқайсысы енгізеді 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0 150 мг/дм³ Жұмыс ерітіндісінің см³-і, содан кейін көлемі (20±2) °С температурамен белгіге дейін сумен жеткізіледі. Алынған ерітінділер тиісінше 1 дм³ құрамында 0,75; 1,50; 3,00; 4,50; 6,00; 7,50; 9,00; 10,50; 12,00; 13,50 мг/дм³ метилді қызғылт сары.

Дайындалған салыстыру ерітінділерінің оптикалық тығыздығын фотоэлектрocolориметрде, толқын ұзындығы (λ) 390-нан 410 нм дейінгі жарық сүзгішін пайдалана отырып, 10 мм қабаттың жұтатын жарығының қалыңдығы кюветтерде өлшейді. Бақылау ерітіндісі ретінде тазартылған суды қолданады. Алынған мәліметтер бойынша оптикалық тығыздықтың салыстыру ерітіндісінің салмақтық концентрациясынан тәуелділігінің градуирлеу кестесі құрылады.

Градуирлеу кестесін тексеру аспапты жөндеу және ауыстыру кезінде, реактивті ауыстыру кезінде, бірақ айына кемінде 1 рет жүргізіледі.

2) Метилдік қызғылт сары бойынша талдау жүргізу.

Талдау жүргізу үшін 1500 мг/дм³ массалық концентрация индикаторының ерітіндісін дайындайды, 1,5 г индикаторды өлшейді (өлшеу нәтижесін граммен үшінші ондық белгіге дейін жазады), сыйымдылығы 1000 см³ өлшеуіш колбаға салады және 200 см³ ыстық суға (70-80 °С) ерітеді. Содан кейін ерітіндіні салқындатады, ерітіндінің көлемін белгіге дейін жеткізеді, араластырады. Саз балшықты ілуді сыйымдылығы 100 см³ конустық колбаға орналастырады, 1500 мг/дм³ метилді қызғылт сары салмақтық концентрациядағы 25 см³ ерітіндіні қосады, тығынмен жабады және ыдыстарда сұйықтықты сілкілеуге арналған аппаратта 20 минут бойы шайқайды. Колбадағы ерітінді дистилденген сумен белгіге дейін араластырылады. Сұйылудан кейін ерітіндінің оптикалық тығыздығы 0,2-ден 0,8-ге дейін оптикалық бірлік болуы тиіс. Сұйылту коэффициенті 100 тең болады.

Оптикалық тығыздықтың алынған мәні бойынша градуирлеу кестесін пайдалана отырып, сұйылтылған ерітіндіде метилдік қызғылт сары түсті қалдық массалық концентрациясын табады.

3) Нәтижелерді өңдеу

1 г өнімге миллиграммен (X) индикатор бойынша саздың адсорбциялық белсенділігін мына формула бойынша есептейді

$$X = \frac{(C_1 - C_2 K) \cdot 0,025}{m} \quad (2.10)$$

Мұндағы, C_1 -индикатордың бастапқы ерітіндісінің массалық шоғырлануы, мг/дм ;

C_2 -белсенді көмірмен жанасқаннан кейін ерітіндінің массалық концентрациясы, мг / дм ;

K - ерітіндіні араластыру коэффициенті;

0,025-жарықтандыруға алынған индикатор ерітіндісінің көлемі, дм ;

m - белсенді көмірдің салмағы, г.

Талдау нәтижесі үшін екі параллельді анықтаудың орташа арифметикалық нәтижелерін қабылдайды, олардың арасындағы абсолюттік алшақтық 1 г өнімге 10 мг тең рұқсат етілген алшақтықтан аспайды.

д) Жалпы сорбциялық сыйымдылықты йод бойынша анықтау

Ол үшін 1 г алынған сорбентті сыйымдылығы 250 см³, 100 см³ 0,1 N конустық колбаларға калий иодидіндегі йод ерітіндісімен (25 г/дм³) салып, 15-30 минут шайқайды, содан кейін 10 см³ аликвот алады және 0,1 N натрий тиосульфатының ерітіндісімен (еритін крахмал индикаторы) титрлейді. Есептеу мынадай формула бойынша жүргізілді:

$$E_1 \text{ мг-экв / г} = 12,7 (V_1 - V_2) / m_y, \quad (2.11)$$

Мұндағы, 12,7-йод саны;

V_1 - бастапқы йод ерітіндісінің 10см³ титрлеуімен алынатын көлем, см³;

V_2 -Сорбент қосылғаннан кейін алынатын көлем, см³;

m_y -үлгі салмағы, г.

Нәтижелерді өңдеуді мына формула бойынша жүргізуге болады, %:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 0.0127 \cdot 100 \cdot 1000}{10 \cdot m} \quad (2.12)$$

мұнда V_1 – калий йодистіндегі йод ерітіндісінің 10 см³ титрлеуге кеткен натрий тиосульфаты ерітіндісінің көлемі (0,1 н), см³;

V_2 -калий йодистіндегі йод ерітіндісін 10 см³ титрлеуге кеткен натрий тиосульфаты ерітіндісінің көлемі (0,1 н), оны сазбен өңдегеннен кейін, см³;

0,0127-натрий тиосульфаты ерітіндісінің 1 см³ сәйкес келетін йод массасы, г;

100-саз балшықпен жарықтандыруға алынған калий йодистіндегі йод ерітіндісінің көлемі, см³;

m – саз аспасының салмағы, 1,00 г.

2.4 Эксперименттерді жүргізу әдістемесі

Монтмориллониттің сорбциялық қабілетін зерттеу төмендегі зертханалық қондырғыда жүргізілді (2.4 - сурет). GFL зертханалық қондырғы шусыз, әрі біркелкі жұмыс жасайды. Көлденеңінен резеңке тіректер орнатылған, ішіне араластыру үшін стакандарды қатар қою арқылы араластырамыз. Ішіне конустық колбаларын 12 x 250 мл немесе 8 x 500 мл немесе 6 x 1000 мл немесе 2 x 2000 мл орналастыруға болады. Сандық жылдамдығы 1 - ден 500 айналым/мин. Шайқау кезінде уақытын 60 минутқа дейін реттеп орналастыруға болады.

Белгілі бір қатынаста ағын су ішіне (С:К) ММТ сорбенті салынды. Тәжірибе талаптарына сәйкес араластыру процесін белгілі бір уақыт аралығында іске қосамыз. Одан кейін сұйық фазаны қатты фазадан «Macherey-Nagel» MN 640 m Ø 110mm қағаз фильтрімен сүзу арқылы бөліп алынды. Алынған сүзіндінің құрамындағы марганец, кобальт, никель және ванадий иондарының мөлшеріне талдау жасалынды.



2.4 Сурет - Орбитальды шейкер

Монтмориллонитпен сорбциялағаннан кейінгі бөліп алынған сүзіндідегі марганец, кобальт, никель және ванадий иондарының қалдық концентрациясын ААС әдісі арқылы анықталды.

2.5 Ауыр металл иондарының сорбциялық дәрежесін есептеу

Марганец, кобальт, никель және ванадий иондарының сорбциялану (R , %) дәрежесін ерітіндідегі металдардың атомды - абсорциялық әдіс арқылы анықталған бастапқы және тепе - теңдік концентрациясының айырмасы бойынша анықталады. Сорбциялану дәрежесін (R , %) (2.4) формула бойынша есептедік:

$$R = \frac{C_0 - C_p}{C_0} \cdot 100 \%, \quad (2.13)$$

Мұндағы:

C_0 – ерітіндінің ішіндегі металл иондарының бастапқы концентрациясы, мг/л;

C_p – ерітіндінің ішіндегі металл иондарының сорбентпен әрекетке түскеннен кейінгі концентрациясы.

3 Нәтижелер мен оларды талқылау

Монтмориллониттің марганец (II), кобальт (II), никель (II) және ванадий (IV) катиондарына қатысты сорбциялық тазалау процесін зерттеу

Монтмориллониттің марганец (II), кобальт (II), никель (II) және ванадий (IV) катиондарына қатысты және « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ – монтмориллонит» жүйесіндегі әр катионның монтмориллониттің сорбциялық қабілетіне Қ:С қатынасы мен уақыттың, концентрацияның, температураның, рН-тың әсері зерттелді.

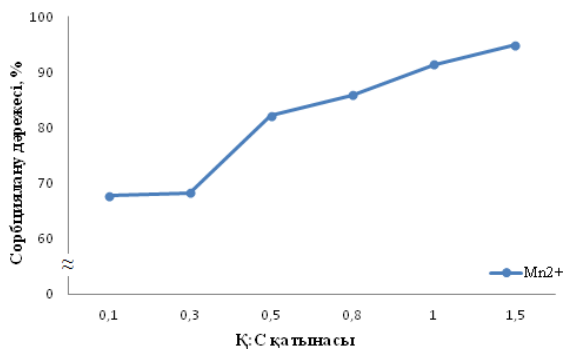
3.1 Монтмориллониттің марганец (II), кобальт (II), никель (II) және ванадий (II) катиондарына қатысты сорбциялық қабілетіне оның мөлшерінің әсер етуі

Сорбциялану дәрежесін анықтау үшін барлық тұздың концентрациясы 200 мг/л болатын ерітінді дайындалды. Температура 35⁰С, уақыт 30 минут, ауыспалы фактор « $Me^{2+} - H_2O$ – монтмориллонит» (Қ:С) қатынасы болып табылды, ол 100 массалық бөлікке 0,1; 0,3; 0,5; 0,8; 1 және 1,5 массалық бөлікте жүргізілді.

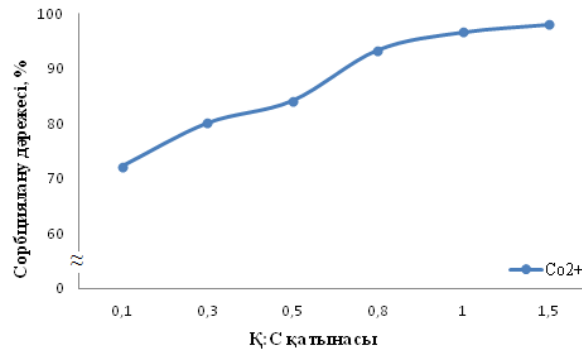
3.1 Кесте – « $Me^{2+} - H_2O$ – монтмориллонит» (Қ:С) қатынасы

№	Қ:С қатынасы	Сорбциялану дәрежесі, %			
		Mn^{2+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	V^{4+}
1	0,1:100	64,74	72,19	88,99	40, 2
2	0,3:100	68,23	80,03	90,17	37
3	0,5:100	82,10	84,12	93,53	44,81
4	0,8:100	85,83	93,31	96,21	53,83
5	1:100	91,35	96,54	97,93	62,32
6	1,5:100	94,92	97,92	99,19	75,36

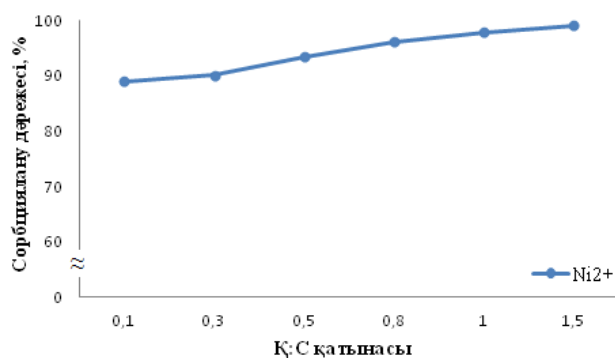
3.1- кестеде барлық шарттарға байланысты металл катиондарының монтмориллонитпен сорбциялану дәрежелері келтірілген.



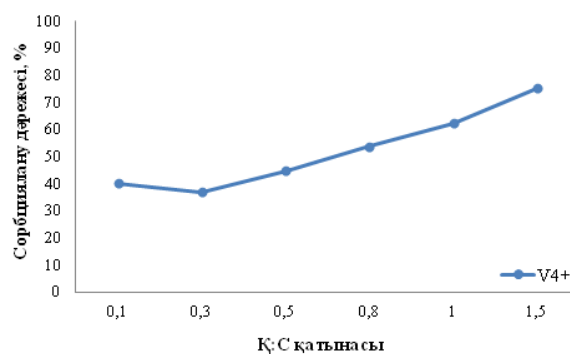
(а)



(б)



(в)



(г)

3.1 Сурет – Монтмориллонитің (а) марганец (II), (б) кобальт (II), (в) никель (II) және (г) ванадий (II) катиондарына қатысты сорбциялық қабілетіне оның мөлшерінің әсері

3.1- суретте біз К:С қатынасын 0,1- 1,5:100 аралығында алдық. 3.1 (а) суретте марганецтің сорбциялануы көрсетілген, салыстырмалы түрде қарайтын болсақ 0,1:100 (64,74%) және 1,5:100 (94,92%) мәндерін көрсетті, (б) суретте кобальттың да мәндерін қарайтын болсақ марганецпен салыстырғанда жоғары 0,1:100 (72,19%) және 1,5:100 (97,92%), никельдің сорбциялануы кобальт пен марганецке қарағанда жоғарылау (в). Мұнда ең төменгі сорбциялану дәрежесі ванадий катионы, яғни 0,1:100 (40, 2%) және 1,5:100 (75,36%) (3.1г). Дегенмен барлық суреттен байқағанымыздай сорбенттің мөлшерін арттырған сайын сорбциялау дәрежесінің өсетінін көруге болады.

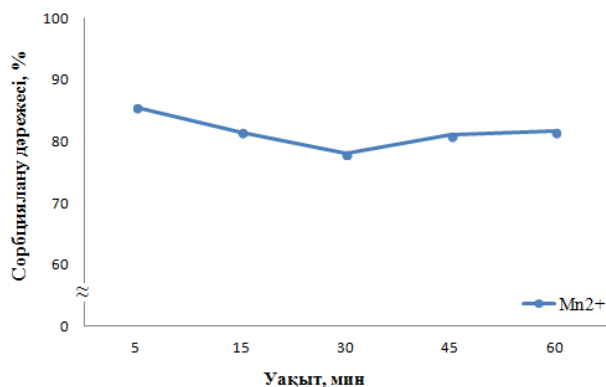
3.2 Марганец (II), кобальт (II), никель (II) және ванадий (IV) катиондарының табиғи монтмориллонитпен сорбциялануына уақыттың әсері

Уақыттың әсерін анықтау үшін әр жүйеде тұрақты факторларда зерттелінді: бұл жүйеде К:С қатынасын 0,1:100, Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} және V^{4+} ионының концентрациясы – 200мг/л, $T = const (25^{\circ}C)$ және ауыспалы фактор: уақыт- 5, 10, 20, 30, 40, 60 минут.

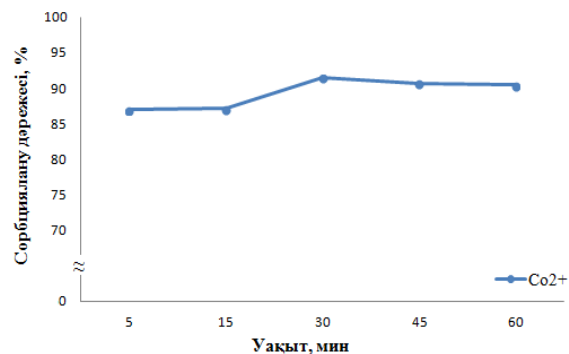
3.2 Кесте – « $Me^{2+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесіндегі сорбциялану дәрежесіне уақыттың әсері

№	Уақыт, мин	Сорбциялану дәрежесі, %			
		Mn^{2+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	V^{4+}
1	5	85,48	86,93	92,32	60,0
2	15	81,46	87,11	95	57,36
3	30	78	91,44	94,48	67,57
4	45	80,96	90,72	95,88	67,57
5	60	81,62	90,43	97,04	64,21

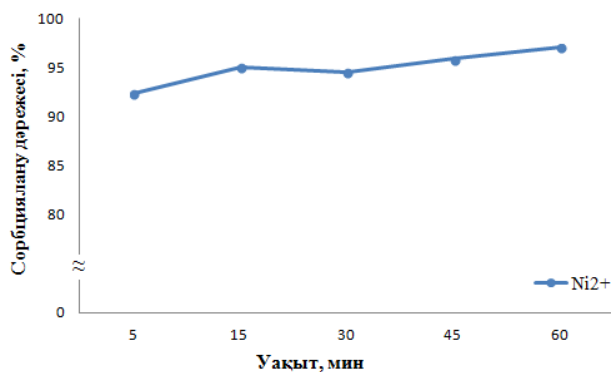
3.2 – кестеде 5 және 60 минут аралығында марганец, кобальт, никель және ванадий катиондарына бентониттің сорбциялау дәрежелері келтірілген.



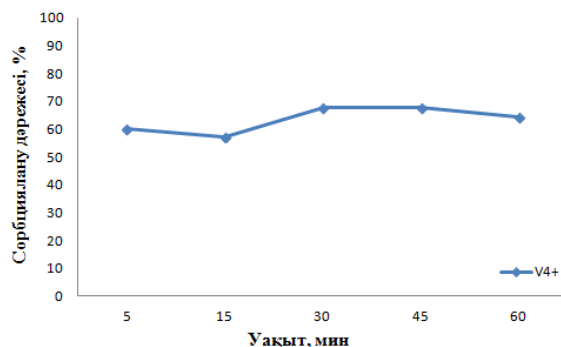
(а)



(б)



(в)



(г)

3.2 Сурет – Монтмориллонитің (а) марганец (II), (б) кобальт (II), (в) никель (II) және (г) ванадий (II) катиондарына қатысты сорбциялық қабілетіне уақыттың әсері

3.2 (а) суретте көріп тұрғанымыздай 30 минутта ең төмен дәрежені көрсетті. Алайда, сорбция дәрежесі процестің алғашқы 10-15 минутына қарағанда тек 2-3% -ға төмендейді. Алынған мәліметтер бойынша процестің 15 (81,46%) және 60 мин (81,62%) кезінде жақын сорбция дәрежесін алуға болады. Алайда, процесс 15 минутта үнемді болады. 3.2 (б) суретте уақытқа байланысты кобальттың сорбциялануы көрсетілген, мұнда айтарлықтай қатты өзгеріс байқалмайды, дегенмен 30 минутта (91,44%) ең жоғары мәнге ие. 3.2 (в) суретте 60 минутта (97,04%) никельдің ең жоғары сорбциялануын көруге болады. Ванадийдің уақытқа байланысты сорбциялануын қарайтын болсақ, 5 минутта (60,0%) 30 минутта (67,57%) көрсетті.

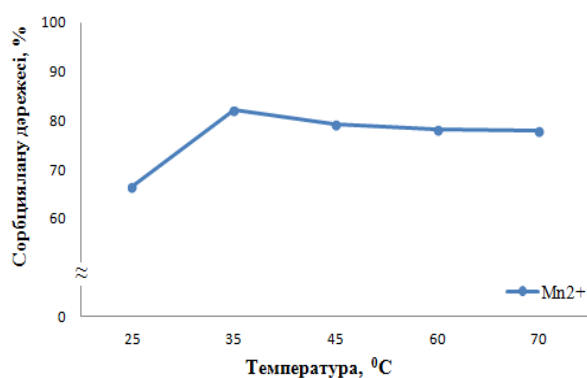
3.3 Температураға байланысты марганец, кобальт, никель және ванадий катиондарының монтмориллонитпен сорбциялануы

Температура сорбция процесінің маңызды факторы болып саналады. Құрамында ауыр металл катиондары бар ерітіндіні табиғи монтмориллонитпен тазарту дәрежесіне температураның әсері күрделі сипатқа ие болады.

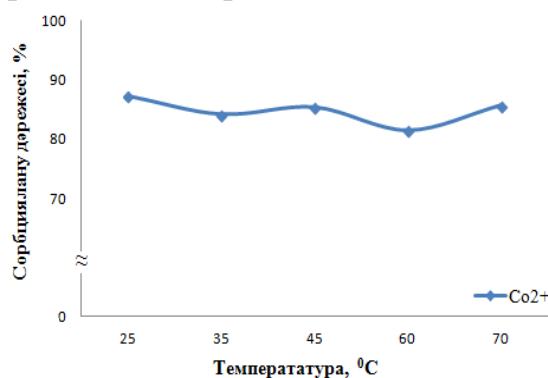
3.3 Кесте – « Me^{2+} – H_2O –монтмориллонит» жүйесіндегі сорбциялану дәрежесіне температураның әсері

№	T, °C	Сорбциялану дәрежесі, %			
		Mn^{2+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	V^{4+}
1	25	66,48	87,17	74,86	52,2
2	35	82,1	84,12	93,53	44,81
3	45	79,39	85,3	91,93	41,03
4	60	78,19	81,41	91,65	39,15
5	70	77,96	85,65	93,83	31,13

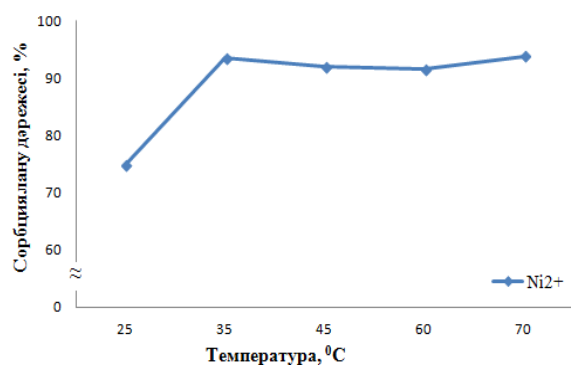
Яғни табиғи монтмориллонитпен марганец, кобальт, никель және ванадий катиондарын сорбциялау 25 және 70 °C аралығында зерттелінді.



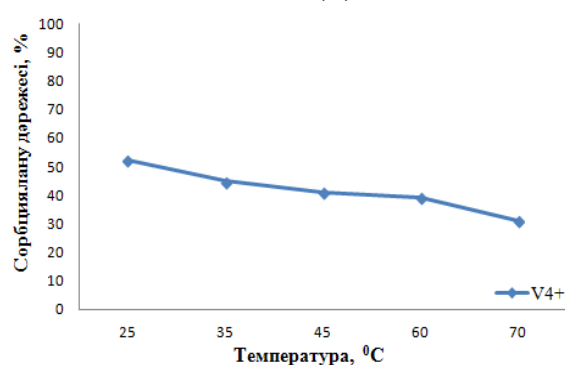
(а)



(б)



(в)



(г)

3.3 Сурет – Монтмориллонитің (а) марганец (II), (б) кобальт (II), (в) никель (II) және (г) ванадий (II) катиондарына қатысты сорбциялық қабілетіне температураның әсері.

Марганецтің температураға байланысты сорбциялануы 25 °С- та төмен (66,48%), ал 35 °С- та (82,1%) жоғарылап одан жоғары градустарда қайта төмендегенін байқауға болады (3.3а сурет). Марганец үшін өте қатты жоғары температураның қажет емес екенін көрсетті. 3.3 б – суретте кобальттың 25 °С (87,17%) және 60 °С (81,41%) аралағында сорбцияланғанын байқадық. Никельдің сорбциялануы 25 °С (74,86%) және 35 °С - та (93,53%) (3.3 в-сурет). 3.3г – суретте ванадийдің сорбциялануы ең жоғары 35 °С - та (44,81%) болды. Барлық сурет бойынша келетін тұжырым табиғи монтмориллонитпен сорбциялау өте қатты жоғары температураны қажет етпейді. Барлық ауыр металдар үшін оңтайлы жағдай 35 °С – та сорбциялау болып табылады.

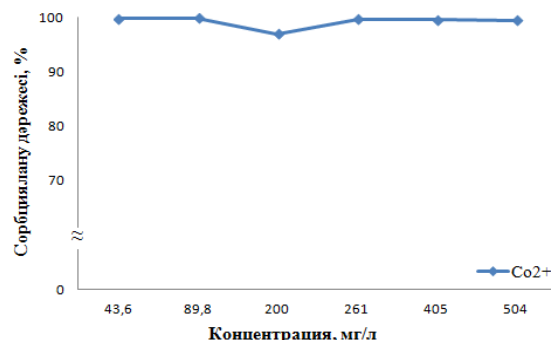
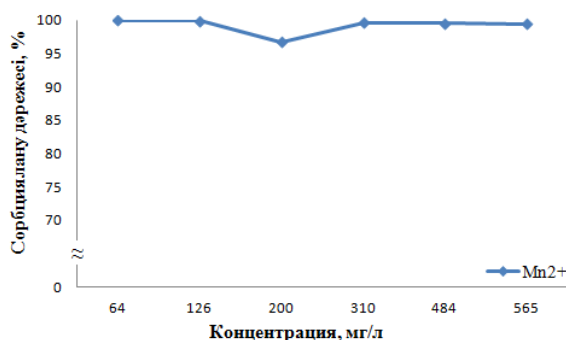
3.4 Монтмориллониттің сорбциялық қабілетіне марганец (II), кобальт (II), никель (II) және ванадий (II) катиондары концентрациясының әсері

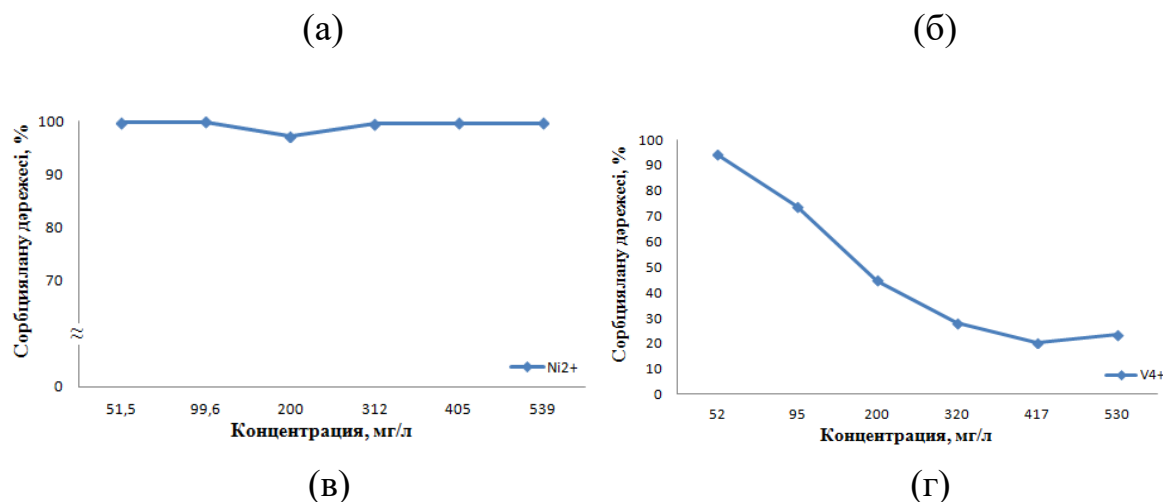
Талдауда Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , V^{4+} иондарының концентрациясын 50мг/л - ден 500мг/л - ге өсірдік, нәтижесінде өте жақсы сорбциялық дәрежені көрсетті.

3.4 Кесте – « $Me^{2+} - H_2O - \text{монтмориллонит}$ » жүйесіндегі сорбциялану дәрежесіне концентрацияның әсері

№	C _{Me} , мг/л	Сорбциялану дәрежесі, %			
		Mn^{2+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	V^{4+}
1	50	99,94	99,8	99,8	94,2
2	100	99,92	99,9	99,9	73,7
3	200	96,7	97	97,2	44,81
4	300	99,6	99,7	99,6	28,1
5	400	99,5	99,6	99,7	20,4
6	500	99,4	99,5	99,7	23,4

Ауыр металдарды табиғи бентонитпен сорбциялауда концентрацияны әсерін байқау үшін температура 35°С, уақыт 30 минут, Қ:С қатынасын 0,5:100, ал ауыспалы фактор ретінде концентрацияны 50 мг/л – ден 500мг/л – ге өзгерттік.





3.4 Сурет – Монтмориллонитің (а) марганец (II), (б) кобальт (II), (в) никель (II) және (г) ванадий (II) катиондарына қатысты сорбциялық қабілетіне концентрацияның әсері

3.4 а, б, в – суретте барлығы ұқсас мәндерді көрсеткен, мысалы концентрациясы 50 мг/л болатын марганец (99,94%), кобальт (99,98%), никель (99,8%), ал ванадий 50 мг/л (94,2%) - ден 400 мг/л - де (20,4%) – ке дейін төмендеген. Мұнда тек ванадий үшін табиғи сорбентпен тазалау үшін концентрациясы төмен ерітіндіні жаксы сорбциялайды, ал марганец, кобальт, никель ерітінділерінің концентрациясы қандай болсада табиғи монтмориллонитпен сорбциялауға болатынын айтуға болады.

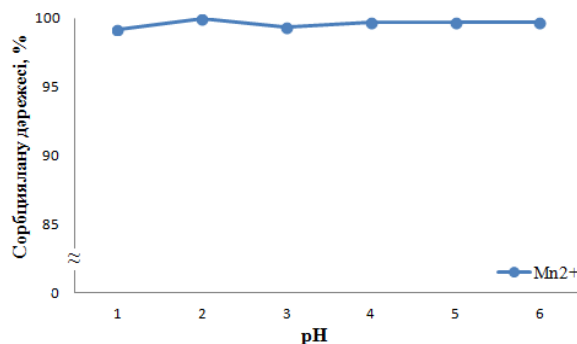
3.5 Монтмориллонитпен марганец, кобальт, никель және ванадий катиондарының сорбциялануына рН - тың әсері

Марганец, кобальт, никель және ванадий катиондарының сорбциялануына рН - тың әсері өте зор, рН - тың белгілі бір ортасын анықталып ары қарай зерттеулер жүргізіледі.

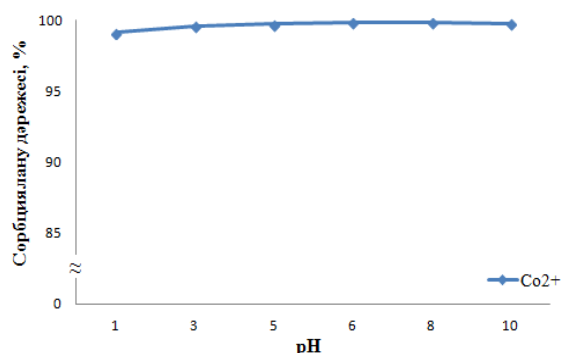
3.5 Кесте – « $Me^{2+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесіндегі сорбциялану дәрежесіне рН –тың әсері

№	рН	Сорбциялану дәрежесі, %			
		Mn^{2+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	V^{4+}
1	1	99,2	99,1	99,6	33,71
2	3	99,93	99,6	99,8	44,61
3	5	99,4	99,7	99,9	48,06
4	7	99,7	99,8	99,88	14,14
5	8	99,7	99,8	99,9	16,81
6	10	99,7	99,76	99,9	15,11

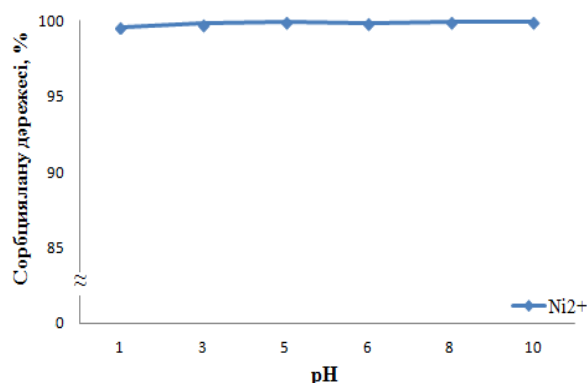
Сорбциялануға рН - тың әсерін зерттеу кезінде 1 - ден 10 - ға дейінгі мәндері алынды. Талдау нәтижесінде көрініп тұрғандай Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} иондарының сорбциялық дәрежесі біркелкі 99 пайыздан жоғары, ал V^{4+} ионының рН = 3 – 5 аралығында өсті 44,61- 48,06 пайыз, рН 7 - 10 аралығында сорбциялық дәрежесі төмендейді 14,14 - 15,11 пайыз.



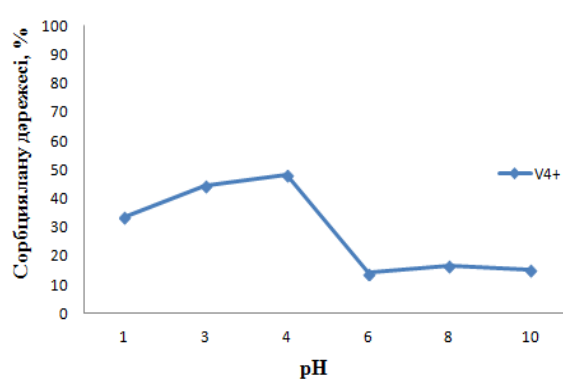
(а)



(б)



(в)



(г)

3.5 Сурет – Монтмориллонитің (а) марганец (II), (б) кобальт (II), (в) никель (II) және (г) ванадий (II) катиондарына қатысты сорбциялық қабілетіне рН – тың әсері

3.6 Табиғи монтмориллонитті марганец, кобальт, никель және ванадий катиондарын сорбциялағанға дейінгі және одан кейінгі физика - химиялық зерттеу

Физика - химиялық талдаудың маңызды әдісі инфрақызыл спектроскопия (ИҚС). Нәтижелерге қарап отырып, құрамында марганец, кобальт, никель және ванадий бар ерітіндімен араласқаннан кейінгі монтмориллониттің біршама өзгерістерге ұшырайтынын көруге болады. Инфрақызыл спектроскопия әдісі қышқылдық өңдеу және адсорбциялау кезінде сорбенттердің беттік топтарының қасиеттері мен адсорбцияланған молекулалардағы химиялық байланыстардың өзгеретіндігі туралы тікелей мағлұматтар алуға мүмкіндік беретінін айта кеткен жөн. Осыған байланысты табиғи өңделген

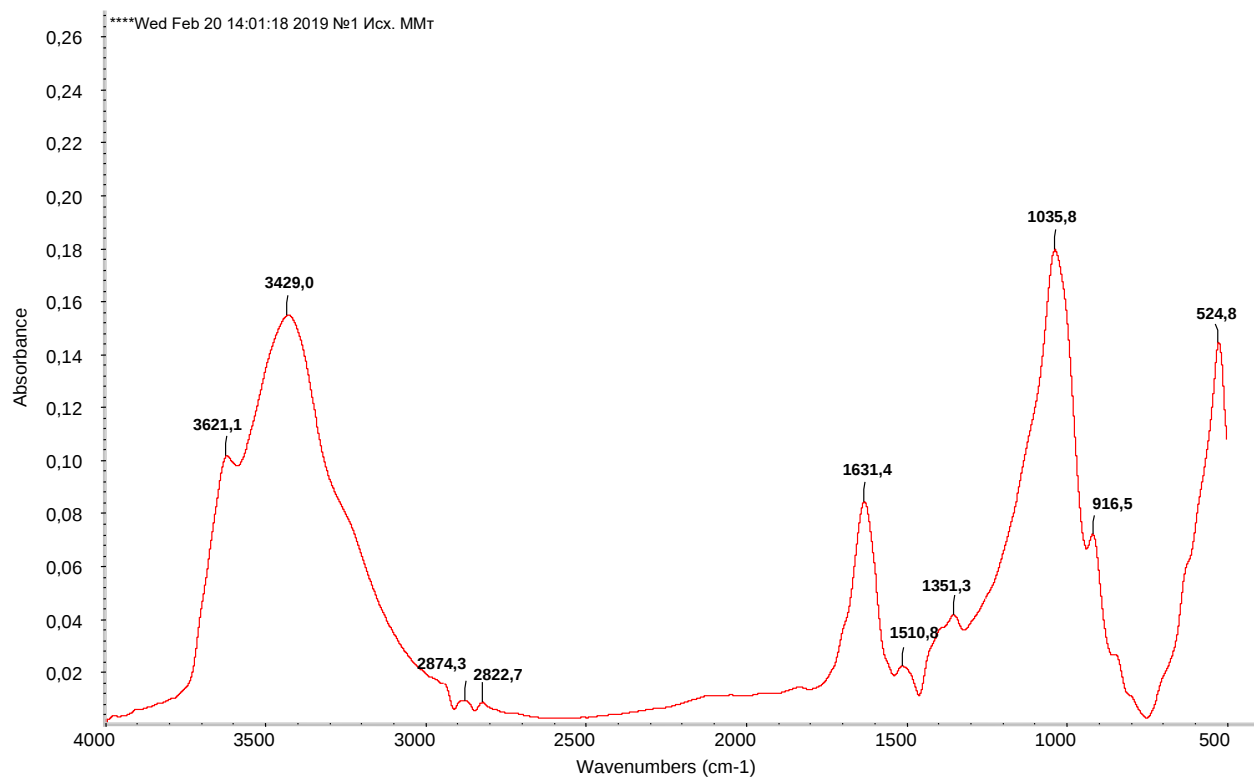
монтмориллонит пен зерттеліп отырған жүйелердегі марганец, кобальт, никель және ванадий катиондарының сорбциясынан кейін бөлініп алынған монтмориллониттің ИҚ спектрлеріне салыстырмалы талдау жасалды.

3.6 - суретте көрсетілгендей, бентониттің инфрақызыл спектрі валенттік және деформациялықосу тербелісі аймақтарында және де сыртқы тетраэдр аймағы бойынша тербелу біршама өзгереді. Мысалы, құрамында марганец, кобальт, никель және ванадий секілді ауыр металл катиондары бар ерітіндіден бөліп алынған сорбенттің спектрінде валентті су тербелістерінің жиілігінде 3400см^{-1} болғанда қосымша максимум пайда болады, ал табиғи монтмориллониттің ИҚ спектріндегі $3429,0\text{ см}^{-1}$ максимумы $3428,0\text{ см}^{-1}$ (Mn^{2+}), $3424,3\text{ см}^{-1}$ (Co^{2+}), $3422,8\text{ см}^{-1}$ (Ni^{2+}), $3426,3\text{ см}^{-1}$ (V^{4+}) дейінгі жоғары толқынды аймаққа қарай ығысады. Судың деформациялық тербелу аймағында табиғи монтмориллониттің спектрінде тіркелген $1631,4\text{ см}^{-1}$ жиілігі $1631,6\text{ см}^{-1}$ (Mn^{2+}), $1631,3\text{ см}^{-1}$ (Co^{2+}), $1631,9\text{ см}^{-1}$ (Ni^{2+}), және $1633,8\text{ см}^{-1}$ (V^{4+}) дейінгі жоғары толқынды аймаққа қарай ығысады. Құрамында марганец, кобальт, никель және ванадий бар ерітіндіні тазартып болғаннан кейінгі бөліп алынған монтмориллониттің инфрақызыл спектрінде тетраэдр байланыстарының тербелісін сипаттайтын аймақта қосымша $1353,0$; $918,8$; $527,8$ жиіліктері пайда болады, ал $1035,8\text{ см}^{-1}$ жиіліктері сәйкесінше $1035,9\text{ см}^{-1}$ дейінгі жоғарғы толқынды аймаққа ығысады.

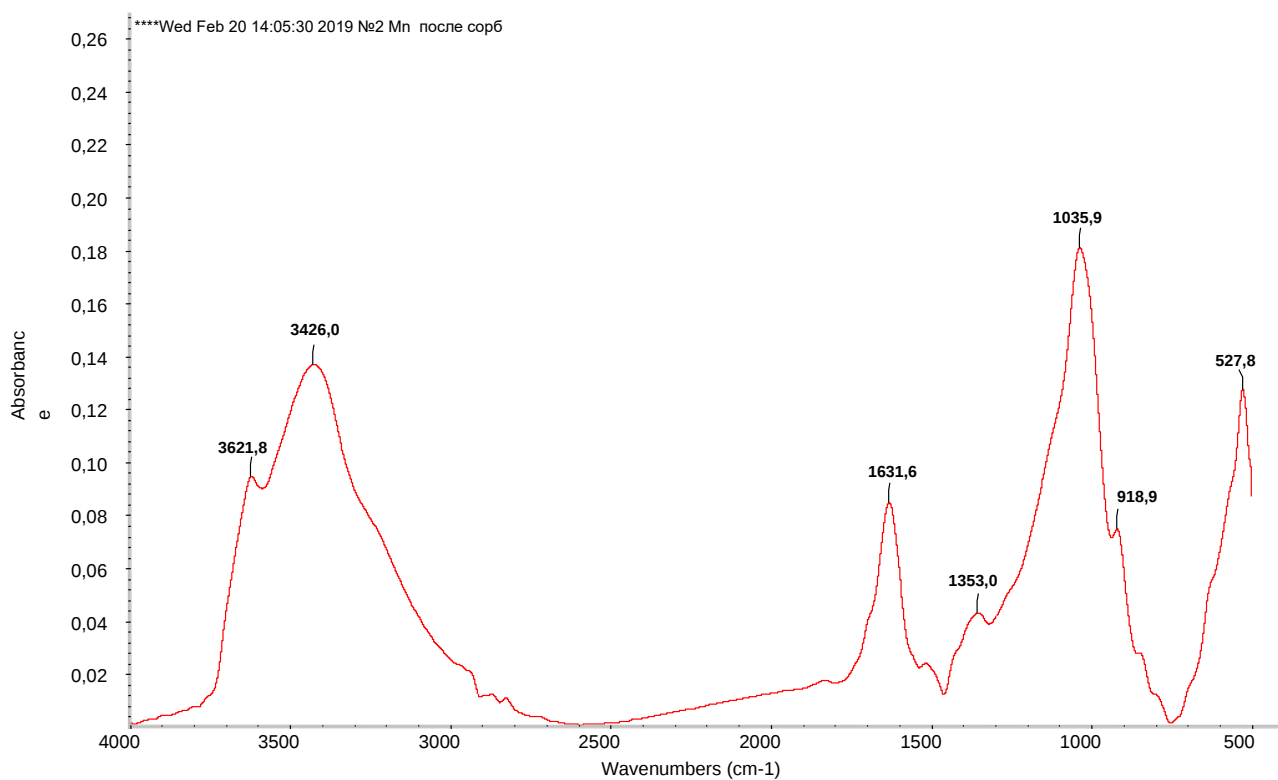
Кобальт бар ерітіндіні тазартып болғаннан кейінгі бөліп алынған монтмориллониттің ИҚ спектрінде тетраэдр байланыстарының тербелісін сипаттайтын аймақта қосымша $1355,0$; $528,2$ жиіліктері пайда болады және $2874,3\text{ см}^{-1}$ жиілігі $2872,9\text{ см}^{-1}$ дейінгі төмен толқынды аймаққа ығысады, ал $1035,8\text{ см}^{-1}$ жиіліктері сәйкесінше $1035,9\text{ см}^{-1}$ дейінгі жоғарғы толқынды аймаққа ығысады.

Никель бар ерітіндіні тазартып болғаннан соң бөліп алынған сазды алюмосиликаттың инфрақызыл спектрінде тетраэдр байланыстарының тербелісін сипаттайтын аймақта қосымша $1354,3$; $529,2$ жиіліктері пайда болады және $2874,3\text{ см}^{-1}$ жиілігі $2891,0\text{ см}^{-1}$ дейінгі төмен толқынды аймаққа ығысады, ал $1035,8\text{ см}^{-1}$ жиіліктері сәйкесінше $1038,4\text{ см}^{-1}$ дейінгі жоғарғы толқынды аймаққа ығысады.

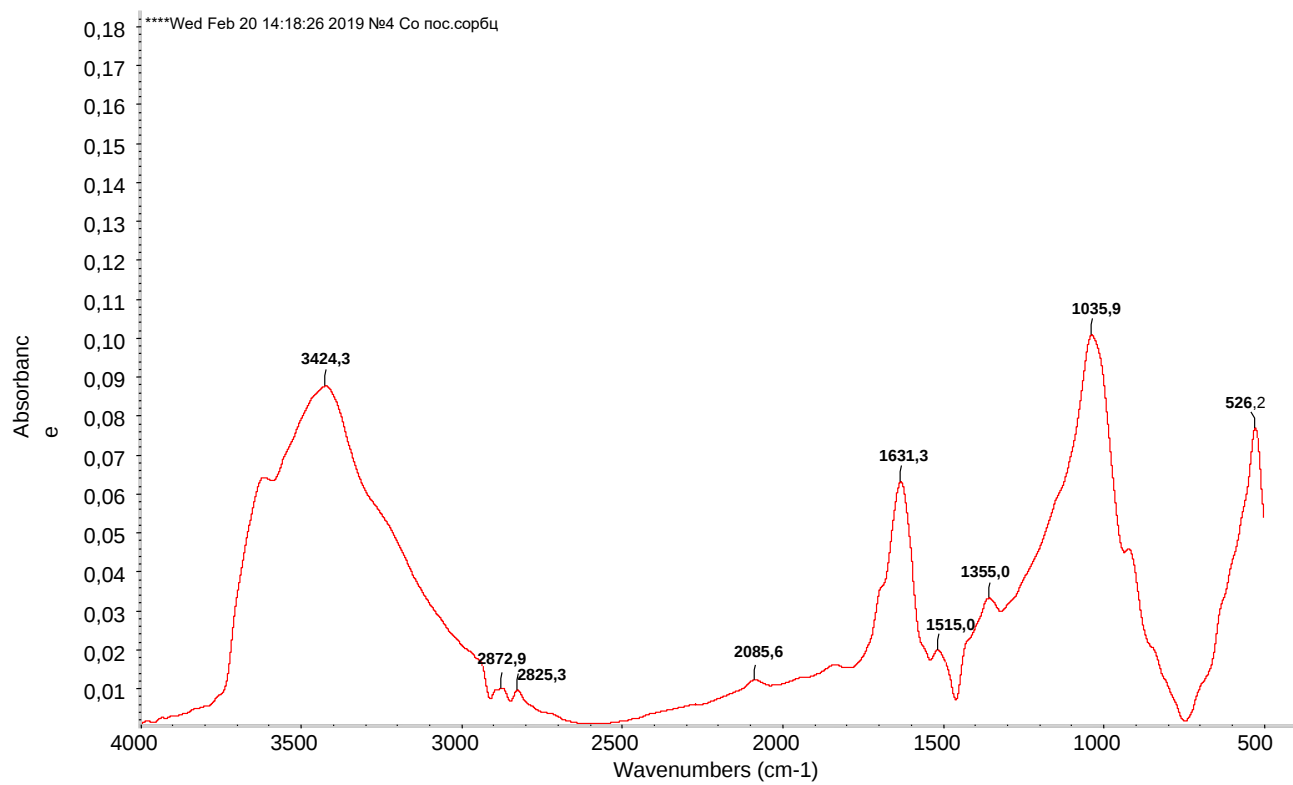
Ванадийлі ерітіндіден тазартылғаннан кейінгі бентониттің спектрінде тетраэдр байланыстарының тербелісін сипаттайтын аймақта қосымша $1395,0$; $528,8$ жиіліктері пайда болады, ал $1035,8\text{ см}^{-1}$ жиіліктері сәйкесінше $1038,5\text{ см}^{-1}$ дейінгі жоғарғы толқынды аймаққа ығысады.



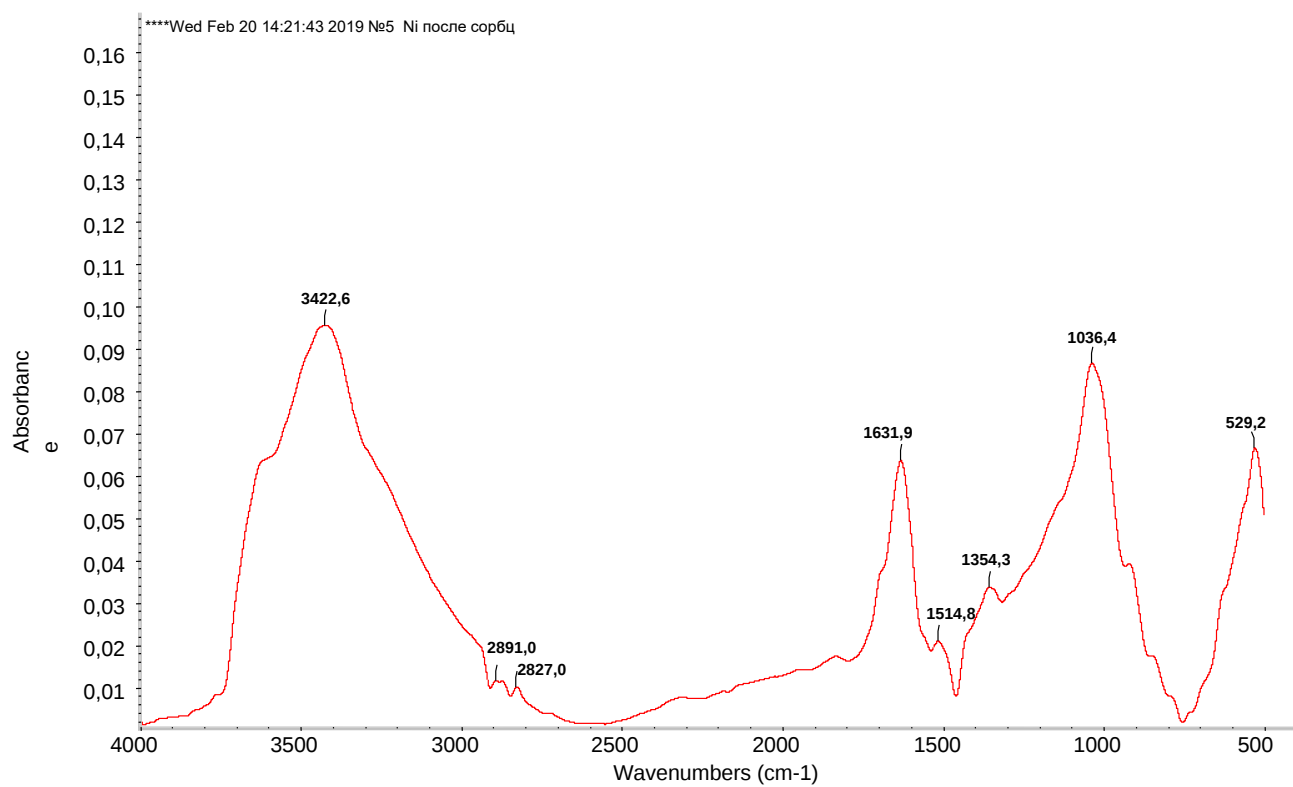
a)



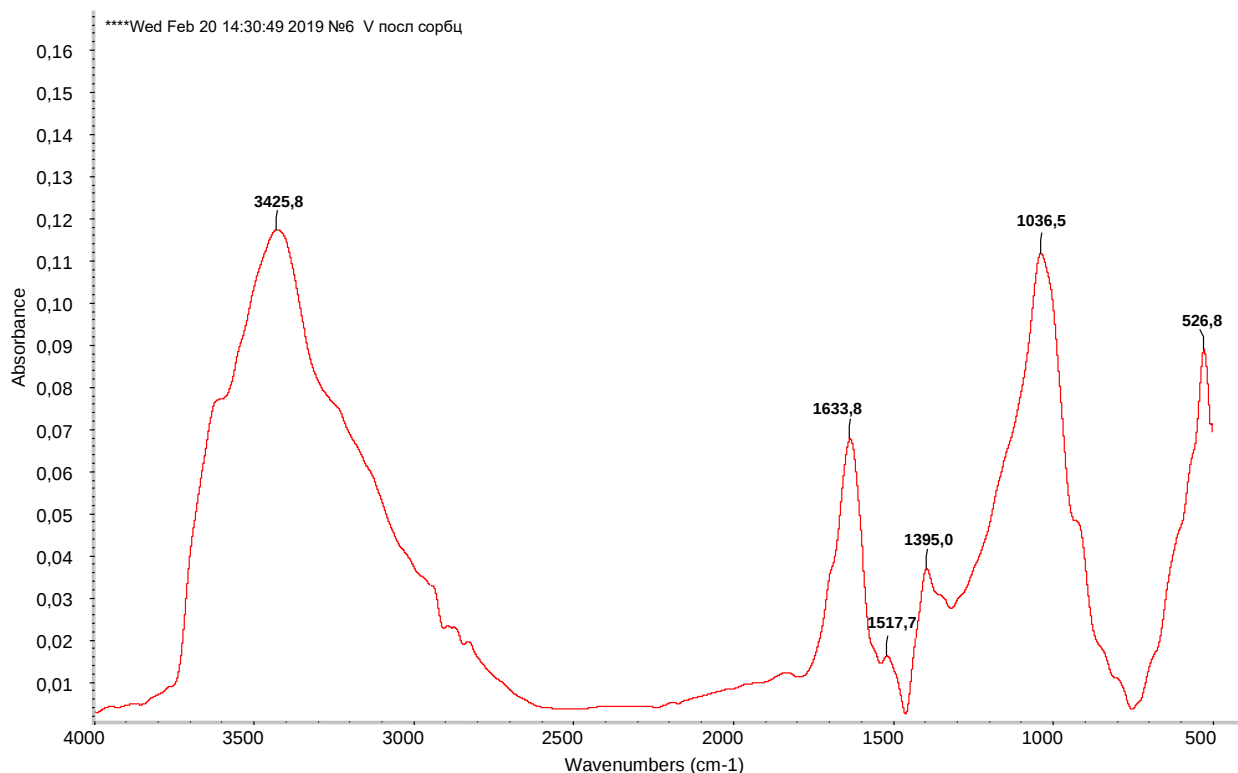
б)



В)



Г)



д)

а) табиғи монтмориллонит; б) марганец; в) кобальт; г) никель; д) ванадийі бар сулы ортадағы сорбциядан кейінгі монтмориллонит

3.6 Сурет – Монтмориллониттің ИК – спектрі

3.7 « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесінде сулы ортада марганец (II), кобальт (II), никель (II) және ванадий (IV) катиондарынан сорбциялық тазалау процесінде уақыттың әсері

Уақыттың әсерін анықтау үшін « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ – монтмориллонит» жүйесінде тұрақты факторларда зерттелінді: бұл жүйеде Қ:С қатынасын 0,5:100, Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , V^{4+} ионының концентрациясы – 200мг/л, $T = const$ (25⁰C) және ауыспалы фактор: уақыт- 5, 15, 30, 45, 60, 90 минут.

Ауыр металдардың, яғни марганец, кобальт, никель және ванадийдің монтмориллонитпен сорбциялануына уақыттың әсері 3.6 – кестеде көрсетілген.

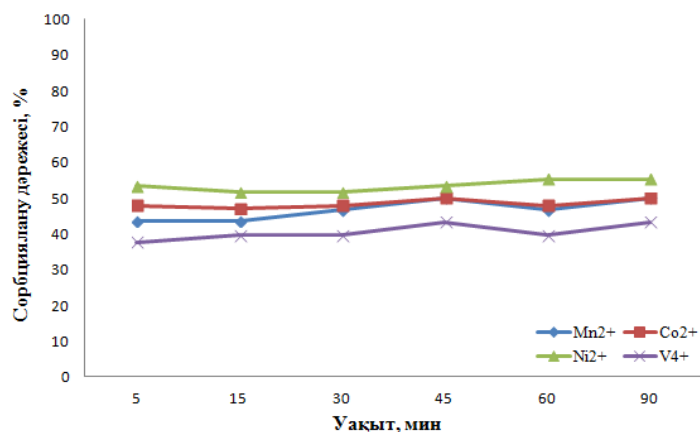
Яғни уақыт өткен сайын марганец, кобальт, никель және ванадий катиондарының уақытқа тәуелді сорбциялану қисықтары түзу сызықты сипатқа ие болады. Тәжірибеде алынған түзу сызықты мәліметтер төменде көрсетілген.

3.6 – Кесте « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ – монтмориллонит» жүйесінде сулы ортада ауыр металл катиондарын тазалау процесінде уақыттың әсері

№	Уақыт, мин	Сорбциялану дәрежесі, %			
		Mn^{2+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	V^{4+}
1	5	43,54	48	53,57	37,73

2	15	43,54	47	51,78	39,62
3	30	46,77	48	51,78	39,62
4	45	50	50	53,57	43,39
5	60	46,77	48	55,35	39,62
6	90	50	50	55,35	43,39

Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , V^{4+} катиондарының кинетикалық сорбциялану қисықтары уақыттың әсері кезінде, 30 минутта Mn^{2+} сорбциялану дәрежесі 46,77 пайызға тең, ал Co^{2+} 48 пайызға, Ni^{2+} 51,78 пайызға, ал V^{4+} 39,62 пайызға жетті.



3.7 Сурет - « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесіндегі сорбциялану дәрежесіне уақыттың әсері

3.7 - суретте « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесіндегі табиғи монтмориллонитпен сорбциялану процесінде катиондардың ішінде ең жоғары сорбциялану қисығы никельді, ал ең төменгі сорбциялану қисығын ванадий көрсеткен.

3.8 Температураға байланысты « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ – монтмориллонит» жүйесінде сулы ортада марганец (II), кобальт (II), никель (II) және ванадий (II) катиондарының сорбциясы

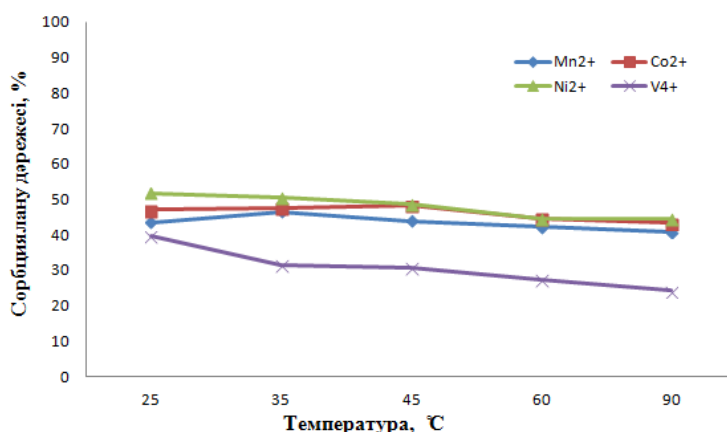
« $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесіндегі табиғи монтмориллонитпен сорбциялану процесін 25 – 90 °C температурада 30 минут ішінде, металдар концентрациясы 200 мг/л аралығында жүргізілді.

3.7 Кесте – « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесінде сулы ортада ауыр металл катиондарын тазалау процесінде температураның әсері

№	T, °C	Сорбциялану дәрежесі, %			
		Mn^{2+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	V^{4+}
1	25	43,54	47	51,78	39,62

2	35	46,49	47,61	50,48	31,55
3	45	43,94	48,23	48,54	30,6
4	60	42,35	44,49	44,46	27,47
5	90	40,76	43,24	44,66	24,17

« $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесінде сорбциялану дәрежесі 2 – кесте бойынша салынған суретте көрсетілген. Бұл жүйе ішінде марганец, кобальт және никель қисықтары дерлік ұқсас сорбцияланды. 35 °C – та Mn^{2+} (46,49%), Co^{2+} 45 °C – та (48,23%) және Ni^{2+} 35 °C – та (50,48%), V^{4+} 25 °C – та (39,62%) максималды дәрежеге жетті. Ванадийдің сорбциялану дәрежесіне жоғары температураның қажеті жоқ. 90 °C – та (24,17%) дейін төмендегенін байқауға болады.



3.8 Сурет – « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ – монтмориллонит» жүйесіндегі сорбциялану дәрежесіне температураның әсері

3.9 Монтмориллонитің марганец (II), кобальт (II), никель (II) және ванадий (IV) катиондарына қатысты « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ – монтмориллонит» жүйесінде сорбциялық қабілетіне оның мөлшерінің әсер етуі

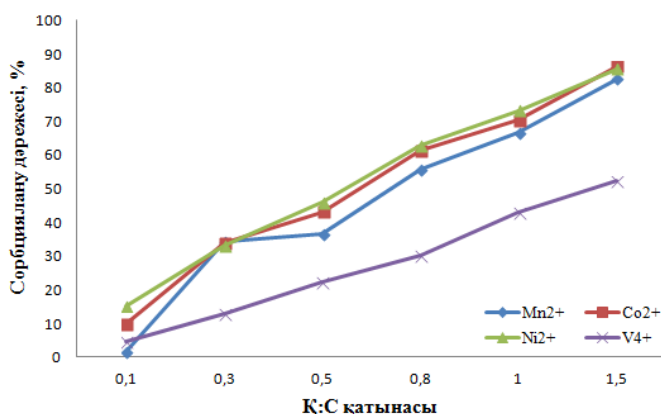
Сорбция процесіне әсер ететін маңызды факторлардың бірі Қ:С қатынасы, яғни сорбенттің мөлшері болып табылады. Осы тәжірибелер топтамасында « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесінің сұйық фазасындағы Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , V^{4+} катиондарының қалған мөлшеріне табиғи монтмориллонит мөлшерінің әсерін зерттелінді.

3.8 Кесте – « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесінде сулы ортада ауыр металл катиондарын тазалау процесінде Қ:С қатынасы әсері

№	Қ:С қатынасы	Сорбциялану дәрежесі, %			
		Mn^{2+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	V^{4+}
1	0,1:100	1,5	9,77	15,22	4,58

2	0,3:100	34,3	34,09	33,12	12,84
3	0,5:100	36,79	43,18	46,09	22,2
4	0,8:100	55,66	61,36	62,96	30,27
5	1:100	66,6	70,45	73,25	43,11
6	1,5:100	82,64	86,36	85,59	52,29

3.8 - кестеде байқағанымыздай 0,1:100 қатынаста марганец катионы 1,5 пайыз, ал кобальт катионы 9,77 пайыз, никель катионы 15,22 пайыз, ванадий катионы 4,58 пайызды көрсетті. Ең жоғарғы сорбциялану дәрежесі 1,5:100 қатынаста марганец катионы 82,64 пайыз, ал кобальт катионы 86,36 пайыз, никель катионы 85,59 пайыз, ванадий катионы 52,29 пайызға дейін жоғарылады.



3.9 Сурет – «Mn²⁺ – Co²⁺ – Ni²⁺ – V⁴⁺ – H₂O –монтмориллонит» жүйесіндегі сорбциялану дәрежесіне оның мөлшерінің әсері

Мұнда монтмориллониттің нормасын өсірген сайын суды тазалау дәрежесі артады. 2 - суретте көріп тұрғанымыздай суды тазалау «Mn²⁺ – Co²⁺ – Ni²⁺ – V⁴⁺ – H₂O –монтмориллонит» жүйесінде К:С қатынасы әсер ететін фактор болып табылады.

3.10 Концентрацияға байланысты «Mn²⁺ – Co²⁺ – Ni²⁺ – V⁴⁺ – H₂O – монтмориллонит» жүйесіндегі ауыр металл катиондарының табиғи бентонитпен сорбциялануы

3.10.1 «Mn²⁺ – Co²⁺ – Ni²⁺ – V⁴⁺ – H₂O –монтмориллонит» жүйесіндегі ванадий катионының концентрациясының әсері

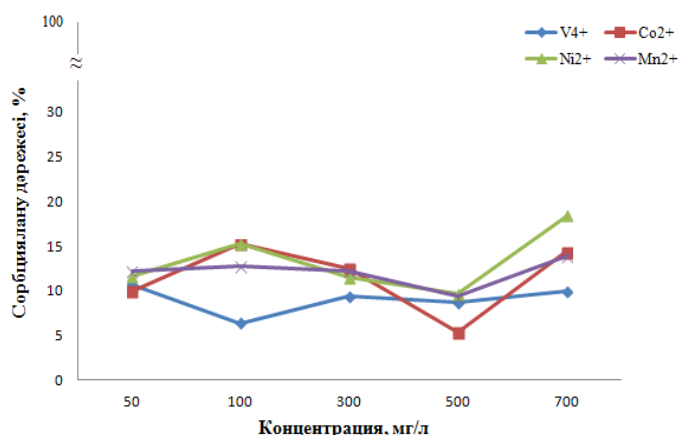
«Mn²⁺ – Co²⁺ – Ni²⁺ – V⁴⁺ – H₂O –монтмориллонит» жүйесіндегі сорбциялану дәрежесіне концентрацияның әсерін зерттелінді. Мұнда К:С қатынасын 0,5:100, уақыт 15 минут, T = const (25⁰C) және Co²⁺, Ni²⁺, Mn²⁺

иондарының концентрациясы - 200 мг/л, ал V^{4+} ионының концентрациясы - 50, 100, 300, 500, 700мг/л

3.9 Кесте – « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесінде сулы ортада ауыр металл катиондарын тазалау процесінде ванадий катионының концентрациясының әсері

№	$C_{V^{4+}}, \text{мг/л}$	Сорбциялану дәрежесі, %			
		V^{4+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	Mn^{2+}
1	50	10,64	9,94	11,57	12,15
2	100	6,36	15,20	15,26	12,74
3	300	9,34	12,5	11,41	12,21
4	500	8,66	5,31	9,60	9,31
5	700	9,88	14,35	18,38	13,83

3.9 – кестеде байқағанымыздай ванадий катионының концентрациясы 50мг/л – де 10,64 пайыз, ал 700 мг/л – де 9,88 пайыз, мұнда айтарлықтай қатты өзгеріс байқалып тұрған жоқ. Басқа металл катиондарының арасында қатты өзгеріс жоқ. Демек каншалықты концентрациясы жоғары болсада табиғи сорбентті қолдану арқылы сорбциялауға болады.



3.10 Сурет – « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесінде сулы ортада ауыр металл катиондарын тазалау процесінде ванадий катионының концентрациясының әсері

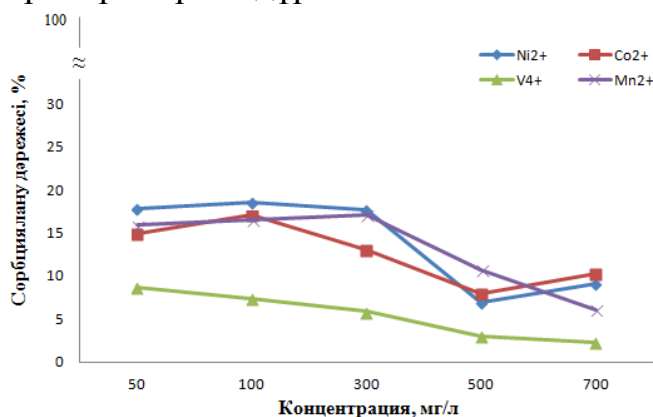
3.10.2 « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесіндегі никель катионының концентрациясының әсері

Жүйе бойынша Қ:С қатынасын 0,5:100, уақыт 15 минут, $T = \text{const}$ (25°C) және Co^{2+} , V^{4+} , Mn^{2+} иондарының концентрациясы - 200 мг/л, ал Ni^{2+} ионының концентрациясы - 50, 100, 300, 500, 700мг/л

3.10 Кесте – « $\text{Mn}^{2+} - \text{Co}^{2+} - \text{Ni}^{2+} - \text{V}^{4+} - \text{H}_2\text{O}$ –монтмориллонит» жүйесін сорбциялау процесінде никель катионының концентрациясының әсері

№	$\text{C}_{\text{Ni}^{2+}}, \text{мг/л}$	Сорбциялану дәрежесі, %			
		Ni^{2+}	Co^{2+}	V^{4+}	Mn^{2+}
1	50	17,77	14,87	8,64	15,85
2	100	18,47	17,01	7,34	16,46
3	300	17,69	13,06	5,85	17,06
4	500	6,93	8	3,04	10,76
5	700	9,13	10,29	2,29	6,07

Кестеде көрсетілгендей никель катионының концентрациясын ауыспалы фактор ретінде 50 мен 700 мг/л арасында өзгерттік. Мұнда 50 мг/л – де 17,77 пайызды, ал 700 мг/л – де 9,13 пайызды көрсетті. Co^{2+} , V^{4+} , Mn^{2+} иондарының концентрациялары артқан сайын сорбциялану дәрежесінің төмендегенін байқауға болады. Демек концентрациясы жоғары суларды тазалау үшін монтмориллонит мөлшерін арттырған дұрыс.



3.11 Сурет – « $\text{Mn}^{2+} - \text{Co}^{2+} - \text{Ni}^{2+} - \text{V}^{4+} - \text{H}_2\text{O}$ –монтмориллонит» жүйесін сорбциялау процесінде никель катионының концентрациясының әсері

3.10.3 « $\text{Mn}^{2+} - \text{Co}^{2+} - \text{Ni}^{2+} - \text{V}^{4+} - \text{H}_2\text{O}$ –монтмориллонит» жүйесіндегі кобальт катионының концентрациясының әсері

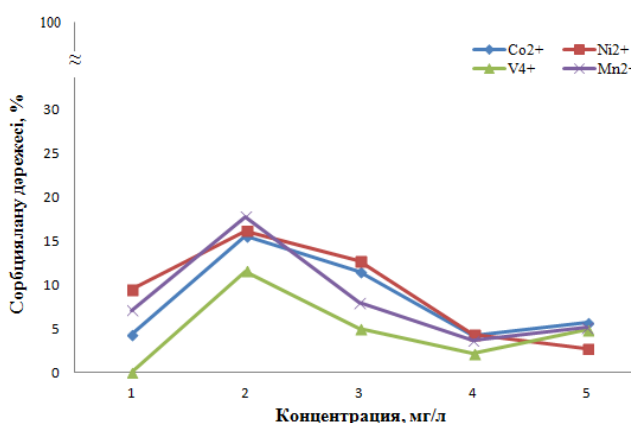
Мұнда Қ:С қатынасын 0,5:100, уақыт 15 минут, $T = \text{const}$ (25°C) және Ni^{2+} , V^{4+} , Mn^{2+} иондарының концентрациясы - 200 мг/л, ал Co^{2+} ионының концентрациясы - 50, 100, 300, 500, 700мг/л.

3.11 Кесте – « $\text{Mn}^{2+} - \text{Co}^{2+} - \text{Ni}^{2+} - \text{V}^{4+} - \text{H}_2\text{O}$ –монтмориллонит» жүйесін сорбциялау процесінде кобальт катионының концентрациясының әсері

№	$\text{C}_{\text{Co}^{2+}}, \text{мг/л}$	Сорбциялану дәрежесі, %			
		Co^{2+}	Ni^{2+}	V^{4+}	Mn^{2+}
1	50	4,34	9,46	0	7,11

2	100	15,53	16,2	11,55	17,8
3	300	11,49	12,77	4,96	7,98
4	500	4,19	4,37	2,11	3,65
5	700	5,71	2,71	4,89	5,14

« $\text{Mn}^{2+} - \text{Co}^{2+} - \text{Ni}^{2+} - \text{V}^{4+} - \text{H}_2\text{O}$ –монтмориллонит» жүйесінде кобальт катионының концентрациясын ауыспалы фактор ретінде алдық. Мұнда барлық катион концентрациясы 100мг/л болған жағдайда максималды сорбциялық дәрежені көрсетті, Co^{2+} (15,53%), Ni^{2+} (16,2%), Mn^{2+} (17,8%) және V^{4+} (11,55%). Айтылатын жағдай өте концентрлі ағынды суды тазалау үшін тағансорбенттің көлемін көбейту керек.



3.12 Сурет – « $\text{Mn}^{2+} - \text{Co}^{2+} - \text{Ni}^{2+} - \text{V}^{4+} - \text{H}_2\text{O}$ –монтмориллонит» жүйесін сорбциялау процесінде кобальт катионының концентрациясының әсері

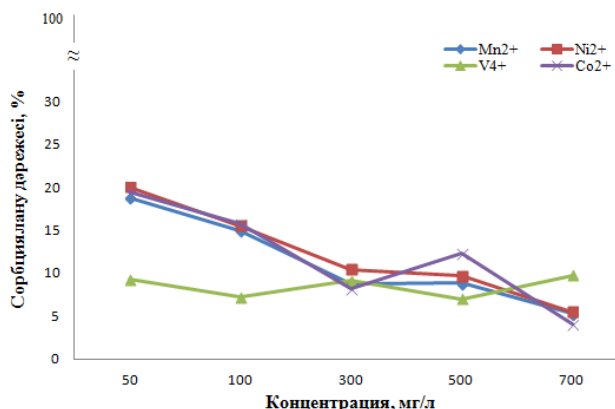
3.10.4 « $\text{Mn}^{2+} - \text{Co}^{2+} - \text{Ni}^{2+} - \text{V}^{4+} - \text{H}_2\text{O}$ –монтмориллонит» жүйесіндегі марганец катионының концентрациясының әсері

« $\text{Mn}^{2+} - \text{Co}^{2+} - \text{Ni}^{2+} - \text{V}^{4+} - \text{H}_2\text{O}$ –монтмориллонит» жүйеде ауыспалы фактор Mn^{2+} ионының концентрациясы - 50, 100, 300, 500, 700мг/л. Ni^{2+} , V^{4+} , Co^{2+} иондарының концентрациясы - 200 мг/л.

3.12 Кесте – « $\text{Mn}^{2+} - \text{Co}^{2+} - \text{Ni}^{2+} - \text{V}^{4+} - \text{H}_2\text{O}$ –монтмориллонит» жүйесін сорбциялау процесінде марганец катионының концентрациясының әсері

№	$\text{C}_{\text{Mn}^{2+}}$, мг/л	Сорбциялану дәрежесі, %			
		Mn^{2+}	Ni^{2+}	V^{4+}	Co^{2+}
1	50	18,75	20	9,21	19,38
2	100	14,96	15,5	7,21	15,76
3	300	8,73	10,43	9,17	8,16
4	500	8,81	9,65	7	12,25
5	700	5,28	5,46	9,73	4

3.12 – кестеде байқағанымыздай Mn^{2+} ионы концентрациясы төмен кезде сорбциялау дәрежесі жоғары, 50мг/л – де 18,75 пайыз, сәйкесінше Ni^{2+} , Co^{2+} , V^{4+} максималды сорбциялау дәрежесі байқалды, 50мг/л (20%), (9,21%), (19,38%).



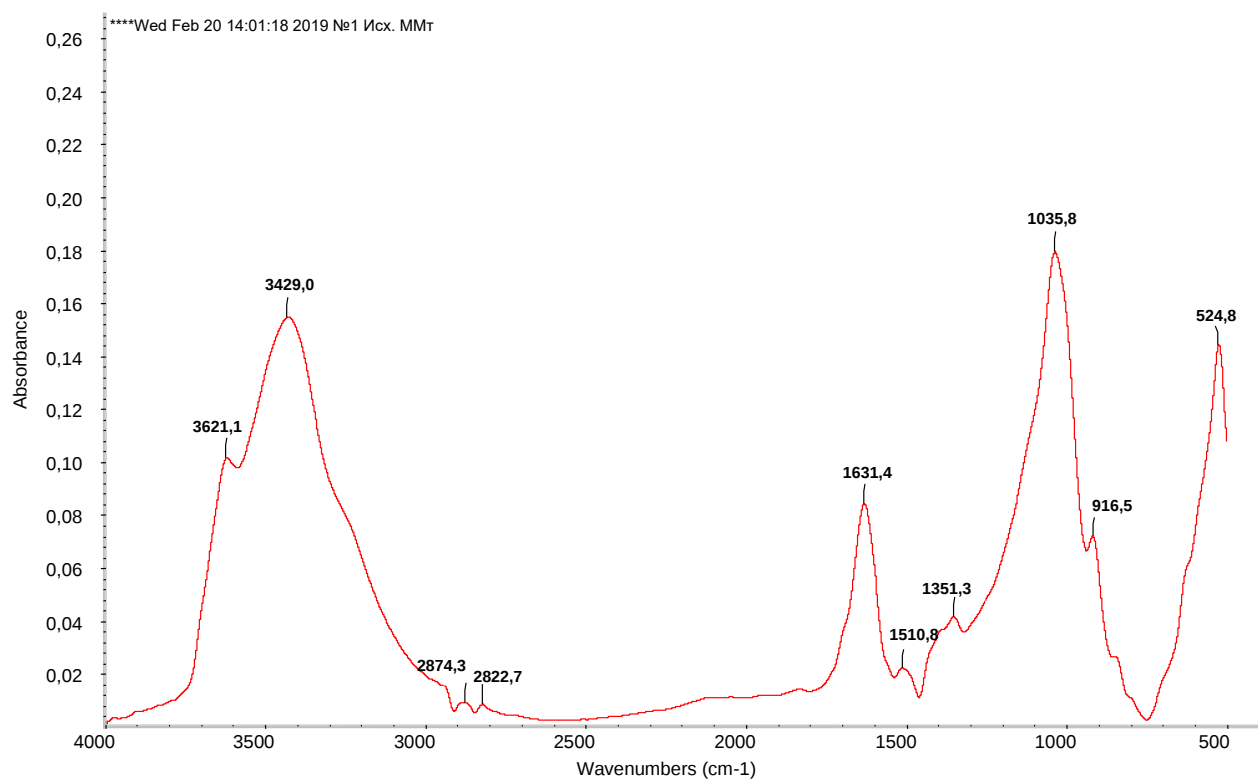
3.13 Сурет – « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ –монтмориллонит» жүйесін сорбциялау процесінде марганец катионының концентрациясының әсері

Қорыта келе ауыр металл ионының концентрациясы төмен жағдайда сорбциялау дәрежесі жоғары болады. Өте концентрлі ағынды суды тазалау үшін көп мөлшерде сорбент қажет болады.

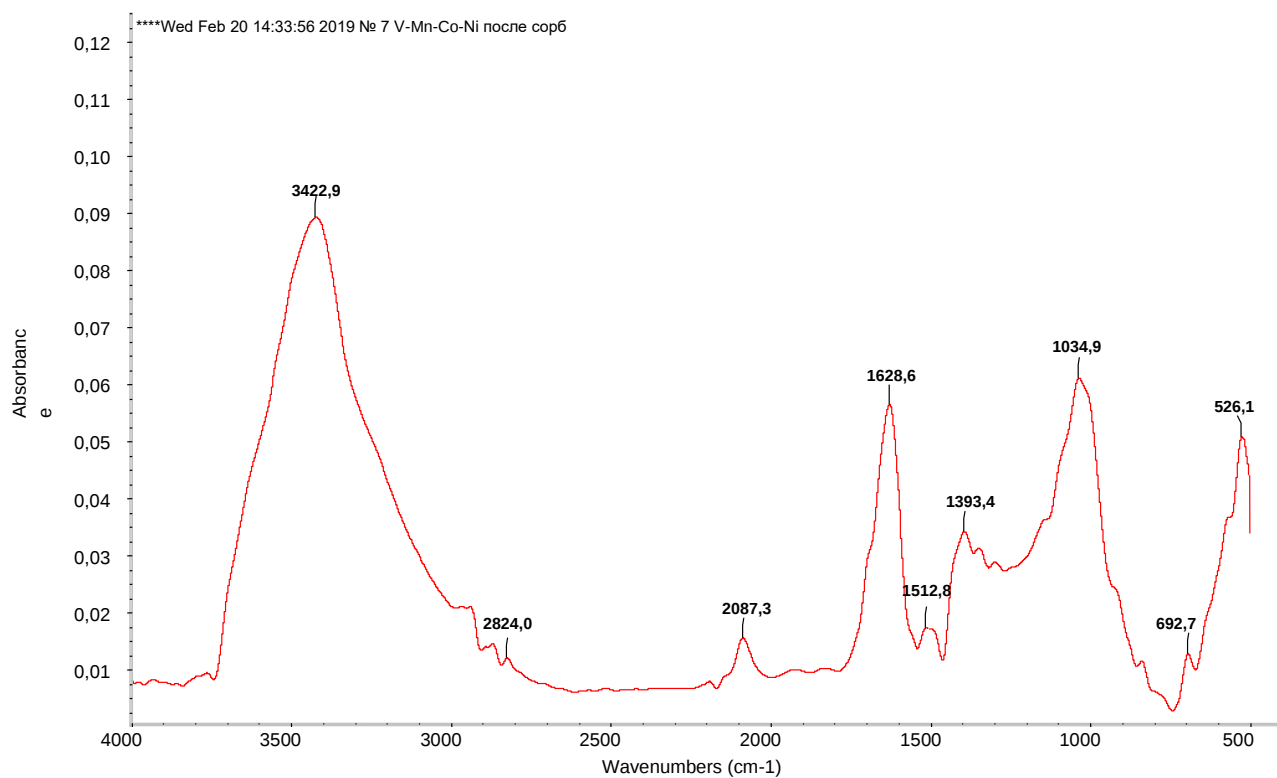
3.11 Төрт компонентті жүйені табиғи монтмориллонитпен сорбциялағанда марганец, кобальт, никель және ванадий катиондарын сорбциялағанға дейінгі және одан кейінгі физика - химиялық зерттеу

3.14 – суретте көрсетілгендей, тағансорбенттің инфрақызыл спектрі валенттік, деформациялықосу тербелісі аймақтарында және сыртқы тетраэдр аймағы бойынша тербелу біршама өзгереді. « $Mn^{2+} - Co^{2+} - Ni^{2+} - V^{4+} - H_2O$ – монтмориллонит» жүйесін ауыр металл катиондары бар ерітіндіден бөліп алынған сорбенттің спектріnde валенттік су тербелістерінің жиілігінде 3400см^{-1} болғанда қосымша максимум пайда болады, ал табиғи монтмориллониттің ИҚ спектріndeгі $3429,0\text{ см}^{-1}$ максимумы $3422,9\text{ см}^{-1}$ дейінгі жоғары толқынды аймаққа қарай ығысады.

Ауыр металл катиондары бар ерітіндіні тазартып болғаннан кейінгі бөліп алынған монтмориллониттің ИҚ спектріnde тетраэдр байланыстарының тербелісін сипаттайтын аймақта қосымша $1393,4$; $692,7$; $528,1$ жиіліктері пайда болады және $2874,3\text{ см}^{-1}$ жиілігі $2824,0\text{ см}^{-1}$ дейінгі төмен толқынды аймаққа ығысады, ал $1035,8\text{ см}^{-1}$ жиіліктері сәйкесінше $1034,9\text{см}^{-1}$ дейінгі жоғарғы толқынды аймаққа ығысады.



a)



б)

а) табиғи монтмориллонит; б) марганец, кобальт, никель және ванадийі бар сулы ортадағы сорбциядан кейінгі монтмориллонит

3.14 Сурет – Монтмориллониттің ИК – спектрі

4 Сулы ортадағы марганец, кобальт, никель және ванадий тұздарына қатысты модификацияланған монтмориллониттің сорбциялық қабілеті

Табиғи бентонитті модификация жасау үшін табиғи полисахарид Гуар камеді қолданылды.

Ең алдымен 50 мл дистилденген суға 5 г табиғи монтмориллонитті қосып 6 сағат бойы араластырамыз, монтмориллонитті фильтрден өткіземіз. Жуылған монтмориллонит қалдығын стақанға алмастырамыз және оған 50 мл 10% HCl ерітіндісін аз мөлшерде үстіне құямыз, содан кейін реакция тоқтатылғаннан кейін рН мәні 3-тен кем болмауы үшін көмір қышқыл газының көпіршігінің пайда болғанына дейін ұстаймыз. Содан кейін қалған қалдықтан Cl⁻ ионын жою үшін көп мәрте дистилденген сумен жуамыз. Ары қарай алынған Na-формалы ММТ-ні стақанға саламыз және үстіне 90 мл су қосамыз. Кейін сол стақанға дайындалған гуар ерітіндісін қосамыз. Алынған суспензияны 50°C жағдайда 48 сағатқа немесе 6 күнге араластыруға қоямыз. Бастапқы реакциялық көлемін бақылап отырамыз. Бионанокөмірді фильтрден өткізіп сумен шаямыз, 50°C температурада 5 сағатқа кептіруге қоямыз. Осылайша алынған бионанокөмірімізді ауыр металл катиондарымен ластанған ағынды суларды тазартуға қолданып көрдік. Таза ММТ-мен сорбциялауға қабілетін салыстырып көрдік.

4.1 Модификацияланған монтмориллониттің сорбциялық қабілетіне ванадий катионы концентрациясының әсері

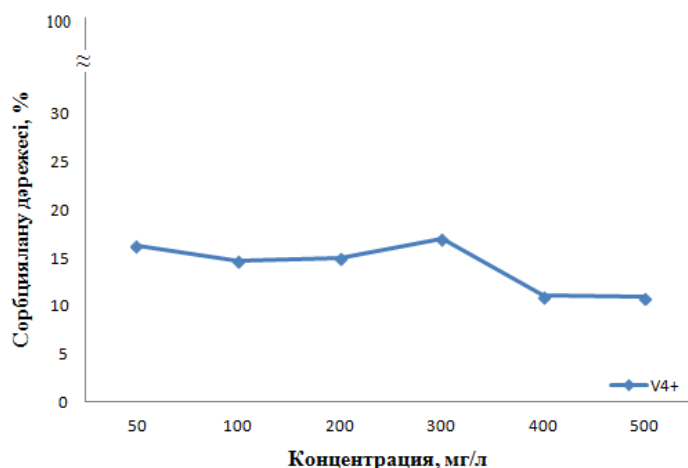
Ауыр металдарды модификацияланған бентонитпен сорбциялауда концентрацияны әсерін байқау үшін температура 25°C, уақыт 30 минут, Қ:С қатынасын 0,5:100, ал ауыспалы фактор ретінде ванадий катионының концентрациясын 50 мг/л – ден 500 мг/л – ге өзгертеміз.

4.1 Кесте – «V⁴⁺ – H₂O – модификацияланған монтмориллонит» жүйесіндегі сорбциялану дәрежесіне концентрациясының әсері

№	C _{v4+} , мг/л	Сорбциялану дәрежесі, %	қалдық
1	50	16,36	83,7
2	100	14,76	85,24
3	200	15	85
4	300	20,83	79,17
5	400	11,08	88,92
6	500	10,91	89,09

Кестеден байқағанымыздай сорбциялау дәрежесі өте төмен, максималды сорбциялау дәрежесі 300 мг/л концентрацияда небәрі 20,83 пайыз. Суда қалған

қалдық мөлшеріде өте көп. Ары қарай салыстырмалы түрде уақыттың және оның мөлшерінің қатысымен зерттеп қарап көрдік.



4.1 Сурет – « V^{4+} – H_2O – модификацияланған монтмориллонит» жүйесін сорбциялау үшін ванадий концентрациясының әсері

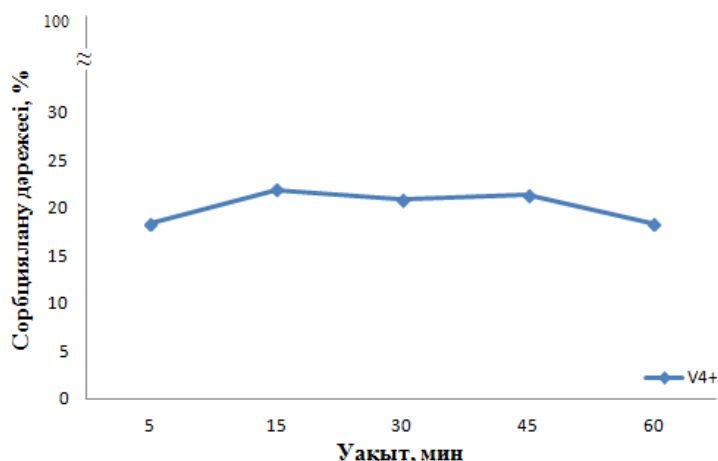
4.2 Ванадий (IV) катионының модификацияланған монтмориллонитпен сорбциялануына уақыттың әсері

Модификацияланған монтмориллонитпен сорбция процесіне қолданған кезде уақыттың әсерінде қарастырдық. Уақыт аса маңызды факторлардың бірі екенін ескере отырып, ауыспалы фактор ретінде уақытты 5 және 60 минут арасында өзгерттік.

4.2 Кесте – « V^{4+} – H_2O – модификацияланған монтмориллонит» жүйесіндегі сорбциялану дәрежесіне уақыттың әсері

№	Уақыт, мин	Сорбциялану дәрежесі, %	қалдық
1	5	18,4	81,6
2	15	21,89	78,11
3	30	20,89	79,11
4	45	21,39	78,61
5	60	18,4	81,6

Уақыттың әсері кезінде де сорбциялау дәрежесі аса қатты өзгеріс байқалмағанын көруге болады. Мұнда сорбциялау дәрежесі 18,4 пайызбен 21,89 пайыз арасында.



4.2 Сурет – «V⁴⁺– H₂O – модификацияланған монтмориллонит» жүйесіндегі сорбциялану дәрежесіне уақыттың әсері

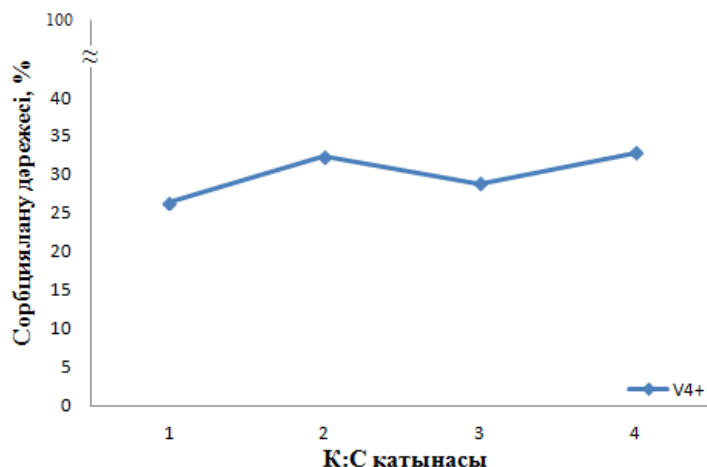
4.3 Модификацияланған монтмориллониттің ванадий (IV) катионына қатысты сорбциялық қабілетіне оның мөлшерінің әсер етуі

Ластанған суларды тазалау процесі кезінде қолданылатын сорбенттің мөлшері аса маңызды. Бұл тәжірибеде «V⁴⁺– H₂O – модификацияланған монтмориллонит» жүйесінде жүргізілді. Сорбциялауға оның мөлшерінің қатынасына байланысты мынадай нәтижелер алынды.

4.3 Кесте – «V⁴⁺– H₂O – модификацияланған монтмориллонит» жүйесінде сулы ортада ауыр металл катионын тазалау процесінде Қ:С қатынасының әсері

№	Қ:С қатынасы	Сорбциялану дәрежесі, %	қалдық
1	1:100	26,36	73,64
2	2:100	32,33	67,66
3	3:100	28,85	71,14
4	5:100	32,83	67,16

Кестеде байқағанымыздай 1:100 қатынаста 26,36 пайыз, қалған қалдық мөлшері 73,64 пайыз, ал 5:100 қатынаста 32,83 пайызға жетті, қалған қалдық мөлшері 67,16 пайызға жетті.



4.3 Сурет - «V⁴⁺ – H₂O – модификацияланған монтмориллонит» жүйесінде сулы ортада ванадий катионын тазалау процесінде Қ:С қатынасының әсері

4.4 «Mn²⁺ – Co²⁺ – Ni²⁺ – H₂O – модификацияланған монтмориллонит» жүйесіндегі ауыр металл катионына қатысты сорбциялық қабілетіне оның мөлшерінің әсер етуі

Осы тәжірибеде «Mn²⁺ – Co²⁺ – Ni²⁺ – H₂O –модификацияланған монтмориллонит» жүйесінің сұйық фазасындағы ауыр металл катиондарының қалған мөлшеріне модификацияланған монтмориллонит мөлшерінің әсері қарастырылды. Яғни табиғи ММТ қарағанда модификацияланған ММТ мөлшерін салыстырмалы түрде зерттеп қарастырып көрдік.

4.4 Кесте – «Mn²⁺ – Co²⁺ – Ni²⁺ – H₂O – модификацияланған ММТ» жүйесіндегі ауыр металл катионына қатысты сорбциялық қабілетіне оның мөлшерінің әсер етуі

№	Қ:С қатынасы	Mn ²⁺		Co ²⁺		Ni ²⁺	
		Сорбциялану дәрежесі, %	Қалдық %	Сорбциялану дәрежесі, %	Қалдық %	Сорбциялану дәрежесі, %	Қалдық %
1	1,5:100	9,79	90,2	14,56	85,43	15,45	84,54
2	3:100	14	86	17,2	82,8	19,31	80,69
3	5:100	18,36	81,6	23,78	76,21	24,63	75,36

Кестеде байқағанымыздай сорбциялану дәрежесі аса жоғары емес, яғни модификацияланған ММТ қолданып ластанған суды сорбциялағанда 1,5:100 және 5:100 қатынасын салыстырмалы түрде жасап көрдік. Сорбциялану дәрежелері өте төмен мәндерді көрсетті.

5 Ағынды суларды ауыр металдар катиондарынан тазартудың аз қалдықты технологиясын әзірлеу

5.1 Ағынды суды тазалаудың оңтайлы шарттары және сорбентті процесте қайта қолдану еселігі

Табиғи ММТ-ні ағынды суларды тазалау үшін қайта қолдану үшін оның еселігіне зерттеу жұмысын жүргіздік. Кез-келген сорбентті қолданар алдында оны қанша рет қолдануға жарамды екенін қарастырған жөн. Себебі кейбір сорбенттерді бірнеше рет қолдана аласын.

5.1 Кесте – Ластанған судан ауыр металл катиондарын табиғи монтмориллонитпен тазарту үшін оңтайлы шарттары (біркөмпонентті жүйе үшін)

Фактор		Mn	Ni	Co	V
		Сорбциялану дәрежесі, %			
Температура, °C	35	82,10	93,53	84,12	44,81
Уақыт, мин	30	66,48	74,86	87,17	52,20
Қ:С қатынасы	1,5:100	94,92	99,19	97,92	75,36
Концентрация, мг/л	200	82,10	93,53	84,12	44,81

Көріп тұрғандай мұнда оңтайлы жағдайлары көрсетілген, табиғи ММТ қолданудың өзі ағынды суды тазартуға жеткілікті. Яғни кез-келген өндірісте монтмориллониті пайдалану ластанған судан ауыр металл катиондарын тазартуда өзінің тиімді сорбент екенін көрсетеді.

5.2 Кесте – Ауыр металл катиондарын Таған сорбентпен тазартуға арналған төрткөмпонентті жүйе үшін оңтайлы шарттары

Фактор		Сорбциялану дәрежесі, %			
		Mn ²⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	V ⁴⁺
Температура, °C	25	43,54	51,78	47	39,62
Уақыт, мин	30	46,77	51,78	48	39,62
Қ:С қатынасы	1,5:100	82,64	85,59	86,36	52,29
Концентрация, мг/л C _{Me} = 200 мг/л	C _V = 759	13,83	18,38	14,35	9,88
	C _{Ni} = 92	16,46	18,47	17,01	7,34
	C _{Co} = 103	17,8	16,2	15,53	11,55
	C _{Mn} = 64	18,75	20	19,38	9,21

Ластанған суды тазалау үшін сорбентті қайта пайдалану мүмкіндігі әзірленетін технологиялық процестің маңызды факторы болып табылады.

5.3 Кесте – Ауыр металл катиондарын Таған сорбентпен тазарту үшін (төрткомпонентті жүйе үшін) оның еселігі

№	Сорбциялану дәрежесі, %			
	Mn ²⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺	V ⁴⁺
1	29,6	29,38	29,29	28,5
2	7,03	6,18	6,56	9,17

Ластанған судан ауыр металл катиондарын тазарту үшін бірінші ретте сорбциялану дәрежесі марганец (II) катионы үшін 29,6 пайыз, кобальт (II) 29,38 пайыз, никель (II) 29,29 пайыз және ванадий (IV) 28,5 пайыз. Екінші ретте бұл мән айтарлықтай төмендегенін байқаймыз, яғни марганец (II) катионы үшін 7,03 пайыз, кобальт (II) 6,18 пайыз, никель (II) 6,56 пайыз және ванадий (IV) 9,17 пайыз. Бұл дегеніміз табиғи сорбентті көпкомпонентті жүйе үшін қайта қолдануға жарамсыз.

Қайта қолдану үшін сорбентті регенерация жасап тәжірибе жүргіздік. Бастапқыда регенерация жасау үшін Na₂CO₃, HCl, H₂O (ыстық) қолданып, арасынан тиімдісін алдық. Регенерация мәндері төменде кестеде көрсетілген.

5.4 Кесте – Таған сорбенттің регенерациясы

№	Регенерация 1:100	V ⁴⁺	Mn ²⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺
		Сорбциялану дәрежесі, %			
	Сорбция	24	24,5	30,2	26,4
1	Na ₂ CO ₃	10,9	13	15,9	14,4
2	HCl	13,4	4,36	5,9	4,5
3	H ₂ O	7,5	9,92	13,43	13,43

№	Регенерация 5:100	V ⁴⁺	Mn ²⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺
		Сорбциялану дәрежесі, %			
	Сорбция	73,78	73,75	73,23	74,41
1	Na ₂ CO ₃	49,3	71,84	78,2	79,4
2	HCl	31,7	45,38	47,15	45,64
3	H ₂ O	36,1	35,38	38,34	36,4

Регенерация нәтижесінде салыстырмалы түрде әлсіз қышқылды тұз қышқылы ерітіндісі және ыстық суға қарағанда, сода ерітіндісімен шаймалау табиғи ММТ-ні қайта реакция басына қайтарып қолдануға мүмкіндік берді.

5.5 Кесте – Таған сорбенттің сода ерітіндісімен регенерациясы

№	Регенерация 5:100	Mn ²⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	V ⁴⁺
		Сорбциялану дәрежесі, %			
	Сорбция	73,23	74,87	75,52	58,82

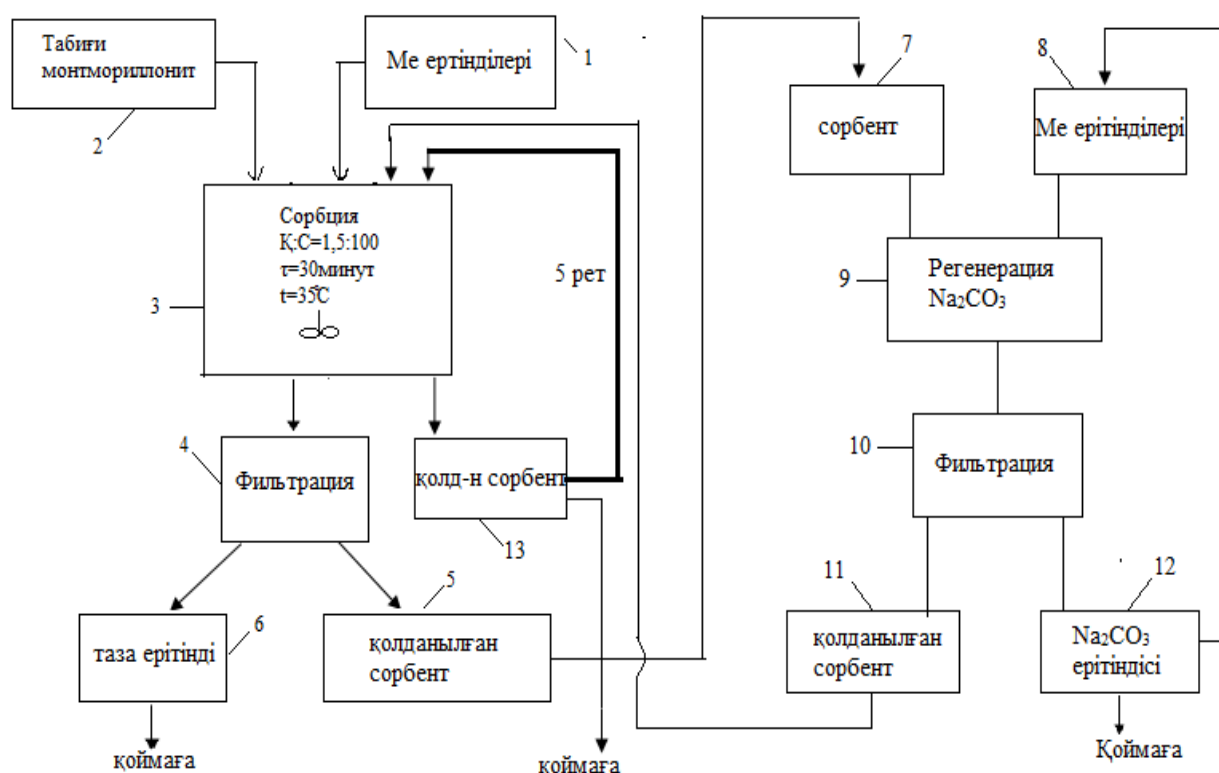
1	Na_2CO_3 (1)	65,02	74,61	74,73	51,31
2	Na_2CO_3 (2)	57,89	67,91	68,22	53,90
3	Na_2CO_3 (3)	76,65	83,21	82,67	74,9
4	Na_2CO_3 (4)	63,66	70,7	70,2	68,1

Осылайша, сода ерітіндісімен регенерация жасау арқылы, табиғи ММТ-ні сорбция процесіне бес реттен көп қолдануға болатынын көрсетті.

5.2 Ластанған суды тазалаудың принципіалды сызба – нұсқасы

Зерттеу нәтижесінде ластанған ағынды суды ауыр металдардан Таған кен орнының табиғи монтмориллонитімен тазарту үшін сорбциялық технологиясы жасалды. Технологиялық сызба-нұсқасы төменде 5.1 - суретте көрсетілген.

Сызба нұсқа бойынша ағынды су 1 және табиғи монтмориллонит 2 (ұнтақ түрде), реакторға 3 келіп түседі. Реакторда 30 минут бойы араласады. Кейін дайын болған коспа фильтрге 4 жіберіледі, яғни тазаланған суды монтмориллониттен бөліп алу үшін. Сүзгілеуден кейін таза ерітінді 6 бөлініп шығады. Қалған монтмориллонитті 5 сода ерітіндісімен жуу керек. Яғни монтмориллонитті суды қайта тазалауға қолдануға болады.



5.1 Сурет – Ағынды суды табиғи монтмориллонитпен тазалаудың технологиялық сызба-нұсқасы

Қолданылған сорбентті 7 металл катиондары 8 бар ертіндіге салып Na_2CO_3 регенерация 9 жүргіземіз. 30 минут регенерациядан кейін фильтрация 10 арқылы сода ерітіндісі 12 мен қолданылған сорбентті 11 бөліп аламыз. Сода ерітіндісін қоймаға, регенерациядан шыққан сорбентімізді қайта сорбциялауға жібереміз. Дәл осылай 5 реттен көп сорбентті қолдануға болады.

ҚОРЫТЫНДЫ

1. Ғылыми әдебиетті талдау, табиғи бентониттердің сорбциялық қасиеттерге ие екендігін және оларды модификациялау арқылы сорбциялық қабілетін арттыруға болатынын көрсетті. Ластанған судан ауыр металдарды тазалаудың кемшіліктері процестің күрделілігі және ұзақ уақыт бойы жүргізілетіндігімен сипаталады.

2. Таған кен орнының табиғи бентонитінің қатысуымен моно катиондардың сорбциясына Co (II), Ni (II), Mn (II) және V (IV) жүйелі талдау жасалынды. "Me - H₂O" жүйелердегі сорбциялық катиондарға қатысты табиғи бентониттің бірқатар сорбциялық белсенділігі анықталды: Co > Mn > Ni > V.

Co²⁺, Mn²⁺ және Ni²⁺ катиондарының сорбциясына олардың концентрациясы мен рН ортасының іс жүзінде әсер етпейді, ал V⁴⁺ иондарының K_c көрсетілген факторлардың ұлғаюымен – төмендейді.

3. "Me - H₂O" жүйелердегі сорбцияланатын катиондардың сорбциясының ең жоғары дәрежесіне сәйкес келетін оңтайлы жағдайлар анықталды: Co (II) үшін: τ-30 мин, T°C - 45. T:Ж-1,5: 100 (K_c =97,9 %); Mn (II) үшін: τ-15 мин, T°C - 45. Қ:С -1,5: 100 (K_c =94,9 %); Ni (II) үшін: τ-15 мин, T°C-35, Қ:С -0,5: 100 (K_c =93,5 %); V (IV) үшін: τ-60 мин, T°C-45. Қ:С – 1,5:100 (K_c =75,4 %).

4. "Ni²⁺, Co²⁺, Mn²⁺, V⁴⁺ - H₂O" көп компонентті жүйелердегі сорбцияланатын катиондардың ең жоғары дәрежесіне сәйкес келетін оңтайлы жағдайлар анықталды: τ-15 мин, T°C - 25. Қ:С – 1,5:100, онда Ni үшін K_c 85,6%, Co үшін – 86,4%, Mn үшін – 82,6% және V үшін – 52,3% тең.

Сорбциялық иондардың бірге болу жағдайында сорбциялық қатары: Co> Ni> Mn > V.

5. Ғылыми әдебиеттерді жүйелі талдау негізінде модификатор ретінде гуар камеді таңдап алынды, алайда гуар камедін монтмориillonитті модификациялауға жарамсыз екені байқалды.

6. Ауыр металл катиондарын Таған сорбентпен тазарту үшін оның еселігі анықталды, яғни қайта қолдануға жарамсыз, сондықтан сода ерітіндісімен регенерация жасау арқылы, табиғи ММТ-ні сорбция процесіне бес реттен көп қолдануға болатыны анықталды.

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Осы магистрлік диссертацияда төмендегідей сілтемелер қолданылған:

МЕСТ 7.1 - 2003 СИБИД. Құжаттардың биографиялық жазылымы.

МЕСТ 7.32 - 2001 СИБИД. Ғылыми - зерттеу жұмысы туралы есеп. Рәсімдеу құрылысы мен ережелері.

МЕСТ 7.9 - 95 СИБИД. Реферат және аңдатпа.

МЕСТ 4517 - 87 Реактивтер. Сараптама кезінде қолданылатын қосымша ерітінділер мен реактивтер.

МЕСТ 6709 - 72 Дистилденген су.

МЕСТ 23932 - 90 Е. Зертханалық шыны ыдыс және жабдықтар.

МЕСТ 25336 - 82 Е. Зертханалық шыны ыдыс және жабдықтар. Түрлері, негізгі параметрлері және өлшемдері.

МЕСТ 1770 - 74 Зертханалық шыны ыдыс. Цилиндрлер, колбалар, сынақ түтіктері. Жалпы техникалық талаптары.

МЕСТ 20292 - 74 Сыйымдылығы 100, 200, 500, 1000 мл өлшемді колбалар. Техникалық талаптар.

АНЫҚТАМАЛАР ЖӘНЕ ҚЫСҚАРТУЛАР

ШРК – Шектеулі рұқсат етілген концентрация

ММТ – Монтмориллонит

ИҚС – Инфрақызыл спектроскопия

ААС – Атомды - абсорбционды спектрофотометрия

Қ:С – Қатты мен сұйықтың қатынасы

МЕСТ - Мемлекеттік стандарт

мин. – минут

нм – нанометр

г/л – грамм литрға

мл – миллилитр

мг/л – миллиграмм литрға

г – грамм

мкг/дм – микрокилограмм дециметрге

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДБИЕТТЕР

- 1 Сомин В.А., Комарова Л.Ф. Использование сорбента на основе бентонитовых глин и древесных опилок для воды от соединений металлов // Ползуновский вестник. -2009. - №3. - С. 356-360.
- 2 Тяжелые металлы. Электронный ресурс. [www. t-water.ru/index.php/ochistka-stochnykh-vod/91-tyazhelye-metally](http://www.t-water.ru/index.php/ochistka-stochnykh-vod/91-tyazhelye-metally).
- 3 Лукашевич О.Д., Патрушев Е.И. Очистка соединений железа и марганца: проблемы и перспективы // Химия и химическая технология. -2004. -Т.47. - Вып.1. - С. 66-70.
- 4 Young R.S. Cobalt // Biochem. essent. ultratrace elem. –1985. –Р. 133 – 147.
- 5 Фазлиахметова, Р. Р. Очистка модельных вод от ионов никеля реагентом, полученным из шелухи ячменя / Р. Р. Фазлиахметова, Э. Ф. Магизова, С. В. Степанова//Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов – Белгород, -2014. - С. 273.
- 6 Пятиконнова А. М., Поздняков А.М., Саркитов Ш. С. Токсическое действие ванадия и его соединений // Успехи современного естествознания. – 2013. –№ 9. – С. 120-120.
- 7 Косов, В. И. Использование торфа для очистки вод, загрязненных нефтепродуктами / В. И. Косов, С. Р. Испирян // Вода и Экология: проблемы и решения. – 2001. – № 4. – С.41-46.
- 8 Орлов Д. С. Химия почв. - М.: Изд-во МГУ, 1985. –С. 376.
- 9 Ревич Б. А. Bentonитовые глины. <http://www.irms.ru/r-nerud/glina.php>.
- 10 Каньгина, О. Н. К вопросу о сорбционной очистке воды монтмориллонит содержащей глиной / О.Н. Каньгина, А. Г. Четверикова, А. Д. Стрекаловская, О. В. К Варламова // Вестник ОГУ. –2014. – № 9 (170). – С.161-163.
- 11 Mazurak, O. Using of silicate materials for sewage sorption treatment from heavy metals / O. Mazurak, A. Mazurak, U. Marushchak, O. Pozniak // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". –2014. –№781.–С.134-138.
- 12 Al-Degs, Yahya S., Sorption of Zn(II), Pb(II), and Co(II) using natural sorbents: Equilibrium and kinetic studies / Yahya S. Al-Degs, Musa I. El-Barghouthi, Ayman A. Issa, Majeda A. Khraisheh, Gavin M. Walker. // Water Research. – 2006. – № 40. – Р. 2645-2658.
- 13 Mohammad A. Al-Ghouti, Yahya S. Al-Degs, New adsorbents based on microemulsion modified diatomite and activated carbon for removing organic and inorganic pollutants from waste lubricants // Chemical Engineering Journal -2011. - № 173 –С.115– 128.
- 14 Романова О.А., Бузаева М.В., Климов Е.С., Химически модифицированный диатомит для очистки сточных вод от нефтепродуктов // Матер. Конф. «Успехи современного естествознания», - 2009. - №3. –С. 52.

- 15 Lazaridis, N.K., T.D. Karapantsios and D. Georgantas, Kinetic analysis for the removal of a reactive dye from aqueous solution onto hydrotalcite by adsorption. // Water Res. -2003. – № 37. – P. 3023-3033.
- 16 Walker, G.M. and L.R. Weatherley, Kinetic of acid dye adsorption on GAC. // Water Res., - 1999.– №33. – P. 1895-1899.
- 17 Al-Qodah, Z. Adsorption of dyes using shale oil ash // Water Research. – 2000. – Vol. – №34. – P. 4295-4303.
- 18 Orhan Y., Buyukgungor H. The removal of heavy metals by using agricultural wastes // Water Sci. Technol. – 1993. – Vol. 28. – P. 247-255.
- 19 Yadava K.P., Tyagi B.S., Singh V.N. Effect of temperature on the removal of lead(II) by adsorption on China clay and wollastonite // J. Chem. Technol. Biotechnol. – 1991. – Vol. 51. – P. 47-60.
- 20 Huang C.P., Blankenship D.W. The removal of mercury (II) from dilute aqueous solution by activated carbon // Water Res. – 1984. – Vol. 18. – P. 37-46.
- 21 Panday K.K., Prasad G., Singh V.N. Copper (II) removal from aqueous solutions by fly ash// Water Res. – 1985. – Vol. 19. – P. 869-873.
- 22 Brown P.A., Gill S.A., Allen S.J. Metal removal from wastewater using peat// Water Res. – 2000. – Vol. 34. – P. 3907-3916.
- 23 Fischer K. Removal of heavy metals from soil components and soil by natural chelating agents. Displacement from clay minerals and peat by L-cysteine and L-penicillamine // Water Air Soil Pollut. – 2002. – Vol. 137. – P. 267-286.
- 24 Rae I.B., Gibb S.W. Removal of metals from aqueous solutions using natural chitinous materials// Water Sci. Technol. – 2003. – Vol. 47. – P. 189-196.
- 25 Jingming G., Xiaoqing W., Xiulan Sh., Shuang Y., Chenlin Y., Xianluo H. Adsorption of heavy metal ions by hierarchically structured magnetite-carbonaceous spheres //Talanta. – 2012. – Vol.101, №2. – P. 45-52.
- 26 Dubey, S.P. and Gopal, K. Adsorption of Chromium (VI) on Low Cost Adsorbents De-rived from Agricultural Waste Material: A Comparative Study. Journal of Hazardous Materials. -2007. Vol. 145. – P. 312-470.
- 27 Tahir, S.S. and Naseem, R. Removal of Cr (III) from Tannery Wastewater by Adsorption onto Bentonite Clay. Separation and Purification Technology/ - 2007. – Vol. 53. P. 312-321.
- 28 Barkat M., Chegrouche S., Mellah A., Bensmain B., Nibou D., Boufatit M. Application of Algerian Bentonite in the Removal of Cadmium (II) and Chromium (VI) from Aqueous Solutions // Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technolo-gy.- 2014. - № 4. – P. 210-226.
- 29 Шакирова В.В., Садомцева О.С., Кошкин Е.М., Кожина А.Д. Исследование процессов сорбции некоторых ионов тяжелых металлов на природных материалах //Естественные науки. Химия.-2016. -№ 4 (57). -С.118-124.
- 30 Bhattacharyya K. G., Gupta S. S. Adsorption of a few heavy metals on natural and modi-fied kaolinite and montmorillonite: A review //Advances in Colloid and Interface Sci-ence.- 2008.- Vol. 140, № 2. – P. 114–131.

- 31 Vhahangwele, M., Mugera, G.W. Clay minerals // J. Environ. Chem. Eng. - 2018. - Vol. 17. – P. 34–36.
- 32 Abollino O., Giacomino A., Malandrino M., Mentasti, E. Interaction of metal ions with montmorillonite and vermiculite // Appl. Clay Sci. - 2008. – Vol. 38. – P. 227–236.
- 33 Комов Д. Н., Никитина Н. В., Казаринов И.А. Сорбенты на основе природных бентонитов, модифицированных полигидроксокатионами железа(III) и алюминия методом «золь-гель»//Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. -2015.- Т. 15, вып. 2.- С. 27-36.
- 34 Сапаргалиев Е. М., Кравченко М. М. Особенности генезиса Таганского месторождения бентонитов в Зайсанской впадине // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2007. № 3. С. 40-46.
- 35 Куртукова Л.В., Сомин В.А., Комарова Л.Ф. Изменение свойств бентонитовых глин под действием различных факторов // Ползуновский вестник. Раздел Экология. 2013. № 1. С. 287- 289.
- 36 Макарова А.В., Тюпина Е.А., Жаркова В.О., Ершова Я.Ю., Крупская В.В. Сорбция SR-90 и CS-137 на монокатионных формах бентонита Таганского месторождения // Успехи в химии и химической технологии. - 2017. -Т. 31. - № 10. С. 16-18.
- 37 Кляев В.И., Слисаренко Ф.А. Структура адсорбентов и методы ее изучения // Физико-химическое исследование природных сорбентов и ряда аналитических систем. - Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1967. - С. 5-11.
- 38 Овчаренко Г.И. Природные минеральные сорбенты. - М.: Высшая школа, 1960. –С. 37.
- 39 Судникович В.Г., Лебедев В.Т. Очистка сточных вод с помощью природных цеолитов // Цветные металлы. - 1984. - № 9. -С. 90-91.
- 40 Дистанов У.Г., Михайлов А.С., Конюхов П.П. Природные сорбенты СССР. - М. Наука, 1990. – С. 208.
- 41 Баталова Ш.Б. Физико-химические основы получения и применения катализаторов и адсорбентов из бентонитов. - Алма-Ата: Наука, 1986. - 168 с.
- 42 Рамазанов, А. Ш. Очистка сточных вод гальванического производства от тяжелых металлов с использованием монтмориллонитовой глины / А. Ш. Рамазанов, Гамил Касим Есмаил // Экология и промышленность России. – 2015. – Т. 19. - № 12. - С. 11-15.
- 43 «Қазақстан»: Ұлттық энциклопедия / Бас редактор Ә. Нысанбаев - Алматы: «Қазақ энциклопедиясы» Бас редакциясы, 1998. -XI том. -27 б.
- 44 Семчиков Ю.Д. Неорганические полимеры. Соросовский Образовательный журнал, 1996. -№10. С. 57-62.
- 45 Бельчинская Л.И. Природозащитные технологии обезвреживания и утилизации отходов мебельных производств [Текст]: монография /Л.И. Бельчинская. Воронеж: Воронеж. гос. лесотехн. акад., 2002. –С. 210.
- 46 Мерабишвили М.С. Бентонитовые глины: состав, свойства, использование. – М: Атомиздат, 1979. – С. 193.

47. Levy N., Garti N., Magdassi S. Flocculation of bentonite suspensions with cationic guar // *Colloids Surf. A.* – 1995. P. 91–99.
48. Srivastava M., Kapoor V.P. Seed gallactomannans: An overview // *Chem. Biodivers.* -2005. - Vol. 2. P. 295–317.
49. Gliko-Kabir I., Penhasi A., Rubinstein A. Characterization of crosslinked guar by thermal analysis // *Carbohydr. Res.* -1999. - Vol.316. P. 6–13.
50. Rhim J.W., Ng P.K.W. Natural biopolymer-based nanocomposite films for packaging applications // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* -2007. - Vol.47. P. 411–433.
51. Tang X.Z, Kumar P., Alavi S., Sandeep K.P. Recent advances in biopolymers and biopolymer-based nanocomposites for food packaging materials // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* – 2012. - Vol.52. P. 426–442.
52. Park H.M., Misra M., Drzal L.T., Mohanty A.K. “Green” nanocomposites from cellulose acetate bioplastic and clay: Effect of eco-friendly triethyl citrate plasticizer. *Biomacromolecules.* -2004. - Vol.5. P. 2281–2288.
- 53 Свиридов А.В., Ганебных Е.В., Мальцев Г.И., Тимофеев К.Л. Очистка промышленных стоков алюмосиликатными сорбентами // *Цветные металлы.* - 2015. -№ 12. -С. 42–47.
- 54 Ординарцев Д.П., Свиридов А.В., Набойченко С.С., Свиридов В.В. Сорбционное извлечение ванадия из кислых растворов // *Бутлеровские сообщения.* -2016. - Т. 45. -№ 2. -С. 22–28.
- 55 Мазо М.А., Маневич Л.И., Балабаев Н.К. Молекулярно - динамическое моделирование структуры и термодинамическое поведение кристаллов монтмориillonита // *Российские нанотехнологии.* – 2009. - №9-10. –С.118-135.
- 56 Сайлаубай С.Е. Монтмориillonиттің қорғасын және мыс катионы қатысында сорбциялық қасиетін зерттеу. // *Дипломдық жұмыс* -2018. -С.26-27.
- 57 Торопцева А. М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений. - Ленинград: Химия, - 1972. –С. 416.