

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.28.03.2018.К/Т.04.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**АБДУРАХИМОВ ХОДЖИАҚБАР АБДУРАХМАНОВИЧ**

**ЁҒ-МОЙ САНОАТИГА ОҚАВА СУВЛАРНИ ИШЛАБ ЧИҚИЛГАН  
КОАГУЛЯНТЛАР КОМПОЗИЦИЯЛАРИНИ ҚЎЛЛАБ КОМПЛЕКС  
ТОЗАЛАШ**

**11.00.05 – Атроф-мухит муҳофазаси ва  
табiiй ресурслардан оқилона фойдаланиш**

**КИМЁ ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент- 2020**

**Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)**  
**Contents of dissertation abstract of doctor of science (DSc)**

**Абдурахимов Ходжиакбар Абдурахманович**

Ёғ-мой саноатига оқова сувларни ишлаб чиқилган  
коагулянтлар композицияларини қўллаб

комплекс тозалаш ..... 3

**Абдурахимов Ходжиакбар Абдурахманович**

Комплексная очистка сточных вод масложировой  
промышленности с использованием разработанных

композиций коагулянтов ..... 29

**Abdurakhimov Khodjiakbar Abdurakhmanovich**

Integrated oil-grease wastewater treatment  
industry using developed coagulant

compositions ..... 55

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works ..... 59

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.28.03.2018.К/Т.04.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**АБДУРАХИМОВ ХОДЖИАҚБАР АБДУРАХМАНОВИЧ**

**ЁҒ-МОЙ САНОАТИГА ОҚАВА СУВЛАРНИ ИШЛАБ ЧИҚИЛГАН  
КОАГУЛЯНТЛАР КОМПОЗИЦИЯЛАРИНИ ҚЎЛЛАБ КОМПЛЕКС  
ТОЗАЛАШ**

**11.00.05 – Атроф-мухит муҳофазаси ва  
табiiй ресурслардан оқилона фойдаланиш**

**КИМЁ ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент- 2020**

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссияда В.2019.2.DSc/K66 рақам билан рўйхатга олинган

Диссертация Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz) манзили бўйича ва «Ziyounet» ахборот-таълим портали ([www.ziyounet.uz.](http://www.ziyounet.uz)) да жойлаштирилган

**Илмий маслаҳатчи:** Муталов Шухрат Аҳмаджонович  
кимё фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:** Қўлматов Рашид Анорович  
кимё фанлари доктори, профессор

Эшметов Иззат Дусимбатович  
техника фанлари доктори, профессор

Исмоилов Ровшан Исроилович  
кимё фанлари доктори

**Етакчи ташкилот:** Бухоро муҳандислик-технология институти

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc.28.03.2018.К/Т.04.02 рақамли Илмий кенгашнинг « 18 » январ 2020 йил соат « 10<sup>00</sup> » даги мажлисида бўлиб ўтди. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар, А.Навоний кўчаси, 32. Тел.: (+99871) 244-79-20, Факс: (+99871) 244-79-17. e-mail: [info@tkti.uz](mailto:info@tkti.uz))

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин. (№ 90 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар, А.Навоний кўчаси, 32. Тел.: (+99871) 244-79-20)

Диссертация автореферати « \_\_\_\_\_ » 2020 йилда тарқатилган.  
(2020 йил « 07 » январ даги № 5 рақамли реестр баённомаси).



*[Signature]*  
Л.Т.Пулатова  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш раиси ўринбосари,  
к.ф.д., профессор

*[Signature]*  
Х.Д.Пулатов  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш котиби, к.ф.д., доцент

*[Signature]*  
А.С.Сидиков  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш қошидаги илмий  
семинар раиси, к.ф.д., профессор

## Кириш (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда тоза сув муаммоси саноат корхоналари, фермер хўжаликлари ва аҳолини жуда тез кўпайиб бориши билан жадал ўсиб бормоқда. Саноат корхоналарининг деярли барча жараёнларида сув асосий моддалардан бири ҳисобланади. Айниқса, ишлатиб бўлинган оқава сувларни тозалаб, жараёнга қайтариш муҳим аҳамиятга эга. Саноат корхоналари оқава сувларини оқар сувларга ташланиши нафақат атроф муҳитни, балки, гидросферани ҳам бузилишига олиб келмоқда. Шу сабабли жаҳон олимлари оқава сувларни коагулянтлар, флокулянтлар, флотореагентлар, биологик ўсимликлар ва ҳоказолар билан тозалашга алоҳида аҳамият беришмоқда.

Жаҳонда саноат оқава сувларини ёт қолдиқлардан тозалаш учун коагулянтлар олиш технологиясини яратиш бўйича тегишли ечимларни илмий асослаш, хусусан, коагулянт олиш учун хомашё ресурсларини аниқлаш, алюминий ва бошқа металлларни парчалашда куйдириш ҳарорати ва вақтининг таъсирини аниқлаш, каолинни қайта ишлаш технологияларини такомиллаштириш, коагулянт олиш жараёни ва улар таркибини физик-кимёвий усуллар билан аниқлаш, олинган композицион коагулянтлардан фойдаланиб, ёғ-мой ва целлюлоза ишлаб чиқариш корхоналари оқава сувларини тозалаш технологиясини ишлаб чиқиш зарур.

Республикада маҳаллий хом-ашёдан оқилона фойдаланиш ва у асосида хориждан келтириладиган маҳсулотлар ўрнини боса оладиган адсорбентлар, коагулянтлар олиш борасида илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси тараққиёти стратегиясининг учинчи йўналишида «...маҳаллий хом-ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида янги маҳсулотлар ишлаб чиқариш технологияларини ривожлантириш, сифат жиҳатидан ишлаб чиқаришни янги поғонага кўтариш, қишлоқ хўжалигини модернизация қилиш ва жадал ривожлантириш»<sup>1</sup> га қаратилган муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан маҳаллий каолинлар асосида коагулянтлар олиш ва уларни ёғ-мой, целлюлоза саноати оқава сувларини тозалашга қўллаш бўйича илмий изланишлар олиб бориш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февralидаги №ПФ-4947-сонли «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони ва 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сонли «Ўзбекистонда кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ва 2019 йил 3 апрелидаги ПҚ-4265-сонли «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва инвестицион жозибадорлигини ошириш тўғрисида»ги Қарорлари, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъерий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгилаб берилган вазифаларни бажаришга мазкур диссертация тадқиқотлари муайян даражада хизмат қилади.

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февralидаги ПФ-4947-сонли «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

**Тадқиқотларнинг Республика фан ва технология ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг IV «Атроф муҳитни муҳофаза қилиш ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Диссертация мавзуси бўйича ҳорижий илмий тадқиқотлар шарҳи<sup>2</sup>.** Саноат оқава сувларни тозалашда йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, Department of Chemical Engenering, Institute of New-York (США), Д.И. Менделеев номидаги Москва Давлат университети (Россия), Урал Давлат университети ва политехника институти (Россия), С.М. Киров номидаги Свердловск политехника институти (Россия), Luxemburg Institute of Scient and technologe (Германия), Department the chemical Society of Japan (Япония), Department the chemical Society of Pakistan (Покистон), Institute of Mining and Metallurgy (Туркия), University of Science and technology (Хитой), National Nanotechnology Center (Таиланд); Department of chemistry (Ҳиндистон), Қозоқ Давлат университети ва Чимкент кимё-технология институти (Қозоғистон), Тошкент кимё-технология институти, Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти, Умумий ва ноорганик кимё институтида (Ўзбекистон) да олиб борилмоқда.

Саноат оқава сувлари таркибини тозалашга оид жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: минерал тупроқ гилмояларни физик-кимёвий қайта ишлаб органик таркибли суюқликларни тозалаш учун ноорганик сорбентлар олиш технологияси кимёвий қайта ишланиб, термик ишлов беришдаги ҳароратни пасайтириш йўли билан такомиллаштирилган (Mexico of Science Attapulgus, Мексика); композицион коагулянтларни маҳаллий хомашёлар асосида олиш ва оқава сувларни тозалаш технологияси яратилган (Киев, Харков миллий университетлари, Украина); углеродли, минерал ва органик ресурслар асосида, уларни модификациялаб, таркибига ионоген-фаол функционал гуруҳларни киргизиш орқали сорбцион-ион алмашувчи ва композицион материаллар яратилган (Умумий ва ноорганик кимё институти, Ўзбекистон).

Дунёда оқава сувларни тозалаш бўйича қатор, жумладан, қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: оқава сувларни тозалаш технологияларини такомиллаштириш; маҳаллий хомашёлар асосида коагулянтлар ишлаб чиқариш технологиясини яратиш; ишлаб чиқилган коагулянтларни оқава сувларини тозалашда қўллашнинг технологиясини ишлаб чиқиш; олинган коагулянтларнинг турли саноат оқава сувларини тозалашда қўллаш технологиясини яратиш; ион алмашувчиларнинг янги авлодини яратиш ва уларни оқава сувларни тозалаш амалиётида қўллаш.

**Муаммонинг ўрганилганлиги даражаси.** Илмий-техник ва патент адабиётларда, алюминий сақловчи хом-ашё манбаларини алюминий сульфатга ва бошқа бирикмаларга қайта ишлаш усуллари, оқава сувларни

<sup>2</sup> Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации составлено на основе [www. km. ru](http://www.km.ru), [www. fundamental-research. ru](http://www.fundamental-research.ru), [www. works.doklad.ru](http://www.works.doklad.ru), [www. dissertat.com](http://www.dissertat.com), [www. apr.org](http://www.apr.org) и др. источников.

зарарли кўшимчалардан тозалаш бўйича кўп миқдорда илмий маълумотлар келтирилган ва муҳокама қилинган: (R. O. Ajemba, O. D. Onukwuli, Z. I. Zafar, W. R. Livingston, D. A. Rogers, R. J. Chapman, N. T. Bailey, S. A. Hussain, R. Jamal, M. Tariq, M. M. Iqbal, F. Chigondo, B. C. Nyamunda, V. Bhebhe, K. Yildiz, E. Д. Бабенков, В. А. Проскуряков, А. А. Шмидт, А. К. Запольская, Д. А. Фридрихсберг, А. М. Когановский, М. Д. Белостоцкий, Н. Н. Круглицкий, В. Ю. Третинник, Л. А. Кульский, Ю. Ю. Лурье, Э. А. Арипов, С. З. Муминов, Х. Р. Исматов, Л. М. Богачева, С. А. Абдурахимов, Ш. А. Муталов ва бошқалар).

Илмий адабиётларда кўпгина мақола ва ахборотлар борлигига қарамай, коагулянтлар олиш, уларни оқова сувларни тозалашга қўллаш, ресурс ва энергия тежамкор технологиялар ва оқова сувларни комплекс тозалашнинг экокимёвий илмий асослари етарли эмаслиги аниқланди.

Маҳаллий каолинларнинг таркиби ва хоссаларининг тадқиқотлари хориждан импорт қилинадиган коагулянтлардан қолишмайдиган, композицион коагулянтлар олиш йўналишига эътиборни кучайтиришни тақозо қилади. Бунда коагуляция жараёнининг антагонизми ва синергизми масалаларига, иккита ҳодиса-анорганик ва айрим органик кўшимчалар коагуляцияси ва ёғсимон моддалар флотацияси содир бўладиган ёғ-мой саноати ва целлюлоза ишлаб чиқаришининг оқова сувларини тозалашга, эътибор қаратиш айниқса лозим.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институтида П-13.34 Фан ва технологиялар давлат қўмитаси лойиҳаси асосида «Қайта фойдаланиладиган (технологик) ва ичимлик суви олиш учун целлюлоза ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган оқова сувларни тозалашнинг комплекс технологиясини ишлаб чиқиш» (2003-2005йй), Тошкент ирригация ва кишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институтида «Маҳаллий хом-ашёлар асосида коагулянтлар олиш ва улар билан табиий ва оқова сувларни тозалаш» (2003-2019йй), мавзу бўйича ИТИ бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Ёғ-мой саноати оқова сувларини ишлаб чиқилган коагулянтлар композицияларидан фойдаланиб комплекс тозалашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

Ангрен, Султон-Увайс ва Ауминзатау конлари каолинларининг кимёвий таркибини ўрганиб, коагулянт олишга яроқлигини ташлаш;

алюминий ва бошқа металларни парчалашда куйдириш харорати ва вақтнинг таъсирини ўрганиш;

коагулянт олиш жараёни ва улар таркибини физик-кимёвий усуллар билан ўрганиш;

олинган композицион коагулянтларни ёғ-мой ва целлюлоза ишлаб чиқариш корхоналари оқова сувларини тозалашда қўллаш;

ёғ-мой саноати оқова сувларини композицион коагулянтлар билан тозалаш меъёрлари асосида тавсиялар бериш;

каолинларни кимёвий қайта ишлаш технологик схемалари ва коагулянт олиш материал балансини ишлаб чиқиш;

ёғ-мой саноати оқава сувларини тозалаш бўйича йириклаштирилган курилма схемасини ишлаб чиқиш;

шоли похоли ва буғдой сомонидан целлюлоза олишда ҳосил бўладиган ўта бўялган оқава сувларни тозалаш усулларини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объектлари** Ангрен, Султон-Увайс ва Ауминзатау (Зақудук участкаси) каолинлари, алюминий сульфат ва темир (III) сульфатдан иборат композицион коагулянтлар, ёғ-мой ва шоли похоли ҳамда буғдой сомонидан целлюлоза ишлаб чиқариш корхоналари оқава сувларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг предмети** каолинлардан композицион коагулянтлар олиб, уларни оқава сувларни тозалаш жараёнига таъсирини ва экокимёвий хоссаларини ўрганишдан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертацияда кимёвий, физик-кимёвий, ИҚ-спектроскопия, рентгенографик, визуал-политермик, аналитик таҳлил усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилigi** куйидагилардан иборат:

Ангрен, Султон-Увайс ва Ауминзатау (Зақудук участкаси) каолинларининг кислотада эрийдиган хилларининг кўп ҳосил бўлишига куйдириш ҳароратининг таъсири аниқланган;

илк марта максимал унум билан, хлорид ва сульфат кислота эритмалари билан дастлабки ишлов берилган каолинни кўллаб, алюминий ва темир оксидлари аралашмаси олинган;

каолинларни кислота эритмаси билан дастлабки қайта ишлов бериб, металл оксидларини максимал даражада ажратиб олишнинг яъни улар 40% ли сульфат кислота эритмасида, 500-550<sup>0</sup>С ҳарорат ва 90 минут; 30%ли хлорид кислота эритмасида, 400-450<sup>0</sup>С ҳарорат ва 90 минут куйдириш вақти оптимал шароит эканлиги аниқланган;

илк марта оқава сувларни чиқиндилардан тозалашда темир (III) сульфат ва алюминий сульфатнинг масса нисбати  $Fe_2(SO_4)_3:Al_2(SO_4)_3 = 1:5-1:15$  бўлганда коагулянтнинг коагуляция қобилятига антагонистлик қилиши,  $Fe_2(SO_4)_3:Al_2(SO_4)_3=1:20-1:25$  оралигида эса синергизми аниқланган;

ёғ-мой корхонаси оқава сувларини тозалаш жараёнида ишлаб чиқилган коагулянтларнинг икки хил самараси, яъни аорганик бирикмаларни коагуллаши ва мой, ёғ ва ёғ кислоталарини флотацияси аниқланган;

ёғ-мой корхонаси оқава сувларини локал комплекс тозалаш технологик схемаси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** куйидагилардан иборат:

маҳаллий хом-ашё ресурслари асосида коагулянтлар олишнинг оптимал шароитлар яратилган;

алюминий оксид ва темир оксид асосида коагулянтлар олиш усуллари яратилган;

Султон-Увайс ва Ауминзатаунинг Зақудук участкаси каолинлари асосида коагулянт олишга технологик ишлаб чиқилган;



«Турон Ходжейли» АЖ ёғ-мой корхонасининг сув тозалаш иншоотларида коагулянтлар ёрдамида тозалаш технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Фойдаланилган кимёвий (аналитик кимёвий) ва физик-кимёвий (рентген ва ИҚ-спектроскопик) таҳлил натижалари тажрибалар ва вазифаларнинг тўғри қўйилганлиги, математик ҳисоблашларнинг аниқлиги саноатда ўтказилган синов тажрибалари актлари, синов тажрибалар ўтказишга «Ўзёғмойсаноат» уюшмасининг рухсат хати, коагулянт олиш жараёнининг оптимал шароитлари, иқтисодий самарадорликни математик ҳисоблари тадқиқот натижаларининг ишончли эканини тасдиқлайди.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти коагулянт олиш учун каолиннинг янги конлари аниқланди. Маҳаллий каолинларини термик ишлов бериш оптимал шароитлари аниқланди, уларни моддаларга парчалашга 40%-ли сульфат кислота эритмаси билан ҳарорат 500-550<sup>0</sup>С куйдириш вақти 90 минут, 30%-ли хлорид кислота эритмаси билан 400-450<sup>0</sup>С куйдириш вақти 90 минут, улардан коагулянтлар олиш ва сўнгги маҳсулотни ёғ-мой саноати ва целлюлоза олишда ҳосил бўладиган оқава сувларини тозалаш учун қўллаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти Ангрен, Султон-Увайс ва Ауминзатаунинг Закудук конлари каолинларини қайта ишлаб, такомиллашган, энергия тежамкор технология билан алюминий сульфат ва темир (III) сульфатдан иборат композицион коагулянтлар олиш, саноатда коагулянт олиш технологиясини ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш унинг импортидан воз кечтиради. Бу ишланмаларни амалда қўллаш сув ресурслари муҳофазаси, ишлаб чиқаришда ресурс тежамкорлик ва табиий ресурслардан юқори иқтисодий самара билан оқилона фойдаланиш каби экокимё муаммоларини ечишга хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг натижаларининг жорий қилиниши.** Ёғ-мой саноати оқава сувларини ишлаб чиқилган коагулянтлар композицияларидан фойдаланиб, комплекс тозалаш технологиясини яратиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Султон-Увайс ва Ауминзатаунинг Закудук конлари каолинларини қайта ишлаб коагулянт олиш технологияси «Турон Ходжейли» АЖ да амалиётга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси «Ўзёғмойсаноат» уюшмасининг 2019 йил 10 сентябрдаги АА/01-1234-сон маълумотномаси). Натижада маҳаллий алюминий сақловчи минераллар - Ангрен, Султон-Увайс ва Ауминзатаунинг Закудук участкаси конлари каолинларидан самарали, чет элникидан 2,5 баробар арзон композицион коагулянтлар олиш имконини берган;

коагулянтлар композицияси ёғ-мой саноати корхоналари оқава сувларини тозалашда «Турон Ходжейли» АЖ да амалиётга жорий этилган. (Ўзбекистон Республикаси «Ўзёғмойсаноат» уюшмасининг 2019 йил 10 сентябрдаги АА/01-1234-сон маълумотномаси). Натижада коагулянтлар

оқава сувларни меъёр даражасигача тозалаш имконини берган;

табiiй каолинларнинг кимёвий таркиби ва улардан олинадиган коагулянтларни тахлили бўйича маълумот ва хулосалар асосида кимё технологияси ва экология йўналишидаги бакалаврларга мўлжалланган «Аналитик кимё» фанидан дарслик тайёрлашда фойдаланилган (2019 йил 4 октябрдаги 892-022-сон гувоҳномаси). Натижада дарслик уларнинг коагулянтлар олиш, анализ қилиш ва қўллаш бўйича билимларини бойитиш ва мустаҳкамлаш имкониятини берган.

**Тадқиқот натижалари апробациялари.** Мазкур тадқиқот натижалари 6 та халқаро ва 12 та республика илмий-амалий конференцияларда муҳокама қилинган.

**Тадқиқот натижалари эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича 41 та илмий иш, жумладан, 2 та монография, ЎзР ОАК томонидан тавсия этилган илмий журналларда 11 та илмий мақола, шундан 3 та хорижий ва 8 та республика журналларида, ҳамда бошқа илмий журналлар, конференция материаллари ва тезисларида маълумотлар эълон қилинган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, 7 та боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 191 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида бажарилган диссертация ишининг долзарблиги ва зарурати, тадқиқотларнинг мақсади, вазифалари, предмети ва объектлари, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари тараққиётининг устувор йўналишларига мос келиши асосланган ва ифодаланган. Тадқиқотнинг илмий янгиликлари аниқланиб, амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган.

Биринчи боб «**Оқава сувларни коагуляцион тозалаш учун табиий ресурсларни қайта ишлаш муаммолари, ютуқлар ва истиқболлари**» деб номланган бўлиб, илмий-техник нашрлар материаллари ва патент адабиётлар материаллари асосида табиий оқар сув йўлларининг ҳолатлари, саноат оқава сувлари ва уларни тозалаш ечимлари, турли коагулянтлар билан оқава сувларни тозалаш бўйича тадқиқотларнинг ҳолати ва ривожлантириш йўллари, Ўзбекистоннинг алюминий сақловчи хом-ашёларининг минерал – геологик тавсифи, уларни қайта ишлаш методлари, ҳозиргача маълум бўлган алюмосиликатлардан, Ангрен кони каолинларини сульфат кислота билан ишлов бериб, коагулянт олиш усуллари, ёғ-мойни қайта ишлаш корхоналари оқава сувларининг ҳолати тавсифи ва тозалаш методлари, ҳамда юксак сув ўсимликлари билан оқава суларни тозалашга бағишланган назарий ва экспериментал тадқиқотлар шарҳи келтирилган. Каолин асосида ҳар хил маҳсулотларни олиш ва қўллаш соҳасида олимларнинг эришган ютуқлари таҳлил қилинган. Алюминий сақловчи хом-ашёнинг таркиби, каолинлар ва бошқа минераллар таркибидаги алюминий оксид ва темир оксидни парчалаш ва ажратиб олиш усуллари муҳокама қилинган. Минералларнинг махсус ва

ноёб хоссалари, хом-ашё таркибидаги алюминий ва темирни бойитиш ва коагулянтлар олиш имкониятлари, оқава сувларни тозалаш кимёси, технологияси ва экологиясининг ўта муҳим масалаларини ҳал этишга йўналтирилган кейинги тадқиқотларини таҳлил этилган.

Илмий адабиётлар маълумотларини ўрганиш ва таҳлил қилиш Ўзбекистоннинг алюминийли хом-ашёларининг янги манбаларини аниқлади. Султон-Увайс ва Ауминзатаунинг Зақудуқ участкаси конларининг бойитилган каолинлари таркибида 38-43% алюминий оксид борлиги аниқланди. Каолинларда етарлича кўп миқдорда алюминий бўлишига қарамай коагулянтлар олиш ва уларни сувларни тозалашга қўллаш соҳасида мамлакатимизда систематик тадқиқотлар ўтказиш етарли эмас. Шу сабабли Ангрэн, Султон-Увайс ва Ауминзатаунинг Зақудуқ участкаси конлари каолинлари таркибидан алюминий оксид ва темир оксидни парчалаш ва ажратиш олиш усулларига тегишли ишланмалар, улар асосида коагулянтлар олиш кимёси ва технологияси, шунингдек уларни мамлакат ёғ-мой корхоналари бўлинмалари оқава сувларини тозалашга қўллаш алоҳида эътибор қаратилган.

Коагуляцион ва флотацион қобилиятга эга бўлган икки хил таъсирли коагулянтларни олиш учун хом-ашёни танлаш, анализ қилиш бир томондан иқтисодий бошқа томондан атроф-муҳит муҳофазаси, сув ресурслари муҳофазаси, ресурс тежамкорлиги масалаларини ечишга йўналтирилган. Каолин захирасини кўпайишини ҳисобга олганда коагулянт олиш учун алюминий сакловчи негизни олишга комплекс ёндошув коагулянтни ишлаб чиқаришга жуда катта аҳамият касб этади. Ёғ-мой корхоналари ва целлюлоза ишлаб чиқариш оқава сувларини комплекс тозалаш олдимизда турган ўта муҳим ва кечиктириб бўлмайдиган масала эканлиги аниқ бўлди.

Юқорида баён қилинган адабиётларнинг таҳлилидан келиб чиқиб тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган.

Иккинчи боб **«Каолинлар таркиби ва улардан металл оксидларини ажратишнинг ўзига хослигини тадқиқ этиш»** Ангрэн, Султон-Увайс ва Ауминзатаунинг Зақудуқ участкаси конлари каолинларининг кимёвий ва минералогик кимёвий таркиби тадқиқотига бағишланган.

Ангрэн кони каолинлари мураккаб жойлашган: - бир хил жойларда қатламли, бошқа жойларда минерал кўмир билан аралаш ҳолда. Каолин минерали ёки аниқроқ айтганда каолинит асосан алюмосиликатлар  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  ёки  $Si_2Al_2O_7$  дан иборат бўлиб, кристалл кўринишидаги моддadir. Шу учта ташкил этувчидан ташқари бошқа металл элементлар, шунингдек ҳар хил бегона металл ва металлмас табиатли қўшимчалар бор. Минералнинг тузилиш-кинетик бирликлари зич жойланган кислород атомларидан тузилган бўлиб, орасида икки ва уч валентли металл атомлари октаэдрик ва гексагонал жойлашган кристалл панжара шаклида бўлади. Ангрэн каолинининг элемент таркиби 1-жадвалда келтирилган. Алюминий оксиди катта сорбцион қобилиятли модда бўлиб, у турли моддаларни йўлдош қўшимчалардан ва ионлардан ажратишда ишлатилади.

## Ишлатилган каолинларнинг элемент таҳлили натижалари

Элементларнинг миқдори, %									
Si	Al	Fe	Ti	Ca	Mg	K	Na	H	O
Бойитилмаган Ангрен каолини, ҳисобланган/топилган									
63,186	16,675	9,061	0,540	0,264	0,438	0,183	0,122	1,330	8,301
61,922	16,342	8,880	0,529	0,259	0,429	0,179	0,119	1,303	8,135
Бойитилган Ангрен каолини АКС-30, ҳисобланган/топилган									
51,847	25,682	9,000	-	-	-	-	-	1,256	12,215
50,810	25,168	8,820	-	-	-	-	-	1,231	11,971
Бойитилмаган Султон-Увайс каолини, ҳисобланган/топилган									
66,690	13,659	1,155	0,540	1,043	0,204	0,182	0,122	3,230	13,175
65,356	13,386	1,132	0,529	1,022	0,200	0,178	0,120	3,165	12,911
Бойитилган Султон-Увайс каолини, ҳисобланган/топилган									
51,977	28,112	0,599	0,432	0,333	0,186	0,423	0,378	3,230	13,809
50,937	27,549	0,587	0,423	0,326	0,182	0,414	0,370	3,165	13,533
Бойитилмаган Ауминзатаунинг Зақудук участкаси каолини, ҳисобланган/топилган									
49,177	30,176	0,525	0,432	0,321	0,186	0,299	0,267	3,774	14,843
48,193	29,572	0,514	0,423	0,314	0,182	0,293	0,262	3,698	14,546
Бойитилган Ауминзатаунинг Зақудук участкаси каолини, ҳисобланган/топилган									
3,774	34,083	0,494	0,360	0,300	0,162	0,274	0,248	3,647	12,991
46,575	33,401	0,484	0,353	0,294	0,159	0,268	0,243	3,574	12,731

Ўзбекистон худудида каолиннинг бошқа конлари ҳам борлигини таъкидлаш лозим. Уларнинг элемент ва минералогик-кимёвий таркибида камроқ темир ва бошқа қўшимчалар бор.

Каолинларнинг бойитилган намуналарида алюминий оксиднинг миқдори конидан қатъий назар 32,00% дан ошади. Ауминзатаунинг Зақудук участкаси бойитилган каолини намуналарида алюминий оксиднинг миқдори 43,00% га етди.

Каолиннинг умумий массасига нисбатан алюминий оксид ва темир (III) оксиднинг нисбати аниқланган ва у бойитилмаган учун: 5:1дан 2,6:1гача, бойитилган учун эса 3,05:1 дан 2,3:1гача(2-жадв.).

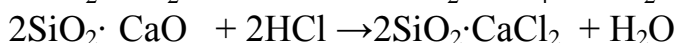
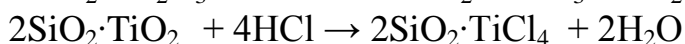
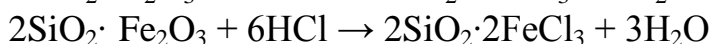
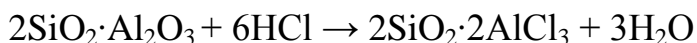
Коагулянт олишнинг энг муҳим босқичи каолинни қайта ишлаш –металл оксидларини минералдан ажратиш босқичидир. Металл оксидларига реактивсиз ажратиш 800-850<sup>0</sup>С (1073-1123К) ҳарорат ва 3 соат куйдирилганда содир бўлади. Сульфат кислота эритмасида эса бу 500-550<sup>0</sup>С (773-823К) ҳарорат ва 1,5 соат куйдирилганда содир бўлади. Сульфат кислотанинг сувли эритмасининг оптимал концентрацияси 40%. Каолинни таркибий қисмларга парчалаш учун сульфат кислотанинг 3% ли эритмаси билан каолиннинг кислота эритмасига нисбати 1:50 бўлганда оддий шароитда 0,5 соат (30 мин) мобайнида бўлади. 30%-ли хлорид кислотанинг сувли эритмасини қўллаш металл оксидларига ажратадиган куйдириш вақтини ўзгартирмаган ҳолда, ҳароратини 350-400<sup>0</sup>С (673-723К) гача пасайтиради.

## Бирламчи, бойитилган Ангрен каолинининг минерал кимёвий таркиби

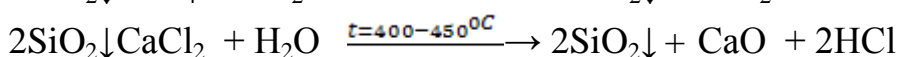
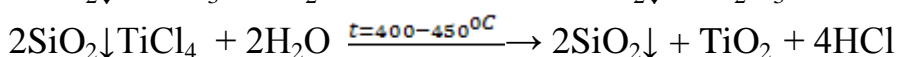
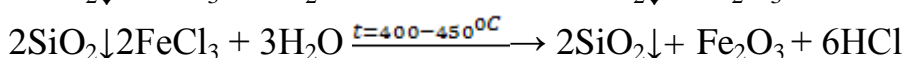
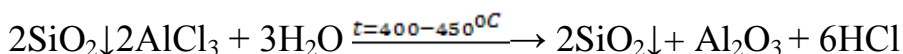
Каолин тури	Микдори, %								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	ппп
Ангрен кони									
Табиий	67,9	20,7	7,6	1,2	0,4	0,3	0,7	0,8	8,6
АКС-30 TSh 1056: 2004	55,55	32,00	-	6,0	-	-	-	-	6,44-
Султан-Увайс кони									
Бойитилмаган	71,46	17,20	-	1,10	0,54	1,46	0,34	1,55	6,35
Бойитилган 1	55,69	35,40	-	0,50	0,36	0,45	0,31	2,04	5,25
Бойитилган 2	55,92	34,92	-	0,57	-	-	-	-	-
Ауминзатаунинг Закудук участкаси кони									
Бойитилмаган Экстра	53,69	38,00	-	0,50	0,36	0,45	0,31	1,44	4,87
Бойитилган Экстра	50,92	42,92	-	0,47	-	-	-	-	-

Юқорида келтирилган ҳароратларда сульфат ва хлорид кислота колдиклари учиб кетади. Фақат металл оксидлари минераллашган ҳолатда қолади. Реакцияда 3%-ли сульфат ва хлорид кислота эритмалари каолиндан алюминий ва темирни уларнинг гидроксидлари кўринишида ажратиш олиш учун қатнашади. Металл оксидлари ва хлорид кислота ўртасидаги ўзаро таъсирлашувни қуйидаги реакция тенгламалари билан ифодаланади:

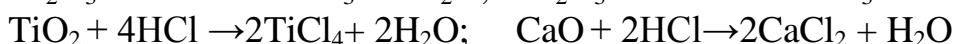
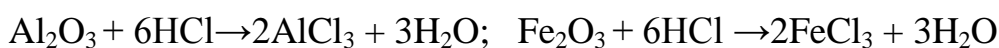
куйдиришгача 30%-ли хлорид кислота эритмаси билан ишлов берилгач:



Куйдирилгач, ажратишгача:

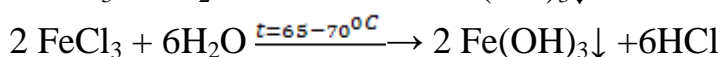
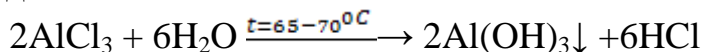


3%-ли хлорид кислота эритмаси билан парчалангач:



3%-ли хлорид кислота эритмаси билан парчалагач, кремний диоксиди (қум) металлларнинг хлорид тузлари аралашмаси эритмасидан ажратилади, сув билан чайилади, сўнг сувли эритма 5-10 мин мобайнида 65-70<sup>0</sup>С ҳароратда иситилади. Шунда алюминий ва темирнинг хлорид тузлари гидролизланиб, мос гидроксидлар шаклида оч сариқ чўкма ҳосил қилиб

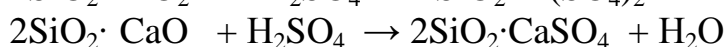
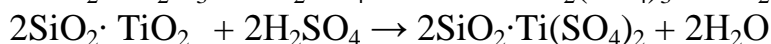
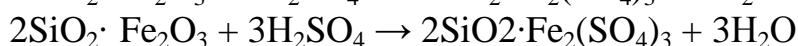
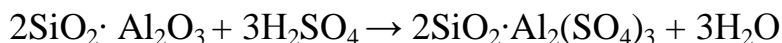
чўкади.



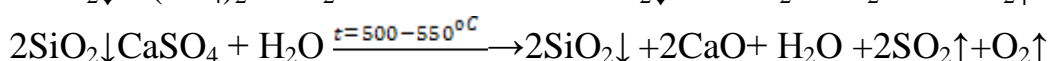
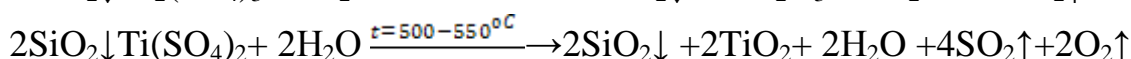
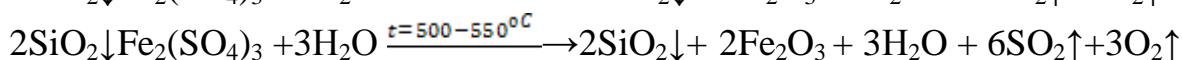
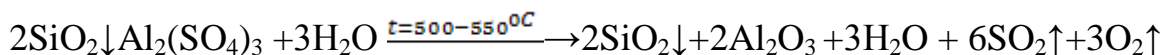
Чўкмани эритмадан ажратиб, сув билан чайилади. Чўкмада  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  ва  $\text{Ti}^{+4}$  ионларини қолдиқлари қолмаганини уларнинг охириги ювинди сувларини алоҳида олиб, сифат реакция бажариб аниқланади.

Металл оксидлари ва сульфат кислота ўртасидаги ўзаро таъсирлашувни реакция тенгламалари билан ифодаланади:

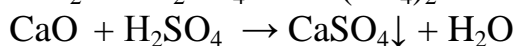
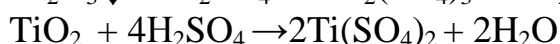
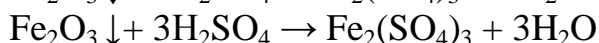
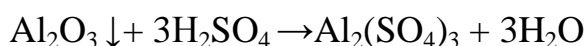
куйдиришгача 40%-ли сульфат кислота эритмаси билан ишлов берилгач:



Куйдирилгач, ажратишгача:

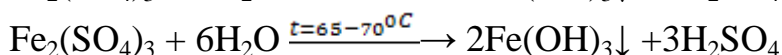
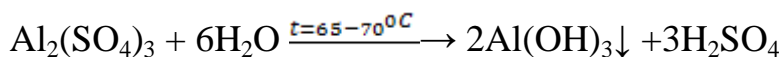


3%-ли сульфат кислота эритмаси билан парчалангач:



Куйдириш ва парчалашдан сўнг коагулянт олиш учун каолинни 2 усулда тайёрладик: 1) темирни магнит сепарациялаш ва 2) сепарациясиз.

3%-ли сульфат кислота эритмаси билан парчалагач, кремний диоксиди (қум) ва кальций сульфат чўкмасини қолган металлларнинг сульфат тузлари аралашмаси эритмасидан ажратилади ва сув билан чайилади. Сувли эритма 5-10 минут мобайнида  $65-70^{\circ}\text{C}$  ҳароратда иситилганда алюминий ва темирнинг сульфат тузлари гидролизланиб, мос гидроксидлар аралашмаси оч сариқ чўкма ҳосил қилиб чўкади.



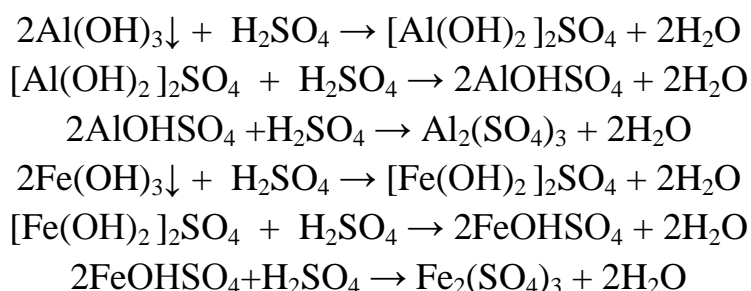
Чўкмани эритмадан ажратиб, сув билан чайилади. Чўкмада  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  ва  $\text{Ti}^{+4}$  ионларини қолдиқлари қолмаганини уларнинг охириги ювинди сувларини алоҳида олиб, сифат реакция бажариб аниқланади.

Алюминий ва темир гидроксидларидан иборат чўкмани доимий

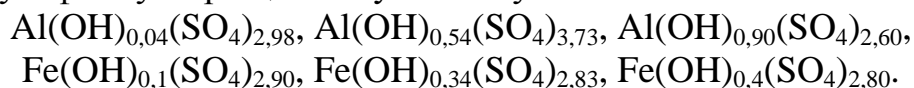
массагача куритилади. Худди шу услубда Ангрен, Султан-Увайс ва Ауминзатау конлари каолинларидан алюминий ва темир гидроксидлари ажратилиб, парчаланеди. Қўйилган мақсадга мувофиқ олинган алюминий ва темирнинг гидроксидлари аралашмаси асосида коагулянтлар олинди.

Учинчи боб «**Коагулянтларни олиш усулларини ишлаб чиқиш ва уларнинг физик-кимёвий хусусиятларини тадқиқоти**» коагулянтларни олиш шароитларини танлаш, кимёвий таркиби, реакция механизми ва эхтимоллиги мумкин бўлган оралқ маҳсулотлар тадқиқотига ҳамда каолин ва коагулянтларни кимёвий, рентгенометрик ва ИҚ-спектроскопик тахлилига бағишланган.

Коагулянт олиш учун ҳар хил нисбатли алюминий гидроксид ва темир гидроксиддан иборат аралашма бўлган парчаланиш маҳсулотининг эримаган қисми ажратиб олинди. Адабиётлардан маълумки, алюминий сульфат энг кучли коагулянтдир. Кимёвий тоза алюминий сульфатни йириклаштирилган ёки саноат миқёсида ишлатиш қиммат ва ноқулай услубдир. Ангрен, Султон-Увайс ва Ауминзатаунинг Закудук участкаси конининг биз бойитган каолинлари – алюминий ва темир гидроксидларидан иборат ҳар хил нисбатдаги аралашма. Шуларни сульфат кислота билан қайта ишлаш билан алюминий ва темирнинг сульфат тузлари олинди. Алюминий ва темир (III) гидроксидлари ва сульфат кислота ўртасидаги ўзаро таъсирлашув куйидаги реакция тенгламаси билан ифодаланади:



Битта ОН гуруҳнинг бўлиши металлларнинг сульфат тузлари негизлигини оширса-да коагулянтнинг сорбцион сифимини ва самарадорликни пасайишига олиб келади. Агар сульфат кислотани ортиқча қўшилмаса, алюминий ва темир (III) нинг куйида келтирилган гидроксосульфат тузлари ҳосил бўлиши мумкин:



Шунинг учун металл гидроксидлари билан сульфат кислота ўртасидаги ион алмашиниш реакциясини сульфат кислотани ҳисобланган 100% нормасига 25% қўшимча қўшиб олиб борилди. Шундай қилинганда, коагулянт деярли тўлиқ  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  дан иборат бўлди. Олинган коагулянт таркибига кўра оддий эмас, балки композицион коагулянт бўлади. Коагулянтнинг компонентлари ва ионлари ўзаро таъсир этиб туради. Темир сульфатнинг кичик концентрацияларида коагулянт максимал фаоллик намоён қилади ва коагуляция синергизми кузатилади, катта концентрацияларда эса аксинча коагулянт фаоллиги камайиб, коагуляция

антоганизми кузатилади. Коагулянт КА-1 энг кичик сорбцион фаолликни, КА3-2 энг катта фаолликни намоён қилди.

Олинган коагулянтларнинг элемент анализи натижалари 3-жадвалда келтирилган

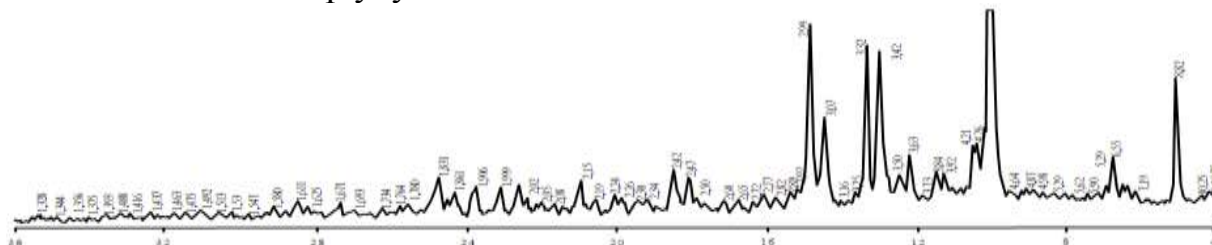
### 3-жадвал

#### Олинган коагулянтларнинг элемент анализи натижалари

Каолин кони	Қисқача номи	каолиннинг тозаланганлиги	Элементларнинг миқдори, %			
			Al	Fe	S	O
Ангрен	КА -1	бойитилмаган	14,66	1,08	28,70	55,87
	КА -2	бойитилган	14,80	0,80	28,76	55,31
Султон-Увайс	КСУ -1	бойитилмаган	15,78	0,13	25,07	58,85
	КСУ -2	бойитилган	15,89	0,12	25,00	59,02
Ауминзатау уч. Зақудук	КА3 – 1	бойитилмаган	15,88	0,13	25,17	58,30
	КА3– 2	бойитилган	15,99	0,12	25,10	58,64

3-жадвалдан кўринадикки, алюминийга энг бой коагулянт КА3-2 бўлиб, таркибида 15,99% алюминий ва энг кам 0,12% темир сақлайди. 100г коагулянт олиш учун 877 мл 10,0%-ли сульфат кислота эритмаси (125% норма) (хамма каолинларга ишлов бериш учун бирдай), Ангрен каолини КА-1 учун 142г; Султан-Увайс каолини КСУ-1 учун 175,4 г ва Ауминзатау каолини КА3-1 учун 175,4г. Доимий вазингача буғлатиш харорати 100-110<sup>0</sup>С (373-383К); Каолиндан коагулянтнинг максимал ҳосил бўлиши 96,5-97,0%ни ташкил этади.

Ангрен, Султон-Увайс ва Ауминзатаунинг Зақудук участкаси кони каолинларининг кимёвий тахлили натрий фторид реактиви ва ксиленол зарғалдоқ индикатори иштирокида, алюминий ва темир (III) ни комплексонометрик усулда аниқланган. Кальций ва магнийни этилен диамин тетраоцетатнинг натрийли тузи реактиви билан хромоген тўқ кўк индикатори иштирокида титрлаб аниқланди. Калий ва натрийни аланга фотометрияси методи ва 1-ва 2-аналитик гуруҳ катионларига сифат реакциялари бажариш билан аниқланди. Алюминий ва темир, сульфат ва мураккаб гидроксосульфат анионлари борлигини 3-аналитик гуруҳ катионлари ва 1-гуруҳ анионлари сифат анализлари, рентгенограммалар ва ИҚ-спектрларини ўқиш орқали аниқланди. Рентгенограммаларда Х-нурни қайтиш бурчаклари 2θ, градусда аниқланди каолинлар учун:



1-расм. КА3-2 коагулянтнинг рентген спектри

- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 16,56±1,02; 25,92±0,93; 38,28±1,00; 42,19±0,97;
- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 13,77±0,51; 23,38±0,60; 31,26±0,52; 37,23±0,44.

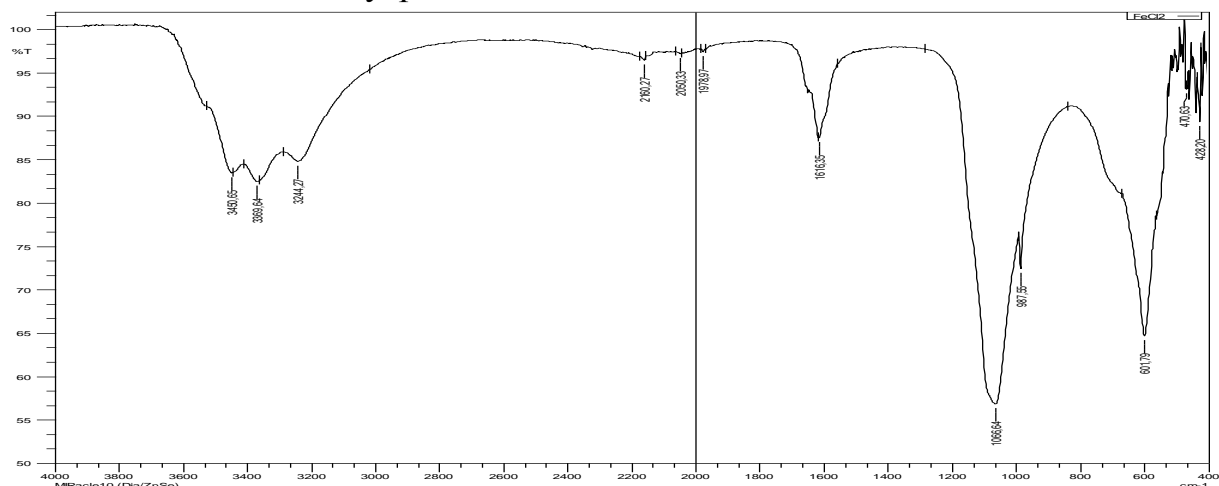
Коагулянтлар учун:



- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  –  $32,15 \pm 0,20$ ;  $44,93 \pm 0,19$ ;  $61,15 \pm 0,20$ ;  $82,09 \pm 0,20$ ;
- $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  –  $7,16 \pm 0,15$ ;  $12,94 \pm 0,15$ ;  $20,37 \pm 0,15$ ;  $22,00 \pm 0,15$ ;  $25,36 \pm 0,15$ .

Кимёвий бирикмалар пикларининг интенсивлиги улар миқдорига мос равишда ўз баландликларини ўзгартирди.

Каолинлар ва коагулянтлар ИҚ-спектрлари функционал гуруҳга мос валент тебранишларни ютиш полосаларга: Al -  $478 \pm 20 \text{ см}^{-1}$ , Fe -  $520 \pm 21 \text{ см}^{-1}$ , –O– -  $1442 \pm 14 \text{ см}^{-1}$ , =O -  $1441 \pm 13 \text{ см}^{-1}$ ,  $\text{SO}_4$  -  $1100 \pm 50 \text{ см}^{-1}$ ,  $\text{OH}\text{SO}_4$  -  $3100 \pm 184 \text{ см}^{-1}$ . деформацион тебранишларнинг ютиш полосасига эга. Al -  $812 \pm 40 \text{ см}^{-1}$ , Fe -  $1022 \pm 41 \text{ см}^{-1}$ , –O– -  $2942 \pm 14 \text{ см}^{-1}$ , =O -  $2441 \pm 13 \text{ см}^{-1}$ ,  $\text{SO}_4$  -  $2070 \pm 50 \text{ см}^{-1}$ ,  $\text{OH}\text{SO}_4$  -  $3200 \pm 80 \text{ см}^{-1}$  тўғри келади.



2-расм. КАЗ-2 коагулянтнинг ИҚ- спектри

Каолин ва коагулянтларни кимёвий, рентгенометрик ва ИҚ-спектроскопик таҳлилдан кейин саноат оқава сувлари таркибини ўрганиш керак бўлди.

Тўртинчи боб «Оқава сувларнинг кимёвий таркибини ўрганиш ва ишлаб чиқилган коагулянтлар билан тозалаш усулини яратиш» ёғ-мой корхоналари ва шоли похоти ва буғдой сомонидан целлюлоза ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган оқава сувларнинг кимёвий таҳлилга ҳамда Ангрен, Султон-Увайс ва Ауминзатаунинг Зақудуқ участкаси конидаги маҳаллий каолинлар асосида олинган коагулянтларлар билан ёғ-мой корхоналари ва целлюлоза ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган оқава сувларни тозалашнинг комплекс усулини яратишга бағишланган.

Ёғ-мой саноати пахта ёғини қайта ишлаш бўйича 10 дан ортиқ: ёғни рафинациялаш, салат ёғи олиш, ёғларни парчалаш, ёғ кислоталарини дистилляциялаш, саломас, кондитер ва ошхона ёғлари, маргарин, майонез, совун (ҳозирчи ва туалетноғ) ва ҳоказолар ишлаб чиқариш бўлимларини ўз ичига олади. Шу номлари қайд этилган корхоналар кўп ҳажмдаги сувни ишлатади ва ҳосил бўлган умумий оқава сувини махсус иншоотга тозалаш учун чиқарилади. Тадқиқот объекти сифатида ёғни рафинациялаш, хўжалик совуни, маргарин, майонез, саломас ишлаб чиқариш бўлимлари, корхона бўлимлари кирларини ювиш бўлими ва оқава сувлари йиғиладиган умумий тозалаш иншооти танланди. Корхона оқава

сувлари асосан қаттиқ ва суюқ ёғлар, ёғ кислоталари ва совун қолдиклари, госсипол, унинг ҳосилалари, оксиллар ва сутли моддалар каби органик қўшимчалардан иборат (4-жадвал).

#### 4-жадвал

##### Ёғ мой корхонаси оқава сувлари таркибидаги органик моддалар миқдори

т/р	Оқава сув ҳосил бўлиш объектлари номлари	Моддалар миқдори, 10 <sup>-3</sup> кг/м <sup>3</sup>			
		Қаттиқ ва суюқ ёғлар	Ёғ кислоталари ва совун қолдиклари	Госсипол ва унинг ҳосилалари	Оксил ва сут маҳсулотлари
1	ЁРОС (соапсток ва нейтралатор ва жиҳозларнинг ювиндиси)	1,743	1,221	0,343	1,068
2	СПОС (қозон ва жиҳозларнинг ювиндиси)	-	2,451	0,349	-
3	МаргОС (қозон ва жиҳозларнинг ювиндиси)	0,875	0,876	-	0,612
4	МайОС (қозон ва жиҳозларнинг ювиндиси)	0,875	0,870	-	0,612
5	СОС (қозон ва жиҳозларнинг ювиндиси)	0,734	1,234	-	-
6	КЮОС (кир ювиш машинаси ва жиҳозларнинг ювиндиси)	2,579	1,358	-	1,112
7	УОС (умумий оқава)	0,033	0,032	-	0,036

Юқорида номлари келтирилган ишлаб чиқариш оқава сувлари таркибида аорганик қўшимчалар заррачалар ва металл ионлари кўринишида бўлади. 5-жадвалда металл катионлари тахлили натижалари келтирилган.

#### 5-жадвал

##### Ёғ мой корхонаси бўлинмалари оқава сувлари золларидаги металл ионлари миқдори

т/р	Бўлинмалар номи	Металл ионлари миқдори, мг/л					
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
1	ЁРОС	250,4	66,2	300,0	-	-	0,08
2	СПОС	220,8	63,3	384,2	-	-	0,10
3	МаргОС	132,9	30,6	100,8	-	-	0,06
4	МайОС	132,8	30,6	100,0	-	-	0,06
5	СОС	250,4	66,2	100,0	0,02	0,02	0,12
6	КЮОС	250,4	66,2	362,0	-	-	0,12
7	УОС	121,2	30,0	82,7	-	-	0,07

Бу ишлаб чиқаришлар оқава сувларидаги қўшимчаларнинг асосий қисми заррачаларнинг мицелляр тузилганлиги туфайли муаллақ ҳолатда туради. Бу ҳолатда туриш зарядланган заррачаларнинг ўзаро электростатик тортилиб туриши, сув диполларининг электродинамик кучлари ва суюқ эритувчининг ҳаракатчанлиги эвазига таъминланади.

Натрий ишқори эритмасида шоли похоти ва буғдой сомонини қайнатиб, целлюлоза олиш жараёнида ўта рангли (бўялган) оқава сувлар ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган оқава сувлар органик моддаларининг таркибий ва миқдорий

тавсифи 6-жадвалда келтирилган.

### 6-жадвал

#### Шоли походи ва бугдой сомонини қайнатиб, целлюлоза олиш жараёнида ҳосил бўлган оқава сувлар органик моддаларининг таркибий ва миқдорий тавсифи

т/р	Моддалар номлари	Миқдори ва четланиш, г/л		Фарқи г/л
		СВПС	СВРС	СВРС-СВПС
1	Лигнин	13,4±0,6	12,1±0,5	+1,3
2	Гемицеллюлоза	16,4±0,5	14,6±0,4	+1,8
3	Полисахаридлар	4,3±0,4	3,6±0,4	+0,7
4	Кремний органик бирикмалар	1,2±0,2	3,4±0,4	-2,2

Лигнин, гемицеллюлоза, полисахаридлар ва кремний органик бирикмалар табиатан ноионоген моддалардир. Уларнинг ҳаммаси гигроскопик хоссали моддалар бўлиб, сув молекулалари билан гидрофоб таъсирлашиб, бўккан ҳолда сувнинг ҳажми бўйлаб тарқалган ҳолда жойлашади. Органик моддалардан ташқари оқава сув таркибида 13-14 та металл бирикма шаклида мавжуд.

Целлюлоза ишлаб чиқаришда ҳосил бўлган оқава сувларнинг анорганик моддаларнинг металл элементлари таркиби қуйидаги 7-жадвалда келтирилган.

### 7-жадвал

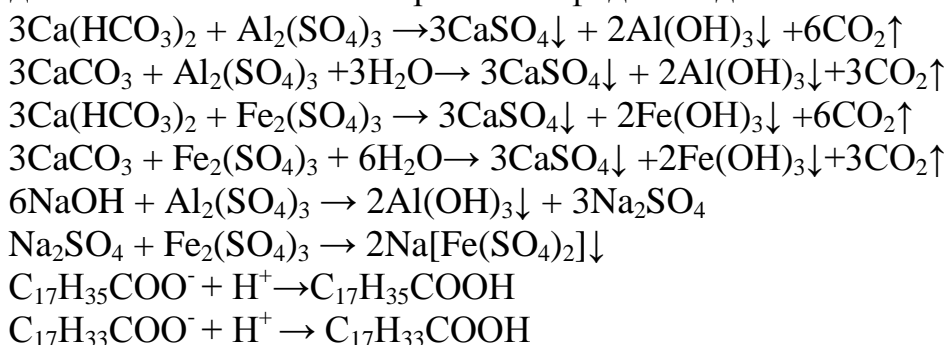
#### Целлюлоза ишлаб чиқаришда ҳосил бўлган оқава сувларнинг анорганик моддаларнинг металл элементлари таркиби

т/р	Металлар номлари	Белгиси	Кулидаги миқдори, г/л		фарқи г/л
			СВРС	СВПС	
1	Алюминий	Al	17,600±0,1000	3,5±0,1000	+14,100
2	Темир	Fe	0,360±0,0200	3,6±0,1000	-3,240
3	Натрий	Na	25,400±0,0200	25,4±0,5000	-3,100
4	Кальций	Ca	11,200±0,1000	18,4±0,3000	-7,200
5	Магний	Mg	3,600±0,1000	5,9±0,2000	-5,300
6	Барий	Ba	0,170±0,0100	-	-0,170
7	Бор	B	0,060±0,0050	0,011±0,0010	+0,049
8	Мис	Cu	0,054±0,0020	0,011±0,0010	+0,043
9	Никель	Ni	0,009±0,0010	0,006±0,0005	+0,003
10	Кобальт	Co	0,035±0,0010	-	+0,035
11	Марганец	Mn	0,099±0,0010	0,112±0,0020	-0,023
12	Титан	Ti	0,054±0,0010	0,380±0,0050	-0,326
13	Молибден	Mo	0,020±0,0002	0,007±0,0005	-0,005
14	Қалай	Sn	0,001±0,0001	0,018±0,0002	-0,017
15	Стронций	Sr	-	0,018±0,0001	-0,018

Бу металллар эритма қайнаш ҳароратида юқорида 6-жадвалда келтирилган органик бирикмалар билан комплекслар ҳосил қилади ва эрувчан ҳолатда маълум рН оралигида (рН=11,0-13,2) барқарор эритма ҳолида мавжуд бўлади. рН кислотали муҳит томонга ўзгарса, органик комплекс тузлар парчланади.

Коагуляция механизми оқава сув таркибида коллоид ҳолда мавжуд бўлган ёғ кислоталари, икки ва уч валентли металллар ва механик қўшимчаларнинг ўзаро гидрофоб таъсирлашувига асосланган.

Коагулянтларнинг кимёвий таркиби аввалги бобларда келтирилган эди. Коагулянтларнинг оқова сувлар қўшимчалари билан ўзаро таъсирлашуви куйидаги кимёвий тенгламалар билан ифодаланади:



Ушбу келтирилган оддий реакция тенгламалар системаси орқали коагуляция, ёғ-мой корхонаси бўлинмалари оқова сувлари қўшимчаларини улар билан биргаликда чўктириш реакцияларининг кимёвий қонуниятлари ва механизмини тасаввур қилиш мумкин. Бунда аниқроқ маълумот олиш учун оқова сув ҳажми 1000 мл, коагулянт концентрацияси 1,0% деб олинди.

Ёғларни рафинациялаш бўлинмаси оқова сувларини тозалаш учун биз яратган ва олган сульфат кислотали композицион коагулянтлар КА-1, КА-2, КСУ-1, КСУ-2, КАЗ-1 ва КАЗ-2 бўлди. Улар 1%ли эритмалар бўлиб, сарфи 0-100 мл бўлди. Композицион коагулянтларнинг таркиби бир хил  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  ва  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  дан иборат, лекин миқдори жиҳатдан фарқ қиладиган компонентли, яъни 82,0% дан 94,0% гача алюминий сульфат ва 12,0% дан 3,0% гача темир сульфат сақлайди.

Фойдаланилган коагулянтлар орасидан КА-1 энг паст коагуляция самарали, КАЗ-2 эса энг катта самарали бўлди. 2-жадвалдан маълумки, бойитилмаган Ангрен каолинида 21,00%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ва 8,63%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , бойитилганида 32,34%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ва 6,00%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  бор. Агар назар солиб, таҳлил қилинганда  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  нисбат бойитилмаган каолинда 0,41га, бойитилганда эса 0,19 га тенг. Бойитилмаганга қараганда бойитилган каолинда алюминий миқдори 1,5 баробар,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{Al}_2\text{O}_3$  2,22 баробар кўп. Темир (III) сульфат катта концентрацияларда алюминий сульфатга антагонистлик намоиш қилса, кичик концентрацияларда синергизм кўрсатди. КАЗ – 2 коагулянти 95,97% алюминий сульфат ва 4,03% темир (III) сульфат сақлаб энг юқори

### 8-жадвал

Ёғнинг рафинацияси оқова сувларини тозалашда максимал коагуляция самарасига эришишдаги коагулянт сарфининг оптимал дозалари

т/р	Коагулянтлар номлари	Коагулянт ҳажми, мл	Дисперс фаза, г		Тозалаш самараси,%	
			1 соатда	12 соатда	1 соатда	12 соатда
1	коагулянтсиз	0	-	0,30	0,00	1,01
2	КА – 1	80	4,52	30,61	72,90	76,87
3	КА – 2	80	5,07	33,20	81,77	83,42
4	КСУ – 1	80	5,53	34,41	89,19	86,41
5	КСУ – 2	80	5,71	36,86	92,10	92,46
6	КАЗ – 1	80	6,04	38,72	97,41	96,03
7	КАЗ – 2	80	6,20	39,82	100,00	100,00

коагуляция самарасига эга бўлиб, оқова сувни қўшимчалардан 100%

тозалайди.

8-жадвалда максимал тозалаш самарасига эришгандаги коагулянт сарфининг оптимал дозалари келтирилган. Анорганик бирикмалар билан бир қаторда госсипол ва унинг натрийли бирикмалари ҳам алюминий ва темирга алмашилиб, сувда эримайдиган чўкмалар ҳосил қилади.

Бир хил миқдор коагулянт қўшилганда энг юқори нисбий самара КА3-2 да 100%, КА-1да энг паст нисбий самара 67,76%. КА3-2 да жуда оз миқдордаги  $Fe_2(SO_4)_3$  коагуляция синергизмини, аксинча юқори миқдори коагуляция антагонизмини намоён бўлишига олиб келади.

9-жадвалда органик моддалардан тозаланиш натижалари келтирилган.

### 9-жадвал

#### Ёғнинг рафинацияси бўлинмаси оқава сувларини тозалашда максимал флотация самарасига эришишдаги коагулянт сарфининг оптимал дозалари

т/р	Коагулянтлар номлари	Коагулянт ҳажми, мл	органик компонентлар ҳажми, (мл/л)		Тозалаш самараси, %	
			1 соатдан кейин	12соатдан кейин	1 соатдан кейин	12соатдан кейин
1	коагулянтсиз	0	1,21	2,78	5,00	10,67
2	КА – 1	80	16,39	19,76	67,76	71,66
3	КА – 2	80	17,09	19,67	70,65	75,85
4	КСУ – 1	80	17,09	19,76	70,65	75,85
5	КСУ – 2	80	19,09	22,67	78,92	87,02
6	КА3 – 1	80	23,04	25,77	95,25	98,92
7	КА3 – 2	80	24,19	26,05	100,00	100,00

8- ва 9-жадвалларни таҳлил қилиб, биз яратган коагулянтлар коагуляция ва флотация хоссаларга эга экани аниқланди. Бундай самарага аввало алюминий ва темир (III) сульфатларининг гидролизи туфайли алюминий ва темир (III) гидроксилари ва сульфат кислотаси ҳосил бўлиши бўлса, алюминий ва темир (III) гидроксилари ва сульфат кислотанинг эритмадаги фаол ионлар билан ўзаро таъсирлашиб, коагуляция, ёғлар ва ёғ кислоталари қолдиқлари пассив бўлгани, сув ва эритмага нисбатан зичлигининг кичиклиги туфайли оқава сувнинг ҳаво билан чегарасига сузиб чиқиб, флотация хоссалари содир бўлади.

Коагулянт қўшилиши бевосита оқава сувнинг рН муҳитига таъсир этади. Кучсиз асос ва кучли кислота қолдиқларидан ташкил топган тузлар аралашмаси бўлган коагулянт рафинацияланган ёғлар ишлаб чиқариш бўлинмаси оқава сувларининг рН ни пасайтирди. Бир йўла ёғ кислоталари ва суюқ ёғлар госсипол ва унинг ҳосилаларидан ажралади. Буни 9-жадвалдан аниқ кўриш мумкин.

Коагулянт таъсирида оқава сувнинг сирт таранглиги, когезия иши ва бошқа асосий кўрсаткичлари ҳам пасайди (10-жадвалга қаранг).

10-жадвалдан кўришиб турибдики, ёғлар рафинацияси оқава сувларининг коагулянтлар билан ишлов беришдан кейин аввалгига нисбатан сифат кўрсаткичлари 80 мл коагулянт қўшилгач, рухсат этилган меъёргача яхшиланди ва: рН -1,52; ККТ - 14,5; БКТ - 21,7; қаттиқлик - 2,4; куруқ қолдиқ

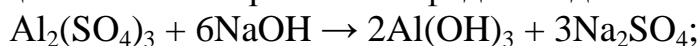
миқдори 62,9 ва куйдирилган қолдиқ - 58,3 марта пасайиб, қайта фойдаланишга яроқли бўлиб қолди.

## 10-жадвал

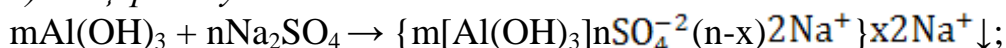
### Ёғлар рафинацияси оқава сувларининг коагулянтлар билан ишлов беришдан аввал ва кейинги физик-кимёвий сифат кўрсаткичлари

т/р	Сифат кўрсаткичлар номи	Ўлчов бирликлари	Тозалашдан	
			аввал	кейин
1.	Кимёвий кислородга талаб, ККТ	мгО <sub>2</sub> /л	145,2 ± 2,02	10,12 ± 0,21
2.	Биологик кислородга талаб, БКТ <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /л	118,4 ± 2,54	5,44 ± 0,32
3.	Қаттиқлик, муваққат: умумий:	мг-эқв НСl /л	15,53±0,20 18,12± 0,44	5,12±0,12 7,22±0,11
4.	Қуруқ қолдиқ	г/л	15,23±0,51	0,242±0,031
5.	Куйдирилган қолдиқ	г/л	3,73±0,15	0,064±0,010
6.	Сирт таранглик	н/м	77,83±0,5	72,26±0,25
7.	Когезия иши	н/м	155,66±1,0	144,52±1,0

Коллоид заррача мицелаларидан иборат коллоид система куйидаги реакция тенгламалари билан ифодаланади:



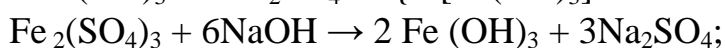
а) ишқорий муҳитда:



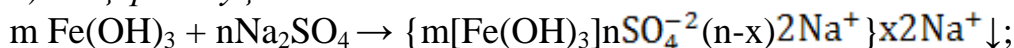
б) кислотали муҳитда:



в) нейтрал муҳитда:



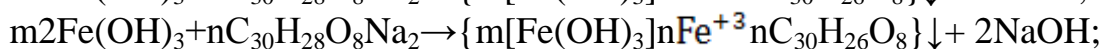
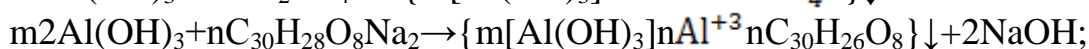
а) ишқорий муҳитда:



б) кислотали муҳитда:



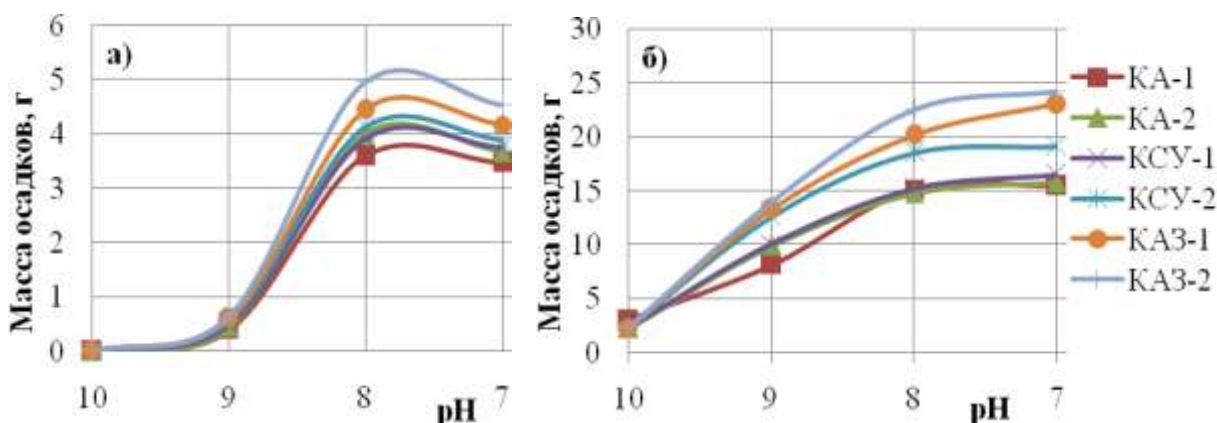
в) нейтрал муҳитда:



Келтирилган мицелла ҳосил бўлиш реакция тенгламаларидан аниқ тасаввур бўладики, биргаликда чўктириш мицелалар ҳосил бўлаётган 70-80<sup>0</sup>С ҳароратда ҳосил бўлади. 15-20 минутдан кейин коллоид заррачаларининг йириклашиши, сўнг уларнинг оғир қисмининг госсипол ва унинг ҳосилалари билан бирга чўкиши ва оқава сувнинг тиниқлашиши содир бўлди.

Оқава сувнинг рН ига боғлиқ равишда кислотали ва ишқорий муҳитларда мицела 3 қисмдан, яъни ядро, адсорбцион ва диффуз қаватлардан, нейтрал муҳитда 2 қаватдан, яъни ядро ва адсорбцион қаватлардан иборат бўлади. Бироз вақт ўтгач, ёғлар ва ёғ кислота қолдиқлари сувнинг юзига флотация бўлиб, уни сузиб олиб хўжалик совуни ишлаб чиқаришга қайтарилади.

Коагуляция жараёнида коагулянтнинг диффузия қавати сиқилади, бир нечта сув молекулалари бўлган алюминий ва темир гидроксидлари ҳосил бўлади. рН га боғлиқ равишда, Винклер томонидан тавсия этилган схемаларга мос равишда, яъни рН < 4 да -  $[Al(H_2O)_6]^{+3}$ ;  $[Al(H_2O)_5(OH)]^{+2}$ ;  $[Al(H_2O)_5(OH)_2]^+$  аквагидроксо бирикмалари; рН 4-5 да сувда эримайдиган, лекин бўкадиган  $[Al_6(OH)_{15}]^{+3}$ ,  $[Al_8(OH)_{20}]^{+4}$  поли (алюминийгидроксо) бирикмаларнинг ҳосил бўлиши эҳтимол. Олтита ва саккизта алюминий атомли координацион бирикмалар нейтрал  $[Al(H_2O)_3(OH)_3]^0$  заррачалар билан ўзаро таъсирлашиб, оқова сувларнинг коагуляция жараёнини амалга оширувчи, тўрсимон мусбат зарядли тузилмани ҳосил қилади. Худди шунга ўхшаш таркибли бирикмалар темир (III) иони билан ҳам ҳосил бўлади, яъни рН < 4 да -  $[Fe(H_2O)_4]^{+3}$ ;  $[Fe(H_2O)_3(OH)]^{+2}$ ;  $[Fe(H_2O)_3(OH)_2]^+$  аквагидроксо бирикмалари; рН 4-5 да сувда эримайдиган, лекин бўкадиган  $[Fe_6(OH)_{15}]^{+3}$ ,  $[Fe_8(OH)_{20}]^{+4}$  булар ҳам нейтрал  $[Al(H_2O)_3(OH)_3]^0$  заррачалар билан ўзаро таъсирлашади ва коагуляция содир бўладиган зарядланган тўр пайдо бўлади. Гидролизнинг иккинчи маҳсулоти сульфат кислота сувда эриган бирикмалар билан ўзаро таъсирлашиб, кам эрувчи  $CaSO_4$  ва  $MgSO_4$  тузларини ҳосил қилади.



**3-расм. Коагулянт қўшилгандан кейин ҳосил бўлган чўкма (а) ва органик моддаларнинг (б), пахта мойи рафинацияси оқова сувлари рН га боғлиқлиги**

Хўжалик совуни ишлаб чиқаришда таркибида кальций, магний ва натрийнинг анорганик тузлари, асосан қозонларни қириш, қувурлар, кесиш ва қадоклаш ускуналарини ювиш вақтидаги совун қолдиқлари каби органик моддалардан иборат оқова сувлар ҳосил бўлади. Бу бўлинмада госсипол ва унинг ҳосилалари бўлмайди. Мицела ҳосил бўлиш аввалги рафинация бўлинмасида келтирилган реакция тенгламалари асосида фақат госсиполнинг гидролизланган коагулянт билан таъсири тенгламасисиз ифодаланади. Коагуляция жараёни худди ёғларни рафинацияси билан бир хил маҳсулотлар (фақат госсипол ва унинг ҳосилаларисиз) ҳосил қилиб кечади.

Маргарин ишлаб чиқаришда ачитилган сут қўшилади. Маргарин гомогенизаторда аралаштириб, совутиб, сўнг вакуум остида ортикча сувини сиқиб чиқаришда ва жихоз ва ускуналарни ювиш натижасида оқова сувлар ҳосил бўлади. Шу сувнинг таркибида суюқ ёғ, саломас, сут оқсиллари ва ҳоказолар қолдиқлари бўлади. Коагулянт билан таъсирлашиб чўкмага

минерал қўшимчалар билан бирга денатурацияланган оксиллар ва глицерин қолдиқлари тушади, сув юзасига суюқ ёғ, саломас, эмульгатор ва парчаланган ёғ кислоталари қолдиқлари сузиб чиқади.

Майонез ишлаб чиқаришда сутдан бошқа кўпгина озиқ-овқат қўшимчалари қўшилади. Ишлаб чиқариш цикли тугагач, ускуналар ва хоналарни ювишда таркибида майонез тайёрлашда қўшилган барча моддаларнинг қолдиқлари бўлган оқава сув ҳосил бўлади. Шу қолдиқлар коагулянт билан ўзаро таъсирлашганда оқава сувнинг таркибидаги муаллақ турган моддалар мувозанати бузилади. Чўкмага, дезодорацияланган суюқ салат ёғидан ташқари, барча қўшимча моддалари коагулланиб тушади.

Саломас ишлаб чиқаришда суюқ ёғни гидрогенлаш учун мис ва никелнинг сульфат тузларидан иборат катализатор ишлатилади. Ишлаб чиқариш цикли тугагач, ускуналар ва хоналарни ювишда таркибида қисман суюқ ёғ, саломас ва катализатор қолдиқлари бўлган оқава сув ҳосил бўлади. Ушбу қолдиқлар коагулянт билан ўзаро таъсирлашганда оқава сувнинг таркибидаги муаллақ турган моддалар мувозанати бузилади. Чўкмага, суюқ пахта мойи ва саломасдан ташқари, катализатор ва барча анорганик моддалар коагулланиб тушади.

Кир ювиш бўлинмасида энг кўп ифлосланган оқава сув ҳосил бўлади. Унинг таркибида кўпгина сувда эримайдиган минерал, эрийдиган органик ва анорганик қўшимчалар борлиги аниқланди. Уларни коагулянтлар иштирокида ўзаро таъсирлашуви натижасида оқава сувни юқори даражада тозаланишини 11-жадвалдан кўриш мумкин.

11-жадвалдан кўриниб турибдики, ёғлар рафинацияси оқава сувларининг коагулянтлар билан ишлов беришдан кейин аввалгига нисбатан ишлаб чиқилган коагулянтларнинг ўта бўялган шולי похоли ва буғдой сомонидан целлюлоза олишда ҳосил бўладиган оқава сувларни тозалашга таъсирини ўрганиш, уларнинг юқори тозаловчилик қобилиятини 96% гача қўшимчалардан холос этишини кўрсатди.

## 11-жадвал

### Кир ювиш бўлинмаси оқава сувларини коагулянтлар билан тозалашдан аввал ва кейинги физик-кимёвий кўрсаткичларининг ўртача қийматлари

т/р	Сифат кўрсаткичлар номи	Ўлчов бирликлари	Тозалашдан	
			аввал	кейин
1	Водород кўрсаткич, рН	-	13,20	7,16±0,20
1	Кимёвий кислородга талаб, ККТ	мгО <sub>2</sub> /л	165,20 ± 2,02	10,23 ± 0,21
2	Биологик кислородга талаб, БКТ <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /л	148,40 ± 2,54	6,51 ± 0,42
3	Қаттиқлик, муваққат: умумий:	мг-экв НСl /л	16,53±0,20 18,62± 0,41	7,00±0,12 10,05±0,11
4	Куруқ қолдиқ	г/л	16,99±0,51	0,242±0,31
5	Куйдирилган қолдиқ	г/л	4,79±0,15	0,079±0,08

Яратган коагулянтларимизни ёғ-мой корхоналарининг барча бўлинмаларида оқава сувларнинг тозалашга қўллаганимизда юқори сифат билан тозалаганини кўрилди. Оқава сувларнинг сифати рухсат этилган меъёр даражасига, кўрсаткичларининг пасайиши эвазига, етказилди: - рН 2,10;



ККТ 15,67; БКТ 22,80; қаттиқлик 18,6; Қуруқ қолдиқ миқдори 70,79, Куйдирилган қолдиқ 60,63 марта камайди.

Агар 1 соат мобайнида коагулянт КА-1 билан оқава сув 73% тозаланган бўлса, КА3-2 билан 100% га етади.

Бешинчи боб «Композицион коагулянтлар композицияларини яратиш ва фаоллиги сўнганларини тиклаш» Ангрен, Султон-Увайс ва Ауминзатаунинг Зақудуқ участкаси конидаги маҳаллий каолинлар асосида олинган барча коагулянтларлар фаоллигини максималга яқинлаштириш учун коагулянтлар композицияларини тузиш ва ишлаб, қобилятини йўқотганларини қайта тиклаш усулига бағишланган.

Яратилган коагулянтларнинг нисбатан кучсизларини коагуллаш қобилятини кучайтириб, максимал даражага етказиш учун КА3-2 билан қолган бошқа коагулянтларнинг композициялари тузилди ва оқава сувларни тозалаш учун синаб кўрилди. 12-жадвалда тайёрланган коагулянтлар композициялари билан суюқ ёғлар рафинацияси ва кир ювиш бўлинмалари оқава сувларини тозалаш натижалари келтирилган.

12-жадвалдан аниқланишича КА3-2 композицион коагулянтнинг коагулянтлар композицияларида ортиши билан оқава сувларнинг минерал қўшимчалардан тозаланиш даражасининг ортиши ва бундай ортиш коагулянтлар нисбатининг камайиши тартибида экани композиция КА-1:КА3-2, КА3-1:КА3-2 композициялари учун яққол кўринади. КСУ-1: КА3-2 и КА3-1: КА3-2 учун аралаштириш самараси камроқ кўринади. Бу алюминий сульфатнинг кўплиги ва темир сульфатнинг камайганлиги, ҳамда коагуляция синергизми билан боғлиқ. Тадқиқ қилинган оқава сувларнинг минерал қўшимчаларига нисбатан коагулянтнинг муддатдан олдин қисман гидролизи маҳсулотлари  $Al(OH)SO_4$  ва  $Fe(OH)SO_4$  ларнинг пайдо бўлиши рН нинг кисло-талидан нейтралга бирданига силжиши, шунингдек таркибида темир тузларининг 5-6% дан кўп бўлиши, коагулянтнинг эрувчанлигини камайишига ва коагуляция антагонизми кузатилишига сабаб бўлди.

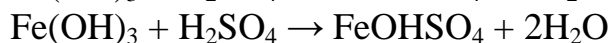
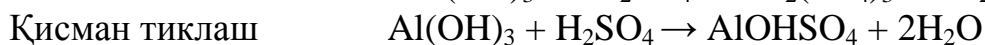
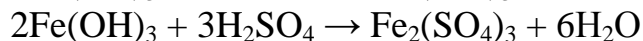
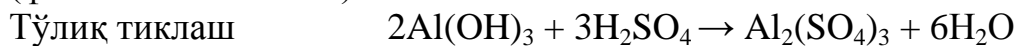
## 12-жадвал

### Коагулянт композицияларининг ёғ-мой корхонаси бўлинмалари оқава сувларини минерал қўшимчалардан тозаланиш даражаси таъсири

т/р	Коагулянтларнинг КА3-2 билан нисбати	Оқава сувларни тозаланиш даражалари, %				
		КА-1: КА3-2	КА-2: КА3-2	КСУ-1: КА3-2	КСУ-2: КА3-2	КА3-1: КА3-2
Пахта мойи рафинацияси бўлинмаси оқава сувлари учун						
1	1:1	78,48	82,77	89,19	92,83	97,41
2	1:2	86,84	88,01	91,72	93,52	97,52
3	1:3	89,08	90,41	93,62	94,72	97,59
Корхона кир ювиш бўлинмаси оқава сувлари учун						
4	1:1	82,41	84,32	91,06	94,21	94,78
5	1:2	88,34	89,72	92,47	94,74	94,80
6	1:3	90,66	90,80	93,24	94,84	94,82

Коагулянтлар композициялари ва уларнинг миқдорига қараб, органик бирикмаларнинг ажралиши ҳам ўзгаради. Коагуляциядан кейин коагулянтлар

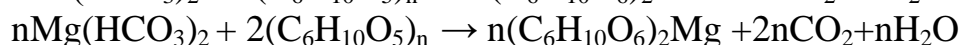
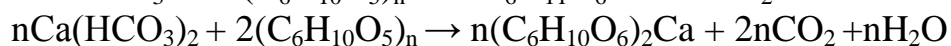
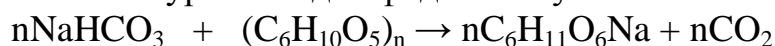
фаоллиги тўлиқ йўқолади. Аммо уни тиклаш мумкин. Бунинг учун коагулянтни қуйидаги реакция тенгламасига мувофиқ регенерация қилиш (фаоллигини тиклаш) лозим:



Алюминий ва темир сульфатлари фаолроқ бўлиб, кўпроқ моддаларни биргаликда чўктиради, шу металлларнинг оксосульфатлари эса тезда чўкмага тушади, аммо самараси пастрок.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  да иккита алюминий бўлиб, бу ўрта туз сувда ионларга парчаланганда уларнинг сорбцион ҳажми ҳамкатта бўлади.

Олтинчи боб «Юксак сув ўсимликлари билан оқава сувларни тозалаш» пистия «Телоризовидная» ва эйхорния «Отличная» юксак сув ўсимликлари билан оқава сувларнинг жуда озгина миқдорли кўшимчаларидан ҳам тозалашга бағишланган.

Коагулянтлар билан ёғ-мой корхоналари оқава сувлари деярли тўлиқ тозаланган бўлса-да юксак сув ўсимликлари экилган тажриба ҳовузидан диаметри 20мм бўлган қувурча орқали кириб, 50мм бўлган қувурдан 1л/мин тезлик билан чиқарилса, шу сув унда эриган моддалардан тозаланadi. Юксак сув ўсимликлари сифатида пистия «Телоризовидная» ва эйхорния «Отличная» танланди. Уларнинг илдизлари натрий бошқа сувда эриган ионларнинг қолдиқларини сўриб олди. Ўсимликлар илдизи ва танаси целлюлоза ва клетчаткадан иборат адсорбентдир. У металл ионларини ўзига бириктириб, бирикмалар ҳосил қилади. Кимёвий жиҳатдан буни қуйидаги реакция тенгламаси кўринишида ифодалаш мумкин:



Шоли похоти ва буғдой сомонидан целлюлоза олишда ҳосил бўладиган оқава сув ҳам коагулянт билан тозалангач биоҳовузда юксак сув ўсимликлари билан тозаланса, сув ишқорий ва бошқа инертроқ металллардан холос бўлади.

Бажарилган экспериментал ишлар фақат лаборатория тажрибалари бўлиб қолмай, балки саноатда қўлланилиши аҳамиятлидир. Коагулянт ишлаб чиқариш оптимал шароитларини ҳисоблаб топиш, иқтисодий жиҳатдан самарадор эканини асослаш, сўнгра коагулянт ишлаб чиқариш ва оқава сувларни тозалаш қурилмаларининг технологик схемалари тузилиб, таклиф этиш вазифасини бажариш зарур.

Еттинчи боб «Коагулянтлар олиш ва оқава сувларни тозалаш технологияси ва технологик қурилмаларини ишлаб чиқиш» коагулянт олиш оптимал шароитлари ва иқтисодий самарадорликни асослаш бўйича ҳисоблаш ишлари, рецептурасини тузиш, жиҳозларни танлаш, технология ва технологик қурилмалар схемалари яратишга бағишланган.

Коагулянт олиш кимё-технология жараёнларининг оптимал шароитлари

тўлиқ омилли эксперимент услубида Фишер ва Стьюдентс критерийларини ҳисоблаб топилгач, аниқ бўлишича, Ауминзатаунинг Закудук участкаси каолинларидан олинган композицион коагулянт таркибида алюминий сульфатнинг 96,8%, темир сульфатнинг 0,04% бўлиши учун оптимал: каолинни металлларга оксидларига парчалаш ҳарорати 500-550<sup>0</sup>С, вақти 90 минут, ажратиш ҳарорати 110<sup>0</sup>С сульфат кислотанинг концентрацияси 40% 125% норма, 100г хом-ашёдаги алюминий оксиди массаси 43г, темир оксидиники 0,36г бўлиши керак.

Шу коагулянтни 1 йил мобайнида ишлаб чиқариш учун сарфланган ҳаражатларни иқтисодий жиҳатдан ҳисоб-китоб қилинганда, корхонанинг соф даромади 127,8452458 млн. сўм, ҳаражатларни қоплаш муддати 9,5 ой экани маълум бўлди.

Шу маълумотларга асосланиб, коагулянт ишлаб чиқариш технологияси ва қурилмасининг технологик схемаси ишлаб чиқилган. Бу ҳақидаги маълумотлар диссертация иловасида келтирилган.

Яратилган коагулянтлар оқава сувларни тозалаш учун махсус тажриба-синов қурилма схемаси ва модели яратилди. Тажриба ишлари «Турон Ходжейли» акциядорлик жамиятида синовдан ўтди, технологик регламентлари ва синов АКТлари тузилиб, тасдиқланди.

## ХУЛОСА

1. Ўзбекистон Республикасида 38% дан ортиқ алюминий оксиди ва 0,35% темир оксидига эга каолиннинг кони Ауминзатаунинг Закудук таркибида борлигини кўрсатди.

2. Ауминзатаунинг Закудук каолинларида, алюминий оксидини кўплиги ҳамда темир оксидини камлиги билан Ангрен ва Султон-Увайс каолинларидан афзаллиги аниқланди.

3. Каолин таркибидаги эримайдиган ва кам эрийдиган (кремний диоксиди ҳамда алюминий ва темирнинг сувда эримайдиган бирикмалари бўлган гидроксидлари ва гидроксилли тузларининг) бирикмаларини сувда эрийдиган бошқа қўшимчалардан ажратиш услублари кимёвий реакция тенгламалари таклиф этилди.

4. Коагулянтни олгунга қадар каолин тайёрлашнинг магнит сепарацияли ҳамда сепарациясиз усуллари яратилди.

5. Каолинлар таркибидан металлларни максимал ажралиши учун хлорид кислотанинг оптимал концентрацияси 28-30%, сульфат кислотанинг 36-40% эритмалари керак эканлиги аниқланди.

6. Каолинларни кислота эритмаси билан дастлабки қайта ишлов бериб, металл оксидларини максимал даражада ажратиб олишнинг яъни улар 40% ли сульфат кислота эритмасида, 500-550<sup>0</sup>С ҳарорат ва 90 минут; 30%ли хлорид кислота эритмасида, 400-450<sup>0</sup>С ҳарорат ва 90 минут куйдириш вақти оптимал шароит эканлиги аниқланди.

7. Каолин билан кучли кислота эритмалари ўзаро кимёвий таъсирлашганда кремний диоксиддан ташқари барча металл оксидлари ўрта

(нормал) ва қисман асосли тузлар ҳосил қилади. Куйдириш ҳароратида сульфат кислота қолдиғи ёниб, гидроксил гуруҳлар сув кўринишида буғланиб, металл оксидлари ажралиши аниқланди.

8. Каолинни сульфат кислота билан таъсирлаштирилганда кремний диоксид ва кальций сульфатдан ташқари барча металлларнинг ўрта сульфат тузлари сувда эритма ҳосил қилиши ва шу эритма 65-70<sup>0</sup>С (338-343К) гача иситилганда оқ рангли алюминий гидроксид ҳамда зарғалдоқ темир (III) гидроксид чўкмалари ажралиши аниқланди.

9. Ишлаб чиқилган композицион коагулянтлар оқава сувларга кўшилганда кўшалок самараси аниқланди. Жумладан, аорганик моддалар, госсипол ва унинг ҳосилаларини сувда эримайдиганларининг коагуляцияси, яъни қаттиқ жисм-суюқлик чегара сиртидаги адсорбцияси ҳамда қолган сувда эримайдиган органик моддалар ва ёғнинг оқава сув-ҳаво чегарасига флотацияси намоён бўлиши аниқланди.

10. Ёғ-мой корхоналарининг оқава сувлари ҳамда шולי похולי ва буғдой сомонидан целлюлозани олишда ҳосил бўлган ўта бўялган оқава сувларни қайта ишлатишга (тозалашга) яроқлилиги ва шахар оқавасига чиқаришдан олдин сувларни юксак сув ўсимлиги билан тозалаш лозимлиги кўрсатилди.

11. Тажрибалар сонини камайтириш, соддалаштириш, вақт ва молиявий тежашлар учун тажрибаларни режалаштириш ҳисоб-китоб ишлари бажарилди. Ауминзатаунинг Закудук участкаси каолинидан олинган КАЗ-2 коагулянтининг ҳосил бўлиш унуми 96,3% бўлиб, иқтисодий самара 213,0754080 млн. сўм, соф даромади 127,8452458 млн. сўм сарф харажатларни қоплаш 9,5 ой бўлиши аниқланди.

12. Илмий тадқиқот натижасида бир йўла табиий каолинлардан оқилона фойдаланиш, коагулянт олиш учун янги хом-ашё манбалари (Султон-Увайс ва Ауминзатау конлари) топилди, сув экологияси (оқава сувларни комплекс тозалаш), энергия ва моддий ресурсларни тежаш ( куйдириш ҳароратини пасайтириш, тозаланган оқава сувларни ва ажратилган ёғли моддаларни корхона ишлаб чиқариш жараёнига қайтариш) муаммолари ечилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.28.03.2018.К/Т.04.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧУНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**АБДУРАХИМОВ ХОДЖИАКБАР АБДУРАХМАНОВИЧ**

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МАСЛОЖИРОВОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗРАБОТАННЫХ  
КОМПОЗИЦИЙ КОАГУЛЯНТОВ**

**11.00.05 – Охрана окружающей среды и рациональное использование  
природных ресурсов**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ  
ДОКТОРА ХИМИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

**Ташкент - 2020**

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистана за номером В.2019.2.DSc/K66

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета ([www.tkti.uz](http://www.tkti.uz)) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)).

Научный консультант:

Мугалов Шухрат Ахмаджонович  
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Кулматов Рашид Анорович  
доктор химических наук, профессор

Эшметов Иззат Дусимбатович  
доктор технических наук, профессор

Исмоилов Ровшан Исроилович  
доктор химических наук

Ведущая организация:


Бухарский инженерно-технологический институт


Защита диссертации состоится « 18 » января 2020 года в « 10<sup>00</sup> » часов на заседании Научного совета DSc.28.03.2018.K/T.04.02 при Ташкентском химико-технологическом институте (адрес: 100011, г.Ташкент, ул. А.Навои, 32, Тел: (+99871) 244-79-20, Факс: (+99871) 262-79-17, e-mail: [info@tkti.uz](mailto:info@tkti.uz))


Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за № 92 с которой можно ознакомиться в ИРЦ (адрес: 100011, г.Ташкент, ул. А.Навои, 32, Тел: (+99871) 244-79-20).

Автореферат диссертации разослан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 года.  
(Реестр за № 5 от «07» января 2020 года).



  
Л.Т.Пулатова  
Заместитель председателя Научного совета  
по присуждению учёных степеней,  
д.х.н., профессор

  
Х.Л.Пулатов  
Учёный секретарь Научного совета  
по присуждению учёных степеней,  
д.х.н., доцент

  
А.С.Сидиков  
Председатель научного семинара при  
Научном совете по присуждению учёных  
степеней, д.х.н., профессор

## ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В последнее время в мире растет проблема чистой воды, с увеличением темпов роста промышленных предприятий, фермерских хозяйств и численности населения. Чистая вода является одним из основных средств почти всех процессов промышленных предприятий. К сожалению, возврат сточной воды в процесс производства после ее очистки имеет важное значение. В частности, сброс сточных вод промышленными предприятиями приводит к загрязнению не только окружающей среды, но и гидросферы. В этой связи ученые мира придают должное внимание на очистку сточных вод коагулянтами, флокулянтами, флотореагентами, биологическими растениями и т.д.

В мире необходимо разрабатывать, научно обосновывать решения, касающиеся технологии получения коагулянтов для очистки промышленных сточных вод от жировых остатков, в частности определять сырьевые ресурсы для получения коагулянтов, определение влияние температуры и времени обжига для разложения алюминия и др. металлов, усовершенствование технологии переработки каолинов, установление оптимальных условий процесса получения коагулянта и его состава физико-химическими методами, использовать полученные композиционные коагулянты при разработке технологии очистки сточных вод предприятий масложировых и целлюлозных производств.

На сегодняшний день в Республике, благодаря осуществлению мер по рациональному использованию сырья и получению на их основе импортозамещающих новых видов продукции, достигнуты существенные результаты. В третьем направлении стратегии развития Республики Узбекистан отмечены важные задачи, направленные, прежде всего, на «... развитие технологий производства новой продукции на основе глубокой переработки местного сырья, подъем производства по качеству на новый уровень, ...»<sup>3</sup>. В этом плане, в частности важное значение приобретают разработки по получению коагулянтов на основе местных каолинов и их применение для очистки сточных вод масложировой промышленности.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и Постановлением Президента Республики Узбекистан от 23 августа 2017 года ПП-3236 «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы», ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по усиленному развитию химической промышленности в Республике Узбекистан» и ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и инве-

---

<sup>3</sup> Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

стиционной привлекательности химической промышленности» а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в Республике IV. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

**Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации.**

Научные исследования, направленные по очистке сточных вод, осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе, Department of Chemical Engenering, Institute of New-York (США); Московском Государственном университете им. М. В. Ломоносова (Россия); Уральском государственном университете и политехническом институте (Россия); Свердловском политехническом институте им. С. М. Кирова (Россия); Luxemburg Institute of Sciencet and technologe (Германия); Department the chemical Society of Japan (Япония) Department the chemical Society of Pakistan (Пакистан); Institute of Mining and Metallurgy (Турция); University of Science and technology (Китай); National Nanotechnology Center (Таиланд); Department of chemistry (Индия); Казахском государственном университете и Чимкентском химико-технологическом институте (Казахстан); Ташкентском химико-технологическом институте, Институте общей и неорганической химии и Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (Узбекистан) проводятся научно-исследовательские работы в области получения или создания сорбционных ионообменных материалов на основе минеральных и вторичных неорганических и органических ресурсов.

В результате исследований, проведенных в мире очистке промышленных сточных вод получены ряд научных результатов, в том числе: физико-химической переработкой глинистых минералов усовершенствована техногия получения неорганических сорбентов, применяемых для очистки жидкостей органической происхождения, понижая температуру его термообработки (Mexico of Science Attapulgu, Мексика); создана технология очистки сточных вод композиционными коагулянтами, полученными на основе местного сырья (Киевский и Харьковский национальные университеты, Украина); модифицируя путем введения в состав углеродистых, минеральных и органических ресурсов ионно-активных функциональных групп созданы сорбционно-ионообменные и композиционные материалы (Институт общей и неорганической химии, Узбекистан).

В мире по очистке сточных вод проводятся исследования по ряду приоритетных направлений, в т. ч. по: усовершенствованию технологий очистки сточных вод; созданию технологий производства коагулянтов на основе местных ресурсов; созданию технологий применения разработанных коагулянтов для очистки сточных вод; разработке технологии применения полученных коагулянтов для очистки многих производственных сточных вод; созданию нового поколения ионообменных материалов и применению их для



практической очистки сточных вод.

**Степень изученности проблемы.** В научно-технической и патентной литературе приводится и обсуждается большое количество научных материалов и способов переработки алюминийсодержащих сырьевых источников на сульфат алюминия и другие соединения, селективной очистке сточных вод от вредных примесей: (R. O. Ajemba, O. D. Onukwuli, Z. I. Zafar, W. R. Livingston, D. A. Rogers, R. J. Chapman, N. T. Bailey, S. A. Hussain, R. Jamal, M. Tariq, M. M. Iqbal, F. Chigondo, V. C. Nyamunda, V. Bhebhe, K. Yildiz, Е. Д. Бабенков, В. А. Проскуряков, А. А. Шмидт, А. К. Запольская, Д. А. Фридрихсберг, А. М. Когановский, М. Д. Белостоцкий, Н. Н. Круглицкий, В. Ю. Третинник, Л. А. Кульский, Ю. Ю. Лурье, Э. А. Арипов, С. З. Муминов, Х. Р. Исмамов, Л. М. Богачева, С. А. Абдурахимов, Ш. А. Муталов и др.).

Несмотря на то, что в научной литературе имеется много научных статей и сообщений, определено недостаточность экохимических научных основ получения коагулянтов, применения их для очистки сточных вод, ресурсоберегающие технологии и химические основы комплексной очистки сточных вод.

Исследования состава и свойств местных каолинов подсказывает необходимость повышения внимания в направлении получения композиционных коагулянтов, не уступающих импортируемых из-за рубежа аналогам. При этом необходимо заострить внимание на вопросы антагонизма и синергизма процесса коагуляции и на два явления, т. е. на коагуляцию неорганических и некоторых органических веществ, а также на флотацию жировых веществ, на очистку сточных вод масложировой промышленности и производства целлюлозы.

**Связь диссертационной работы с планами научно-исследовательских работ, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии по прикладному проекту П-13.34 на тему «Разработка комплексной технологии очистки сточных вод целлюлозного производства, для получения оборотной (технологической) и питьевой воды» 2003-2005 годах и по плану НИР Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства на тему «Получение коагулянтов на основе местных каолинов и очистка природных и сточных вод ими» в 2003-2019 гг.

**Целью исследования** является комплексная очистка сточных вод масложировой промышленности (МЖП) с использованием разработанных композиций коагулянтов.

**Задачи исследования:**

изучение химического состава и подбор каолинов Ангренского, Султан-Увайсского и Ауминзатауского месторождений пригодных для получения коагулянтов;

изучение влияния температуры и времени прокаливания на степень извлечения алюминия и других металлов;

изучение факторов, влияющих на степень извлечения алюминия и железа и других металлов растворами серной и соляной кислоты;

исследование процессов получения коагулянтов, изучение состава физико-химическими методами;

исследование полученных композиций коагулянтов для очистки сточных вод масложировых и целлюлозных производств.

выдача практических рекомендаций по дозам комплексного коагулянта на процесс очистки сточных вод МЖП.

разработка схемы химической переработки каолинов и недогоревших угольных отходов, составление материального баланса получения комплексного коагулянта;

разработка схемы пилотной установки для очистки сточных вод МЖП.

разработка способов комплексной очистки, сильноокрашенных, сточных вод производства целлюлозы из рисовой и пшеничной соломы;

разработка технологии комплексной очистки сильноокрашенных сточных вод производства целлюлозы рисовой и пшеничной соломы.

**Объектами исследования** являются каолины Ангреноского, Султан-Увайсского и Ауминзатауского (участка Закудук) месторождений, композиционных коагулянты состоящих из смесей сульфатов алюминия и железа (III), сточные воды масложировых предприятий и производства целлюлозы из рисовой и пшеничной соломы.

**Предметом исследования** является изучение закономерностей процесса получения из каолинов Ангрена, Султан-Увайса и Ауминзатау (участка Закудук) композиционных коагулянтов, состоящих из смесей сульфатов алюминия и железа (III), воздействие их на процесс очистки и экохимические свойства сточных вод.

**Методы исследования.** В диссертации использованы методы химических, физико-химических, ИК-спектроскопических, рентгенофазовых, визуально-политермических и аналитических анализов.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

установлено влияние температуры обжига на повышение выхода кислоторастворимых форм каолинов Ангреноского, Султан-Увайсского и Ауминзатауского месторождений.

впервые получена смесь оксидов алюминия и железа с максимальным выходом за счет использования каолина, предварительно обработанного растворами соляной и серной кислоты;

определены оптимальные условия предварительной переработки каолинов растворами серной и соляной кислот, позволяющих достижения максимальной степени извлечения оксидов металлов из каолинов. С 40%-ным раствором серной кислоты температура 500-550<sup>0</sup>С и время обжига 90 минут; 30%-ным раствором соляной кислоты температура 400-450<sup>0</sup>С и время обжига 90 минут;

впервые определены условия антоганистического действия сернокислого железа (III) сернокислому алюминию при массовых соотношениях 1:5-1:15, а синергизма при 1:20-1:25 в процессе коагуляции;

определен двойной эффект разработанных коагулянтов в процессе очистки сточных вод масложировых предприятий, т. е. коагуляцию неорганиче-

ских соединений и флотацию масел, жиров и жирных кислот.

разработана технологическая схема локальной комплексной очистки сточных вод масложировой промышленности.

**Практическая ценность данной работы заключается** в том, что:

получены коагулянты на основе местных сырьевых ресурсов и установлены их оптимальные условия;

создан способ получения коагулянтов, состоящих из оксида алюминия и оксида железа;

разработаны технологические регламенты на получение коагулянтов на основе каолинов Султан-Увайса и Ауминзатау (участка Закудук).

разработана технология очистки сточных вод коагулянтами в сооружениях очистки воды масложирового предприятия АО «Турон Ходжейли».

**Достоверность результатов исследования.** Результаты химико-аналитических и физико-химических методов анализа подтверждены при проведении испытаний разработанной технологии на укрупненных опытных-оборудованиях. Оптимизация процесса получения коагулянтов, расчет экономической эффективности и акты производственных испытаний доказывают достоверность результатов исследования.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что для получения коагулянтов определены новые месторождения каолинов. Определены оптимальные условия термообработки местных каолинов, на расщепление их на составные вещества 40%-ный раствор серной кислоты температура 500-550<sup>0</sup>С и время обжига 90 минут, 30%-ный раствор соляной кислоты температура 400-450<sup>0</sup>С и время обжига 90 минут, получены из них коагулянты и применение последних для очистки сточных вод масложировой промышленности и производства целлюлозы.

Практическое значение результатов исследований является получение композиционных коагулянтов, состоящих из сульфатов алюминия и железа по усовершенствованной энергосберегающей технологии переработкой каолинов Ангреновского, Султан-Увайсского и Ауминзатауского месторождений, позволяет отказаться от его импорта. Применение этих разработок будет служить решениям проблем экохимии таких как охране водных ресурсов, ресурсосбережению и высокоэкономически эффективному рациональному использованию природных ресурсов.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по созданию технологии очистки сточных вод масложировой промышленности с использованием разработанных коагулянтов:

внедрена на практику АО «Турон-Ходжейли» технология получения коагулянта путем переработки каолинов Султан-Увайсского и Ауминзатауского (участка Закудук) месторождений. (справка Ассоциации «O‘zyog‘moysanoat» от 10 сентября 2019 года № АА/01-1234). В результате представлена возможность получения эффективные коагулянтов на основе каолинов, местных алюминийсодержащих минералов Ангреновского, Султан-Увайсского и Ауминзатауского (участка Закудук) месторождений, в 2,5 раза

дешевых зарубежных аналогов;

разработанные композиции коагулянтов внедрены в практику для очистки сточных вод предприятий масложировой промышленности в АО «Турон-Ходжейли» (справка Ассоциации «O‘zyog‘moysanoat» Республики Узбекистан от 10 сентября 2019 года № АА/01-1234). В результате коагулянты позволяют очистить сточные воды до предельно-допустимых значений;

на основе материалов и выводов, полученных по химическому составу природных каолинов и анализу по получению коагулянтов использовано при подготовке учебника «Аналитик кимё», предназначенного бакалаврам, обучающихся по направлениям химической технологии и экологии (удостоверение №892-022 от 4 октября 2019 г.). В результате учебник позволил повысить и закрепить знания по получению коагулянтов, их анализу и применению.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были обсуждены на 6 международных и 12 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы 41 научных работ, из них 13 научные работы, рекомендованные Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в т. ч. 2 монографии, 8 статей в республиканских и 3 в зарубежных журналах, а также в др. научных журналах, материалах конференций и тезисах.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, семи глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 191 страниц, за исключением списка литературы и приложения.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснованы и сформулированы: актуальность и востребованность проведенной диссертационной работы, цель, задачи, предмет и объекты исследований, соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Выявлена научная новизна и изложены практические результаты исследования, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе «**Проблемы, достижения и перспективы переработки природных ресурсов для коагуляционной очистки сточных вод**» по материалам научно-технических изданий и патентной литературы приведен обзор теоретических и экспериментальных исследований в области состояния природных вод водотоков, сточных вод и решений их очистки, изучения современного состояния исследований очистки сточных вод, с использованием различных коагулянтов и пути их развития, геолого-минералогической характеристики алюминийсодержащего сырья Узбекистана, методы его переработки, существующие способы получения коагулянтов из алюмосилика-

тов, сернокислотной переработке каолинов Ангренского месторождения, характеристике и методам очистки сточных вод маслоперерабатывающих предприятий и биологической очистке сточных вод высшими водными растениями. Проанализированы достижения ученых в области получения различных продуктов и их применению. Обсуждены составы алюминийсодержащего сырья, способы разделения и выделения оксидов алюминия и железа из др. минералов. Проанализированы последние исследования, направленные на специфические и уникальные свойства минералов, на обогащение алюминия и железа каолинов, весьма важные проблемы химии, технологии очистки сточных вод и экологии

Изучение и логический анализ данных научной литературы определили новые источники алюминиевого сырья Узбекистана. Выявлено, что обогащенные каолины Султан-Увайсского и Ауминзатауского (участок Закудук) месторождения содержат в составе до 38-43% оксида алюминия. Несмотря на достаточно высокое содержание алюминия, систематические исследования в области получения коагулянтов и их применения для очистки вод в нашей стране проводятся недостаточно. В этой связи особый интерес представляют разработки, касающиеся способов извлечения оксидов алюминия и железа из каолинов Ангренского, Султан-Увайсского и Ауминзатауского месторождений, химии и технологии получения коагулянтов на их основе, а также применения их для очистки сточных вод на масложировых предприятиях страны.

Направленное решение задачи подбора, анализа сырья для получения коагулянтов, обладающих двойным действием, т.е. коагулирующей и флокулирующей способностью, особо важно, с точки зрения экономики с одной стороны, охраны окружающей среды и ресурсосбережения с другой. Комплексный подход к получению алюминийсодержащей основы для коагулянта с учетом увеличения запаса каолина играет огромную роль для производства коагулянта. Комплексная очистка сточных вод масложировых предприятий и производства целлюлозы является весьма важной и неотложной задачей.

Исходя вышеизложенного анализа литературы сформулированы цель и задачи исследования.

Вторая глава **«Исследование составов и особенности извлечения оксидов металлов из каолинов»** посвящена изучению химического и химико-минералогического состава каолинов Ангрена, Султан-Увайса участка Закудук Ауминзатау. Каолины Ангренского месторождения имеют сложное расположение: - в одних местах слоистое, а в других смешанное минерала с углем. Минерал каолин или точнее каолинит представляет собой в основном алюмосиликаты  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  или  $Si_2Al_2O_7$ , являются веществами кристаллической формы. Кроме этих трех составляющих имеются и другие элементы-металлы, а также прочие посторонние примеси металлической и неметаллической природы. Структурно-кинетические единицы минерала состоят из плотноупакованных атомов кислорода, между которыми расположены атомы двух- и трехвалентных металлов, имеют октаэдрическое и гексагональное строение кристаллической решетки. Элементный и химико-

минералогический состав местных каолинов приведен в табл. 1. Оксид алюминия обладает высокой сорбционной способностью и она используется для разделения различных веществ от сопутствующих примесей и ионов.

**Таблица 1**

**Результаты элементного анализа использованных каолинов**

Содержание элементов, %									
Si	Al	Fe	Ti	Ca	Mg	K	Na	H	O
Ангренский небогатенный каолин, вычислено/найдено									
63,186	16,675	9,061	0,540	0,264	0,438	0,183	0,122	1,330	8,301
61,922	16,342	8,880	0,529	0,259	0,429	0,179	0,119	1,303	8,135
Ангренский обогащенный каолин марки АКС-30, вычислено/найдено									
51,847	25,682	9,000	-	-	-	-	-	1,256	12,215
50,810	25,168	8,820	-	-	-	-	-	1,231	11,971
Султан – Увайсский небогатенный каолин, вычислено/найдено									
66,690	13,659	1,155	0,540	1,043	0,204	0,182	0,122	3,230	13,175
65,356	13,386	1,132	0,529	1,022	0,200	0,178	0,120	3,165	12,911
Султан – Увайсский обогащенный каолин, вычислено/найдено									
51,977	28,112	0,599	0,432	0,333	0,186	0,423	0,378	3,230	13,809
50,937	27,549	0,587	0,423	0,326	0,182	0,414	0,370	3,165	13,533
Ауминзатау (участок Закудук) небогатенный каолин, вычислено/найдено									
49,177	30,176	0,525	0,432	0,321	0,186	0,299	0,267	3,774	14,843
48,193	29,572	0,514	0,423	0,314	0,182	0,293	0,262	3,698	14,546
Ауминзатау (участок Закудук) обогащенный каолин, вычислено/найдено									
47,525	34,083	0,494	0,360	0,300	0,162	0,274	0,248	3,647	12,991
46,575	33,401	0,484	0,353	0,294	0,159	0,268	0,243	3,574	12,731

Следует отметить, что в Узбекистане имеются и другие месторождения каолина. В их элементном и химико-минералогическом составе содержатся меньше железа и прочих посторонних примесей.

Содержание оксида алюминия в обогащенных образцах каолинов, независимо от месторождения, превышают 32,00%. В образцах обогащенных каолинов Ауминзатау (из участка Закудук) содержание оксида алюминия достигает 43,00%.

Установлены массовые соотношения оксида алюминия и оксида железа (III) к общей массе каолина которая составляет для исходных: от 5:1 до 2,6:1, а для обогащенных от 3,05:1 до 2,3:1 (табл. 2).

Наиболее важным этапом получения коагулянта является переработка каолинов - стадия извлечения минерала. Безреактивное извлечение оксидов металлов происходит при температуре 800-850<sup>0</sup>С (1073-1123К) в течении 3 часов, тогда как при сернокислотной переработке каолина этот процесс состоится при оптимальном условии 500-550<sup>0</sup>С (773-823К) в промежутке 1,5 часов (90 минут). Установленная оптимальная концентрация водного раствора серной кислоты равна 40%. Оптимальным условием для разложения каолина на составные части концентрация раствора серной кислоты 3,0% в соотношении в обычных условиях в течении 0,5 часа (30 минут). Использование 30%-ного водного раствора соляной кислоты сокращает температуру извлечения оксидов металлов до температуры 400<sup>0</sup>С (673К) при сохранении

длительности процесса.

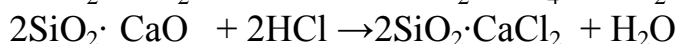
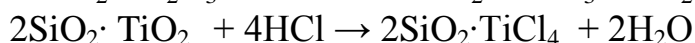
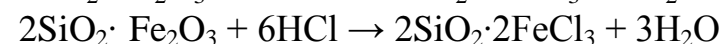
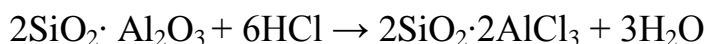
Таблица 2

**Химико-минералогический состав каолина  
первичного, обогащенного Ангренского месторождения**

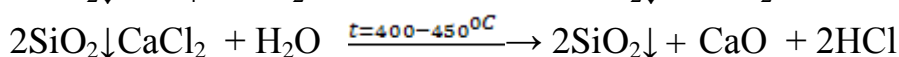
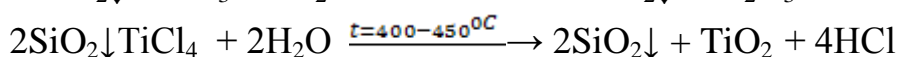
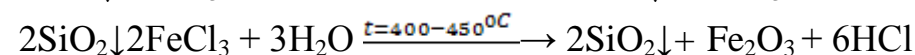
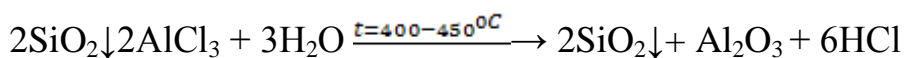
Марки каолинов	Содержание в процентах								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	ппп
Ангренское месторождение									
Рудник	67,9	20,7	7,6	1,2	0,4	0,3	0,7	0,8	8,6
АКС-30 по TSh 1056: 2004	До 55,55	До 32,00	-	До 6,0	-	-	-	-	6,44-
Султан-Увайское месторождение									
Необогащенный	71,46	17,20	-	1,10	0,54	1,46	0,34	1,55	6,35
Обогащенный 1	55,69	35,40	-	0,50	0,36	0,45	0,31	2,04	5,25
Обогащенный 2	55,92	34,92	-	0,57	-	-	-	-	-
Участок Закудукская месторождения Ауминзатау									
Необогаш. экстра	53,69	38,00	-	0,50	0,36	0,45	0,31	1,44	4,87
Обогащенны экстра	50,92	42,92	-	0,47	-	-	-	-	-

При вышеуказанных температурах остатки серной и соляной кислот улетучиваются. Остаются только оксиды металлов в минерализованном состоянии. 3%-ные растворы серной и соляной кислот в реакции участвуют для извлечения и выделения алюминия и железа в виде гидроксидов из каолинов. Взаимодействия между оксидами металлов и соляной кислотой выражается следующими уравнениями:

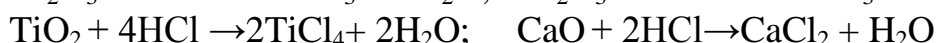
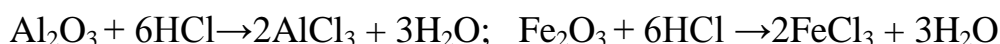
До обжига после обработки 30%-ным раствором соляной кислоты:



После обжига и до разложения:

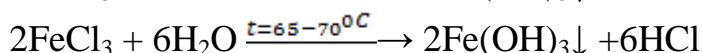
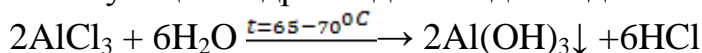


После разложения 3%-ным раствором соляной кислоты:



После разложения 3%-ным раствором соляной кислоты отделяли диоксид кремния (песок) от растворов солянокислых солей металлов, ополаскивали водой, а водный раствор нагревали до температуры 65-70<sup>0</sup>С в течении 5-

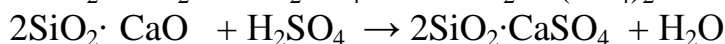
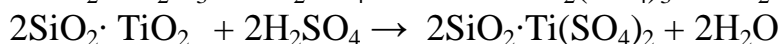
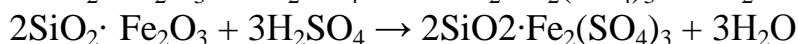
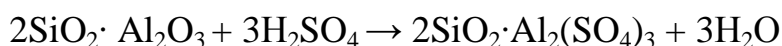
10 минут. Солянокислые соли алюминия и железа гидролизировались и выпали соответствующие гидроксиды в виде осадка светло-желтого цвета.



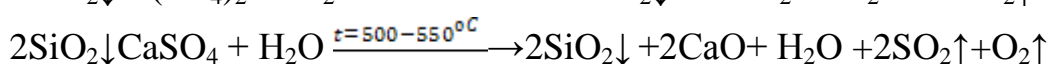
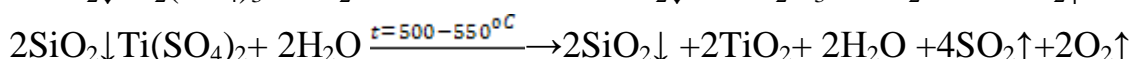
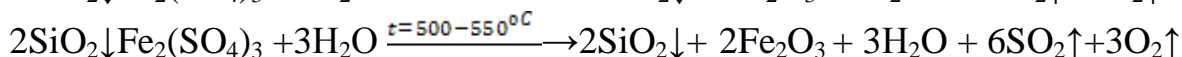
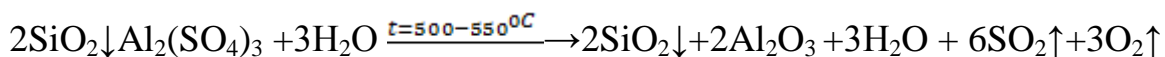
Осадок отделили от раствора и промыли водой. Качественной реакцией последних отдельных порций промывной воды на ионы металлов  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{Ti}^{+4}$  определили их отсутствие в составе осадка.

Взаимодействия между оксидами металлов и серной кислотой выражаются следующими уравнениями реакций:

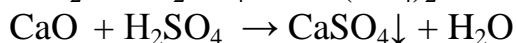
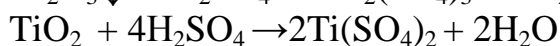
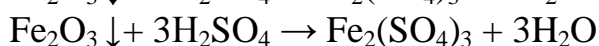
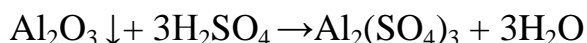
До обжига после обработки 40%-ным раствором серной кислоты:



После обжига и до разложения:

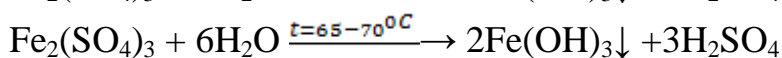
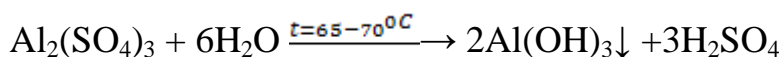


После разложения 3%-ным раствором серной кислоты:



После обжига и разложения подготовили каолин к получению коагулянта 2 способами: 1) с магнитной сепарацией железа и 2) без нее.

После разложения 3%-ным раствором серной кислоты отделяли диоксид кремния (песок) сульфат кальция (гипс) от растворов солянокислых солей металлов, поласкали водой, а водный раствор нагревали до температуры 65-70<sup>0</sup>С в течении 5-10 минут. Сернокислые соли алюминия и железа гидролизировались и смесь гидроксидов, этих металлов выпали в осадок светло-желтого цвета.



Осадок отделили от раствора и промыли водой. Отсутствие, в составе осадка, ионов металлов  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{Ti}^{+4}$  в последних отдельных порциях промывных вод устанавливали качественной реакцией.

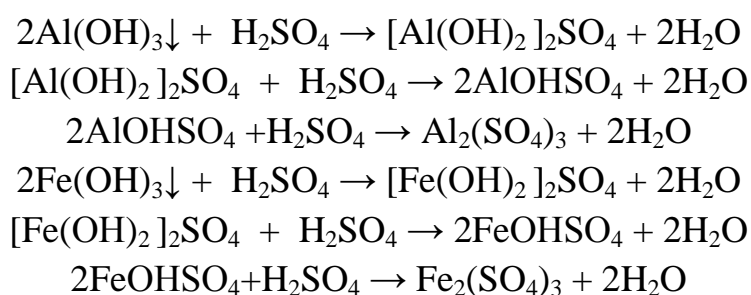
Осадки, состоящие из смеси гидроксидов алюминия и железа про-



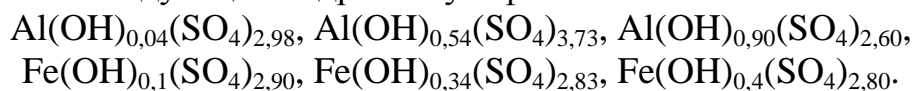
сушили до постоянной массы. Этими методами извлекали и разлагали каолины Ангренского, Султан-Увайсского и Ауминзатауского месторождений.

Третья глава «Разработка способов получения коагулянтов и их физико-химические методы исследования» посвящена исследованиям подбора условий получения, химического состава коагулянтов, химизму реакции и возможных образований побочных продуктов, рентгенометрическому и ИК-спектроскопическому анализу каолинов и полученных коагулянтов на их основе.

Для получения коагулянтов из каолинов мы выделили нерастворимую часть продуктов разложения каолина смесь, состоящую из гидроксида алюминия и гидроксида железа в различном массовом соотношении. Как известно из литературы только сернокислый алюминий является сильным коагулянтom. В укрупненном и промышленном масштабе получение и использование химически чистого сульфата алюминия является дорогим и нерациональным методом. Каолины Ангренского, Султан-Увайсского и Ауминзатауского (участка Закудук) месторождений содержат – смесь оксида алюминия и оксида железа в различных взаимных соотношениях. После разложения продуктов извлечения каолинов выделяются гидроксиды алюминия и железа. Сернокислотной переработкой последних получены сернокислые соли алюминия и железа. Взаимодействие между гидроксидами алюминия и железа (III) с раствором серной кислоты описывается следующими уравнениями реакций:



Наличие одной OH - группы приводит к увеличению основности получаемых сернокислых солей и снижению сорбционной емкости и эффективности коагулянта. Если не применять серную кислоту в избытке возможны образования нижеследующих гидрокосульфатов алюминия и железа (III).



Поэтому необходимо ведение реакции ионного обмена гидроксида металлов с избытком раствора серной кислоты на 25% больше нормы 100%. В этом случае коагулянт будет содержать по 99%  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  от максимально возможного. Судя по составу полученные коагулянты являются не простыми, а композиционными коагулянтами, т.к. они состоят не из одного химического вещества, а из двух и более компонентов. Компоненты и ионы коагулянтов оказывают воздействие друг на друга. В малых концентрациях сульфата железа коагулянты проявляют почти максимальную активность, а при больших концентрациях антагонистически влияют на коагуляционную способность. Так, коагулянт КА-1 обладает низкой сорбционной активно-

стью, а КАЗ-2 самой высокой.

Результаты элементного анализа полученных коагулянтов приведены в табл.3.

**Таблица 3**

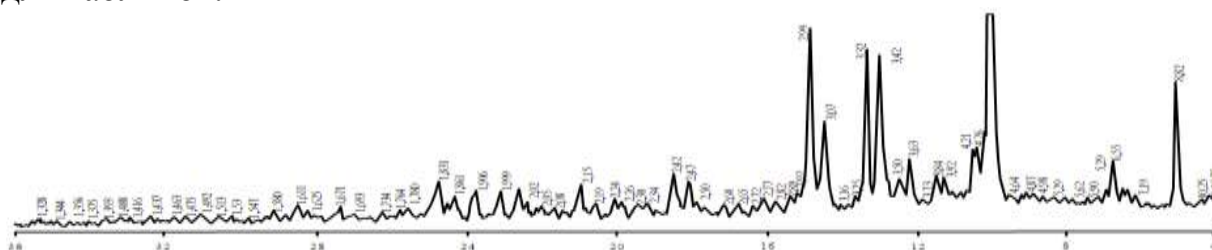
**Результаты элементного анализа полученных коагулянтов**

Месторождение	Краткое название	Квалификация каолина	Содержание элементов, %			
			Al	Fe	S	O
Ангрен	КА -1	необогащенный	14,66	1,08	28,70	55,87
	КА -2	Обогащенный	14,80	0,80	28,76	55,31
Султан-Увайс	КСУ -1	необогащенный	15,78	0,13	25,07	58,85
	КСУ -2	Обогащенный	15,89	0,12	25,00	59,02
Ауминзатау уч. Закудук	КАЗ – 1	необогащенный	15,88	0,13	25,17	58,30
	КАЗ– 2	Обогащенный	15,99	0,12	25,10	58,64

Из табл. 3 видно, что самым богатым алюминию коагулянтом является КАЗ-2, который имеет 15,99% алюминия и самым бедным железе-0,12%. На получение 100г коагулянта расходуются 877 мл 10,0%-ного раствора серной кислоты (125% нормы) (для всех), Ангренского каолина для КА-1 - 142г; Султан-Увайсского каолина для КСУ-1 – 175,4 г и Ауминзатауского каолина для КАЗ-1 – 175,4 г. Температура выпаривания 100-110<sup>0</sup>С (373-383К) до постоянной массы; Максимальный выход коагулянта из каолинов составляет 96,5-97,0%.

Химический анализ каолинов месторождений Ангрен, Султан-Увайс и Ауминзатау выполнен комплексонометрическим методом, используя в качестве реактива фтористый натрий, индикатора ксиленоловый оранжевый для определения алюминия и железа (III). Для определения кальция и магния реактив этилендиаминотетраацетат натрия в присутствии индикатора хром темно-синий. Калий и натрий определяли методом пламенной фотометрии и качественной реакцией 1-ой аналитической группы на эти катионы. Наличие в составе производных алюминия и железа сульфат-анионов и сложных гидроксосульфат-анионов подтверждается химическим анализом аналитических групп анионов, рентгенограммами и ИК-спектрами.

В рентгенограммах обнаружены углы отражения X-лучей 2θ в градусах, для каолинов:



**Рис 1. Рентгеновские спектры коагулянта КАЗ-2**

- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 16,56±1,02; 25,92±0,93; 38,28±1,00; 42,19±0,97;
- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 13,77±0,51; 23,38±0,60; 31,26±0,52; 37,23±0,44.

для коагулянтов:

- Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> – 32,15±0,20; 44,93±0,19; 61,15±0,20; 82,09±0,20;

-  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  –  $7,16 \pm 0,15$ ;  $12,94 \pm 0,15$ ;  $20,37 \pm 0,15$ ;  $22,00 \pm 0,15$ ;  $25,36 \pm 0,15$

Интенсивность пиков в зависимости от содержания химических соединений изменяют свои высоты.

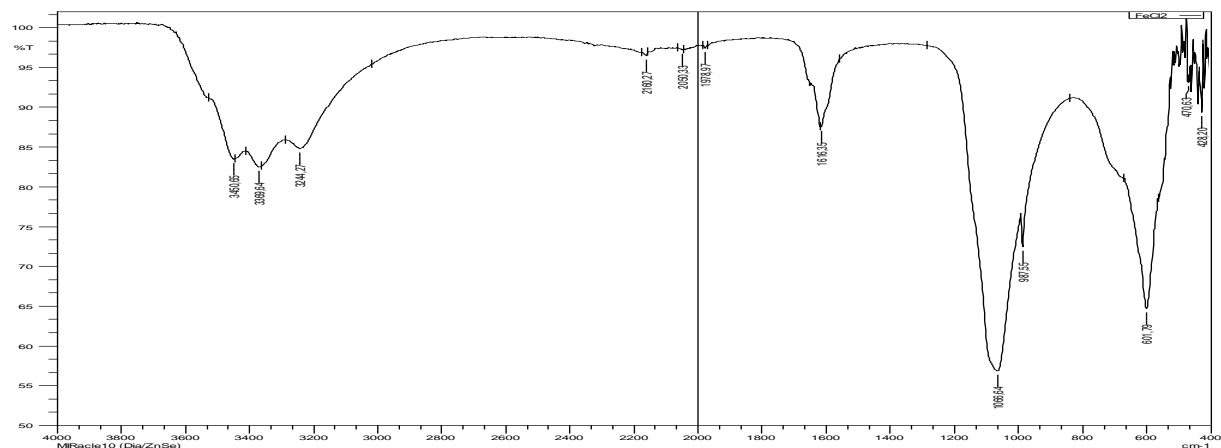


Рис. 2. ИК-спектры коагулянта КАЗ-2

ИК-спектры каолинов и коагулянтов в зависимости от функциональных групп имеют полосы поглощения валентных колебаний Al -  $478 \pm 20 \text{ см}^{-1}$ , Fe -  $520 \pm 21 \text{ см}^{-1}$ ,  $-\text{O}-$  -  $1442 \pm 14 \text{ см}^{-1}$ ,  $=\text{O}$  -  $1441 \pm 13 \text{ см}^{-1}$ ,  $\text{SO}_4$  -  $1100 \pm 50 \text{ см}^{-1}$ ,  $\text{OH}\text{SO}_4$  -  $3100 \pm 184 \text{ см}^{-1}$ . Полосы поглощения деформационных колебаний Al -  $812 \pm 40 \text{ см}^{-1}$ , Fe -  $1022 \pm 41 \text{ см}^{-1}$ ,  $-\text{O}-$  -  $2942 \pm 14 \text{ см}^{-1}$ ,  $=\text{O}$  -  $2441 \pm 13 \text{ см}^{-1}$ ,  $\text{SO}_4$  -  $2070 \pm 50 \text{ см}^{-1}$ ,  $\text{OH}\text{SO}_4$  -  $3200 \pm 80 \text{ см}^{-1}$ .

После установления состава каолинов и полученных на их основе коагулянтов, предстояла задача определения состава промышленных сточных вод.

Четвертая глава «Исследование химического состава сточных вод и разработка способов их очистки разработанными коагулянтами» посвящена химическому анализу сточных вод подразделений масложировых предприятий и производства целлюлозы рисовой и пшеничной соломы, а так же посвящена разработке комплексного способа очистки сточных вод масложировых предприятий и производства целлюлозы рисовой и пшеничной соломы коагулянтами, полученных на основе местных каолинов Ангренского, Султан-Увайсского и Ауминзатауского (участка Закудук) месторождений.

Масложировая промышленность объединяет более десяти производств по переработке хлопкового масла: рафинированного и салатного масла, расщепления жиров, дистилляции жирных кислот, саломаса, кондитерских и кухонных жиров, маргарина, майонеза, мыла (хозяйственного и туалетного) и др. Все эти производства используют большой объем воды, а затем их сливают в специальные сооружения в виде сточной воды, где производится ее очистка. В качестве объектов исследования нами выбраны сточные воды производств: рафинированного масла, саломаса, маргарина, майонеза, хозяйственного мыла, прачечного отделения и общего стока. В составе сточных вод по производствам в основном содержатся органические примеси, которые состоят из масел и жиров, жирных кислот и остатков мыл, госсипола и его производных, белков и молочных веществ (табл.4).

Таблица 4

## Содержания органических веществ в составе сточных вод подразделений МЖП

№ пп	Наименование объектов образования сточных вод	Содержания веществ, 10 <sup>-3</sup> кг/м <sup>3</sup>			
		Жиры и масла	Жирных кислот и остатков мыл	Госсипола и его производных	Белков и молочных веществ
1	СВРМ (соапсток и смыв нейтрализатора и оборудования)	1,743	1,221	0,343	1,068
2	СВМВ (смыв чана и оборудования)	-	2,451	0,349	-
3	СВМарг (смыв чана и оборудования)	0,875	0,876	-	0,612
4	СВМай (смыв чана и оборудования)	0,875	0,870	-	0,612
5	СВПС (смыв авто-клава и др.)	0,734	1,234	-	-
6	СВПО (стиральные)	2,579	1,358	-	1,112
7	СВОС	0,033	0,032	-	0,036

В составе сточных вод вышеуказанных производств содержатся неорганические примеси в виде частиц и ионов металлов. В табл. 5 приведены результаты анализа катионов металлов.

Таблица 5

## Содержание ионов металлов в золах сточных вод подразделений масложировых предприятий

№пп	Наименование подразделений	Содержание ионов металлов, мг/л					
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
1	СВРМ	250,4	66,2	300,0	-	-	0,08
2	СВМВ	220,8	63,3	384,2	-	-	0,10
3	СВМарг	132,9	30,6	100,8	-	-	0,06
4	СВМай	132,8	30,6	100,0	-	-	0,06
5	СВПС	250,4	66,2	100,0	0,02	0,02	0,12
6	СВПО	250,4	66,2	362,0	-	-	0,12
7	СВОС	121,2	30,0	82,7	-	-	0,07

В сточных водах этих производств основная часть примесей находится во взвешенном состоянии, благодаря мицелярному строению взвесей. Взвешенное состояние веществ обеспечивается за счет электростатических сил притяжения между заряженными частицами, электродинамическими силами диполей воды и подвижностью жидкого растворителя.

В процессе получения целлюлозы путем варки рисовой и пшеничной соломы в растворе натриевой щелочи образуются сильноокрашенные сточные воды. В составе содержатся другие. Состав и содержание органических веществ этих сточных вод приведен в табл. 6.

По природе лигнин, гемицеллюлоза полисахариды и кремнийорганические соединения являются неионогенными веществами. Все они гигроскопичны, расположены повсему объему равномерно гидрофобно взаимодействуя друг с другом. Кроме органических веществ в этих сточных водах содержится богатый состав неорганических веществ, среди которых имеются соединения 13-14 металлов.

Таблица 6

**Результаты химического анализа органических веществ  
сточных вод, образовавшихся при варке рисовой и пшеничной соломы**

№ пп	Наименования веществ	Единица измерения	содержания и отклонения		Разница
			в СВРС	в СВРС	СВРС-СВПС
1	Лигнин	г/л	13,4±0,6	12,1±0,5	+1,3
2	Гемицеллюлоза	г/л	16,4±0,5	14,6±0,4	+1,8
3	Полисахариды	г/л	4,3±0,4	3,6±0,4	+0,7
4	Кремний органические соединения	г/л	1,2±0,2	3,4±0,4	-2,2

Результаты изучения состава металл- элементов сточных вод, образовавшихся в производстве целлюлозы приведены в табл. 7.

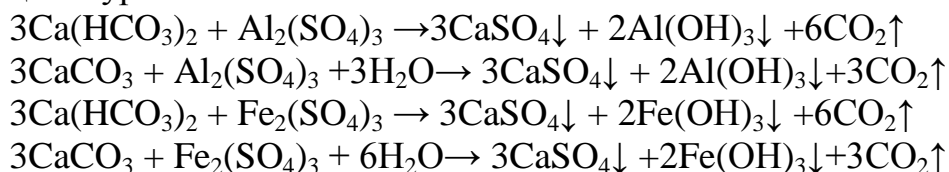
Эти металлы при температуре кипения раствора образуют комплексы с вышеуказанными органическими соединениями и находятся в растворенном состоянии в пределах определенных условий рН. При изменении рН в кислотную область эти комплексные соединения разрушаются.

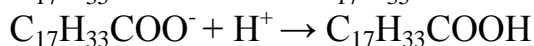
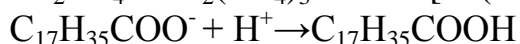
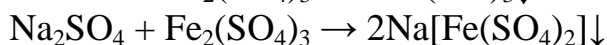
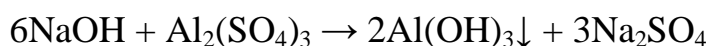
Таблица 7

**Результаты элементного анализа сточных вод, образовавшихся при  
производстве целлюлозы методом спектрального анализа металлов элементов**

№ пп	Наименование металлов	Символы	Содержание в золах, г/л		Разница г/л
			СВРС	СВПС	
1	Алюминий	Al	17,600±0,1000	3,5±0,1000	+14,100
2	Железо	Fe	0,360±0,0200	3,6±0,1000	-3,240
3	Натрий	Na	25,400±0,0200	25,4±0,5000	-3,100
4	Кальций	Ca	11,200±0,1000	18,4±0,3000	-7,200
5	Магний	Mg	3,600±0,1000	5,9±0,2000	-5,300
6	Барий	Ba	0,170±0,0100	-	-0,170
7	Бор	B	0,060±0,0050	0,011±0,0010	+0,049
8	Медь	Cu	0,054±0,0020	0,011±0,0010	+0,043
9	Никель	Ni	0,009±0,0010	0,006±0,0005	+0,003
10	Кобальт	Co	0,035±0,0010	-	+0,035
11	Марганец	Mn	0,099±0,0010	0,112±0,0020	-0,023
12	Титан	Ti	0,054±0,0010	0,380±0,0050	-0,326
13	Молибден	Mo	0,020±0,0002	0,007±0,0005	-0,005
14	Олово	Sn	0,001±0,0001	0,018±0,0002	-0,017
15	Стронций	Sr	-	0,018±0,0001	-0,018

Механизм коагуляции основан на химическом взаимодействии жирных кислот, солей двухвалентных металлов и гидрофобном взаимодействии механических примесей, находящихся в сточных водах в коллоидном состоянии. Химический состав коагулянтов приводится в прежних разделах. Химическое взаимодействие коагулянтов с примесями воды можно описать следующими уравнениями:





На основании этих уравнений можно представить явление коагуляции, химизм и механизм реакции совместного (взаимного) осаждения примесей сточных вод масложировых производств. Для получения точной информации использованы объемы сточных вод в количестве 1000мл и 1,0%-ные растворы коагулянтов.

В качестве объектов исследований выбраны сточные воды масложировых предприятий ассоциации «Ўзғойсанот» и опытного производства целлюлозы ГУП ТНИИХТ.

Очистка сточных вод производства рафинированного масла проводилась нами 1%-ными водными растворами сернокислых композиционных коагулянтов КА-1, КА-2, КСУ-1, КСУ-2, КАЗ-1 и КАЗ-2. Расход коагулянтов изменялась от 0 до 100 мл. Композиционные коагулянты имеют одинаковый состав, но различное содержание основных компонентов, т.е. от 82,0% до 94,0% сульфата алюминия и от 12,0% до 3,0% сульфата железа.

Среди использованных коагулянтов КА-1 обладает самой низким эффектом коагуляции, а самый высокий проявляет КАЗ – 2. Из предыдущей табл. 2 известно, что Ангренский каолин необогащенный содержит 21,00%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и 8,63%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , а обогащенный 32,34%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и 6,00%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Если обратить внимание, то у необогащенного каолина соотношение  $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,41$ , а у обогащенного  $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,19$ . Обогащенный каолин содержит алюминия в 1,5 раза, и соотношение  $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{Al}_2\text{O}_3 =$  в 2,22 раза больше, чем необогащенный. Сернокислое железо (III) В больших концентрациях проявляет антагонизм, а при малых синергизм коагуляции и эффект коагуляции усиливается. КАЗ – 2 содержит около 95,97% сернокислого алюминия и 4,03% сернокислого железа (III) и имеет самый высокий эффект коагуляции близкий к 100%. В табл. 8 приведены оптимальные дозы коагулянтов при которых достигнут максимальный эффект коагуляции.

**Таблица 8**

**Оптимальные дозы коагулянтов, при которых достигнут максимальный эффект коагуляции очистки сточных вод подразделения рафинации масла**

№ пп	Названия коагулянтов	Количество коагул., мл	масса дисперсной фазы,г		Эффект очистки,%	
			Через 1ч	Через 12ч	За 1ч	За 12ч
1	Безкоагулянта	0	-	0,30	0,00	1,01
2	КА – 1	80	4,52	30,61	72,90	76,87
3	КА – 2	80	5,07	33,20	81,77	83,42
4	КСУ – 1	80	5,53	34,41	89,19	86,41
5	КСУ – 2	80	5,71	36,86	92,10	92,46
6	КАЗ – 1	80	6,04	38,72	97,41	96,03
7	КАЗ – 2	80	6,20	39,82	100,00	100,00

Наряду с неорганическими соединениями коагулируют госсипол и его натриевые соли, т.к. трехвалентные ионы алюминия и железа заменяют ионы натрия в водной среде и образуют нерастворимые осадки.

В табл.9 приведены результаты очистки от органических примесей вод.

**Таблица 9**

**Оптимальные дозы коагулянтов, при которых достигнут максимальный эффект флотации, очистки сточных вод подразделения рафинации масла**

№ пп	Названия коагулянтов	Объем коагулянта, мл	Объем органических компонентов, (мл/л)		Эффективность очистки, %	
			Через 1ч	Через 12ч	Через 1ч	Через 12ч
1	Без коаг-та	0	1,21	2,78	5,00	10,67
2	КА – 1	80	16,39	19,76	67,76	71,66
3	КА – 2	80	17,09	19,67	70,65	75,85
4	КСУ – 1	80	17,09	19,76	70,65	75,85
5	КСУ – 2	80	19,09	22,67	78,92	87,02
6	КАЗ – 1	80	23,04	25,77	95,25	98,92
7	КАЗ – 2	80	24,19	26,05	100,00	100,00

При одинаковом количестве введения коагулянта наибольший эффект коагуляции наблюдается у КАЗ-2 100%, а наименьший у КА-1 67,76%. Незначительное содержание  $Fe_2(SO_4)_3$  вызывает синергизм в коагулянте КАЗ-2, напротив, высокое содержание  $Fe_2(SO_4)_3$  антагонизм коагуляции.

Анализируя табл. 8 и 9 выявлено, что полученные нами коагулянты обладают коагуляционным и флотационным свойствами. Этот эффект достигается благодаря гидролизу сульфатов алюминия и железа на гидроксид алюминия, гидроксид железа и серную кислоту, которая взаимодействуя с активными ионами раствора коагулирует, а остатки масел, жирных кислот и др. пассивных веществ, благодаря низкой плотности, чем вода и раствор флотируют на границу сточной воды с воздухом.

Добавление коагулянта непосредственно влияет на рН сточной воды. Коагулянт, состоящий из солей, образовавшихся из остатков слабого основания и сильной кислоты, понижает рН сточной воды производства рафинированного масла. Одновременно жирные кислоты и масла отделяются от красящего вещества госсипола и его натриевых солей, выделившихся при рафинации масла раствором щелочи.

Под действием коагулянта снижаются поверхностное натяжение, работа когезии, и другие основные показатели сточной воды этого производства, которые приведены в табл. 10.

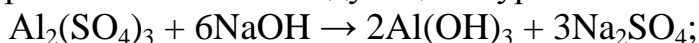
Из табл. 10 понятно, что показатели качества сточной воды, производства рафинации хлопкового масла, после добавления 8,0 мл коагулянтов улучшились до предельно допустимого уровня и уменьшились: рН в 1,52; ХПК в 14,5; БПК в 21,7; жесткость в 2,4; содержание сухого остатка в 62,9 и прокаленного в 58,3 раза, стали пригодными для обратного использования.

Таблица 10

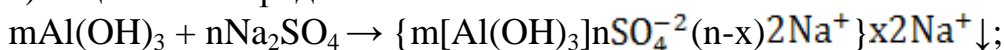
**Физико–химические показатели качества сточной воды, производства рафинации масла, до и после обработки их коагулянтами**

№ пп	Наименование показателей	Единица измерения	До очистки	После очистки
1.	Химическая потребность в кислороде, ХПК	мгО <sub>2</sub> /л	145,2 ± 2,02	10,12 ± 0,21
2.	Биологическая потребность кислорода за 5 суток, БПК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /л	118,4 ± 2,54	5,44 ± 0,32
3.	Жесткость, временная: общая:	мг-экв НСl /л	15,53±0,20 18,12± 0,44	5,12±0,12 7,22±0,11
4.	Сухой остаток	г/л	15,23±0,51	0,242±0,031
5.	Прокаленный остаток	г/л	3,73±0,15	0,064±0,010
6.	Поверхностное натяжение	н/м	77,83±0,5	72,26±0,25
7.	Работа когезии	н/м	155,66±1,0	144,52±1,0

В пороге коагуляции ассоциаты, состоят из мицел коллоидных частиц, которая описывается следующими уравнениями:



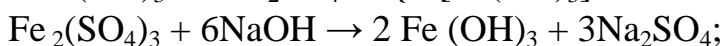
а) в щелочной среде:



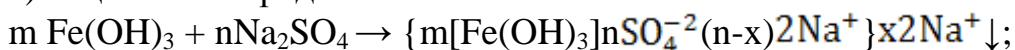
б) в кислой среде:



в) в нейтральной среде:



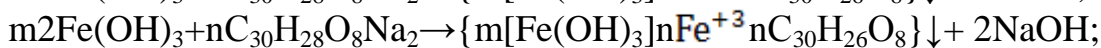
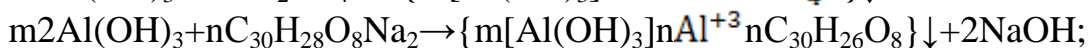
а) в щелочной среде:



б) в кислой среде:



в) в нейтральной среде:



Из приведенных реакций мицелообразования становится ясным, что осаждение протекает с образованием мицелл при температуре 70-80<sup>0</sup>С. После 15-20 минутной выдержки происходит укрупнение коллоидных частиц, их оседание тяжелой фракции и осветление сточной воды, в том числе госсипола и его производных.

В зависимости от рН сточной воды, в кислой и щелочной средах мицелла состоит из 3<sup>x</sup> частей, т. е. ядра, адсорбционного и диффузного слоев, а в нейтральной среде из 2<sup>x</sup> частей, т. е. из ядра и адсорбционного слоя. Через некоторое время остатки жирных кислот и масла флотируют на поверхность воды и передаются в производство хозяйственного мыла.



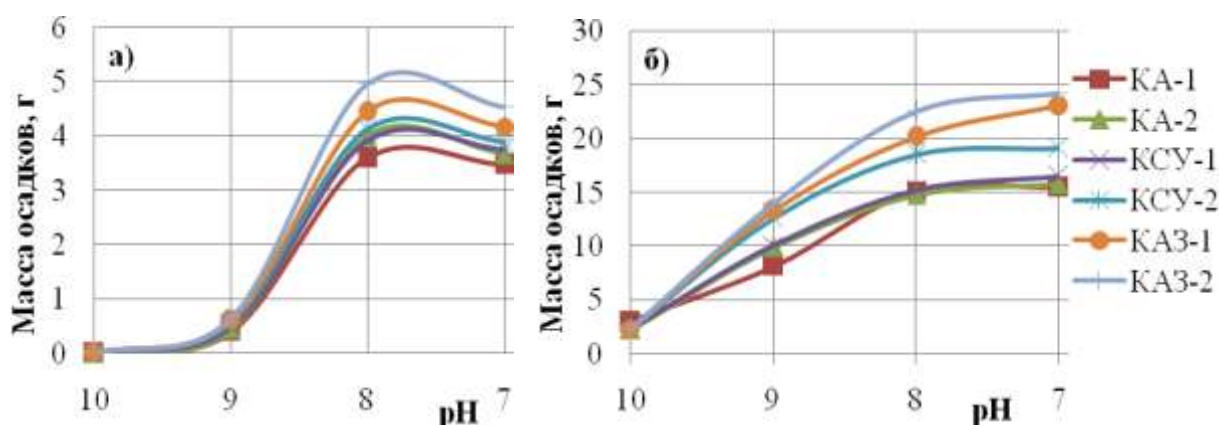


Рис. 3. Зависимость массы осадков примесей (а) органических веществ (б) из сточных вод производства рафинированного хлопкового масла при введении коагулянтов

В процессе коагуляции диффузный слой коагулянта сжимается, образуются ассоциаты гидроксидов алюминия и железа, содержащие по несколько молекул воды. В зависимости от pH возможны образования, имеющие сходство со схемой Ф. Винклера, аквагидроксо соединений, т.е. при  $\text{pH} < 4$  -  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$ ;  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{+2}$ ;  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})_2]^{+}$ ; при 4-5 поли (алюминийгидроксо) соединения  $[\text{Al}_6(\text{OH})_{15}]^{+3}$ ,  $[\text{Al}_8(\text{OH})_{20}]^{+4}$ , нерастворимых, однако водонабухающих веществ. Координационные соединения с шестью и восемью атомами алюминия, взаимодействуя с нейтральными частицами  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})_3]^0$  образуют сетчатую положительно заряженную структуру, способствующую процессу коагуляции сточных вод. Вторым продуктом гидролиза серная кислота взаимодействуя с соединениями, растворенными в воде и образуют малорастворимые соли  $\text{CaSO}_4$  и  $\text{MgSO}_4$ . Подобные процессы протекают с ионом железа (III). при  $\text{pH} < 4$  -  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$ ;  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{+2}$ ;  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})_2]^{+}$ ; при 4-5 поли (алюминийгидроксо) соединения  $[\text{Fe}_6(\text{OH})_{15}]^{+3}$ ,  $[\text{Fe}_8(\text{OH})_{20}]^{+4}$ . Соединения с шестью и восемью атомами железа (III), взаимодействуя с нейтральными частицами  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})_3]^0$  образуют сетчатую положительно заряженную структуру.

В производстве хозяйственного мыла образуется сточная вода в составе которой имеются неорганические соли кальция, магния и натрия, органические вещества представляют в основном остатки мыла во время сдира и промывки чанов, труб и кускорезующей аппаратуры. В этом участке очистки сточной воды отсутствует госсипол и его производные. Порог коагуляции происходит по предыдущей схеме уравнений, за исключением мицел госсипола с гидролизовавшимся коагулянтом. Процесс коагуляции протекает с образованием одинаковых как в сточных водах рафинации масла продуктов (за исключением госсипола и его производных).

В производстве маргарина добавляется квашенное молоко. В гомогенизаторе после тщательного перемешивания, охлаждения и при выжимке маргарина под вакуумом и мойке оборудования образуются сточные воды. В составе этой воды содержатся остатки масла, саломаса, молочные белки и т. п. При взаимодействии с коагулянтом в осадок выпадают минеральные примеси вместе с денатурированными белками и глицерином, а на поверхность

всплывают остатки масла, саломаса, эмульгатор и расщепленные жирные кислоты.

В производстве майонеза кроме молока используются еще много пищевых добавок. После окончания производственного цикла при мойке оборудования и помещения образуется сточная вода, в составе которого содержатся остатки всех компонентов майонеза. При взаимодействии продукции с коагулянтном разрушается его гомогенная консистенция. В осадок выпадают все пищевые компоненты кроме остатков дезодорированного салатного масла. Салатное масло флотирует на поверхность сточной воды

В производстве саломаса образуется сточная вода в составе которого имеются неорганические соли кальция, магния и натрия, органические вещества представляют в основном остатки саломаса и мыла во время промывки чанов, труб и фильтра-пресса. После очистки сточной воды этого производства всплывают на ее поверхность остатки масла и саломаса, а неорганические примеси оседают. При взаимодействии взвешенных веществ сточной воды с коагулянтном химическое равновесие системы нарушается. В осадок выпадают катализатор и все остальные неорганические вещества, кроме хлопкового масла и саломаса.

**Таблица 11**

**Физико–химические показатели качества сточной воды, прачечного отделения, до и после очистки их коагулянтами**

№ пп	Наименование показателей	Единица измерения	До очистки	После очистки
	Водородный показатель рН	-	13,20	7,16±0,20
1.	Химическая потребность в кислороде, ХПК	мгО <sub>2</sub> /л	165,20 ± 2,02	10,23 ± 0,21
2.	Биологическая потребность кислорода за 5 суток, БПК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /л	148,40 ± 2,54	6,51 ± 0,42
3.	Жесткость, временная: общая:	мг-экв НСl /л	16,53±0,20 18,62± 0,41	7,00±0,12 10,05±0,11
4.	Сухой остаток	г/л	16,99±0,51	0,242±0,31
5.	Прокаленный остаток	г/л	4,79±0,15	0,079±0,08

В прачечном отделении образуется сверх загрязненная сточная вода, которая содержит много нерастворимых минеральных, органических и растворимых в воде примесей. Взаимодействием их с коагулянтами достигли высокой степени очистки сточной воды, которая приведена в табл. 11.

Изучение влияния разработанных коагулянтов на очистку сильноокрашенных сточных вод рисовой и пшеничной соломы показывает их высокую (удаляются до 96,3% примесей) очищающую способность..

Разработанные нами коагулянты при применении их для очистки сточных вод всех исследованных производств показали высокие качества очистки вод. Качества сточных вод улучшились до предельно –допустимого уровня благодаря снижению показателей: - рН в 2,10; ХПК в 15,67; БПК в 22,80 раза; жесткость в 18,6; содержания сухого остатка в 70,79, а прокаленного в 60,63 раза.

Если степень очистки сточных вод коагулянтном за 1 час с КА-1в сред-

нем составила около 73%, то с КАЗ-2 почти 100%.

Пятая глава «Разработка композиций композиционных коагулянтов и восстановление утративших свою активность» посвящена повышению коагулирующей способности слабых коагулянтов до максимально возможного уровня. Нами были составлены композиции коагулянтов на основе местных каолинов Ангренского, Султан-Увайсского и Ауминзатауского (участка Закудук) месторождений и восстановлению утративших свою активность. Для усиления коагулирующей способности до максимальной степени относительно слабых коагулянтов их смешали в разном соотношении с КАЗ-2 все остальные, образовали композиции коагулянтов и испытали для очистки сточных вод. В табл.12 приведены результаты очистки сточных вод на примерах очистки сточных вод производств рафинации хлопкового масла и прачечного отделения.

**Таблица 12**

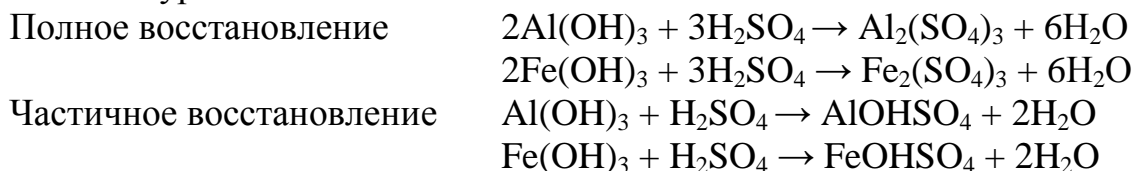
**Влияние соотношения коагулянтов на степень очистки сточных вод подразделений рафинации хлопкового масла и прачечного отделения МЖП от минеральных примесей**

№ пп	Соотношения коаг-ов	Степень очистки сточных вод, %				
		КА-1:КАЗ-2	КА-2:КАЗ-2	КСУ-1:КАЗ-2	КСУ-2:КАЗ-2	КАЗ-1: КАЗ-2
Для сточных вод от рафинации хлопкового масла						
1	1:1	78,48	82,77	89,19	92,83	97,41
2	1:2	86,84	88,01	91,72	93,52	97,52
3	1:3	89,08	90,41	93,62	94,72	97,59
Для сточных вод от прачечного отделения предприятия						
4	1:1	82,41	84,32	91,06	94,21	94,78
5	1:2	88,34	89,72	92,47	94,74	94,80
6	1:3	90,66	90,80	93,24	94,84	94,82

Из табл. 12 установлено, что с увеличением доли композиционного коагулянта КАЗ-2 в композициях коагулянтов степень очистки сточных вод от минеральных примесей улучшается в уменьшающемся порядке. Такая же закономерность наблюдается при переходе от композиции КА-1:КАЗ-2 КАЗ-1:КАЗ-2. Для КСУ-1: КАЗ-2 и КАЗ-1: КАЗ-2 эффект смешения двух коагулянтов почти менее заметный. Преждевременное образование продуктов частичного гидролиза  $AlOH\text{SO}_4$  и  $FeOH\text{SO}_4$ , резкое смещение pH от кислотного в щелочную область, а также содержание солей железа более 5-6% является причиной уменьшения растворимости коагулянта и явления антагонизма коагуляции. После смешения коагулянта КАЗ-2, содержащего много соли сульфата алюминия с минимальным количеством соли железа с остальными коагулянтами в массовом соотношении 3:1 наблюдается синергизм процесса коагуляции. Согласно композициям коагулянтов и их количеству происходит изменение выделение органических соединений из сточных вод. отношению к минеральным примесям исследованных сточных вод это можно объяснить потерей растворимости продуктов частичного гидролиза полного гидролиза  $Al(OH)_3$  и  $Fe(OH)_3$  сернокислых солей алюминия  $Al_2(SO_4)_3$  и железа  $Fe_2(SO_4)_3$ . Существенно изменяются количества выделяющихся органических примесей сточных вод от вводимых композиций коагулянтов. При сочетании

всех остальных коагулянтов с КАЗ-2 степень очистки сточных вод увеличилась от 73,48% до 90,66% и больше.

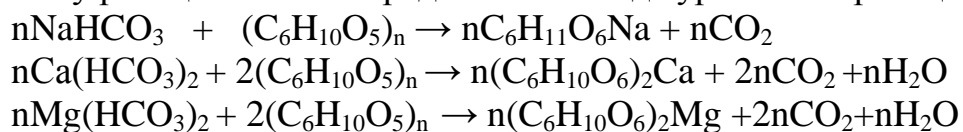
По окончании процесса коагуляции использованные коагулянты утрачивают свою и активность, что можно вернуть регенерацией. Для этого разработан способ регенерации (восстановления активности) коагулянта согласно химическими уравнениями:



Сульфаты алюминия и железа активнее и соосаждают больше веществ, чем оксосульфаты этих металлов. Однако, оксосульфаты быстрее гидролизуются и выпадают в осадок, чем сульфаты. В составе средней соли  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  имеется два атома алюминия и три остатка серной кислоты и при растворении в воде распадается на ионы  $\text{Al}^{+3}$  и  $\text{SO}_4^{-2}$ , они являются очень подвижными и имеют большую сорбционную емкость.

Шестая глава **«Очистка сточных вод высшими водными растениями»** посвящена тонкой очистке остаточных количеств примесей сточных вод высшими водными растениями пистией телоризовидной ва эйхорнией отличной.

Хотя сточные воды масложировых производств почти полностью очищены от примесей, однако если провести ее со скоростью 1 л/час через опытный пруд с саженцами высших водных растений размером труб притока 20мм, а оттока 50мм, то эта вода очистится от растворенных в ней примесей. В качестве высших водных растений выбраны пистия «телоризовидная» и эйхорния «отличная». Их корни впитывают остатки натриевых и других ионов, растворенных в воде, и сохраняют их в себе. Корень и органы растений являются адсорбентами, состоящие из целлюлозы и клетчатки. Ионы металлов образуют соединения с этими веществами. С химической точки зрения эту реакцию можно представить в виде уравнений реакций:



Если сточные воды образовавшиеся при получении целлюлозы из рисовой и пшеничной соломы после очистки их коагулянтами доочистить в биопрудах высшими водными растениями, то в этих водах не будут щелочные и инертные металлические примеси.

Применение полученных результатов в производстве важна, т.к. в республике нет предприятий, производящих коагулянты. В этой связи требуется выполнить следующие задачи: сначала рассчитать и найти оптимальные условия производства коагулянта, его экономическую целесообразность, а затем подготовить технологию, технологические схемы производства коагулянта и очистки сточных вод и дать предложения по их реализации.

Седьмая глава **«Разработка технологии и технологических схем**

**линий производств коагулянтов и очистки сточных вод»** посвящена обоснованию оптимальных условий, экономической эффективности, рецептуры, подбору оборудования и разработке технологических схем получения коагулянта и очистки сточных вод.

Оптимальные условия процессов получения коагулянта найдены расчетом критериев Фишера и Стьюдента методом полнофакторного эксперимента, установлено, что для получения композиционного коагулянта, полученного из каолина Ауминзатау (участка Закудук) содержащего 96,8% сульфата алюминия и 0,04% сульфата железа оптимальными условиями являются: температура расщепления каолина на оксиды металлов 500-550<sup>0</sup>С, время 90 минут, температура разложения 110<sup>0</sup>С, концентрация раствора серной кислоты 40% (125% нормы), 100г сырья, содержащий оксид алюминия 43г и 0,36г сульфата железа.

Экономический расчет затрат на производство коагулянта КАЗ-2 в течении 1 года составляет чистый доход 127,8452458 млн. сум и срок окупаемости 9,5 месяцев.

На основании этих данных разработана технология, технологическая схема производства коагулянта и сделан подбор оборудования. Схема установки создана для опытных испытаний. Предлагается производство разработанных коагулянтов на установке, построенной по этой схеме.

Разработана схема опытно-испытательной установки и построена ее модель. Опытные испытательные работы проведены в АО «Турон Ходжейли», составлены и оформлены технологические регламенты и акты испытаний.

## **ВЫВОДЫ**

1. На территории Республики Узбекистан обнаружено месторождение каолина Ауминзатау, который содержит более 38% оксида алюминия и около 0,35% оксида железа.

2. Установлено преимущество каолинов Ауминзатау (на участке Закудук) от Ангренинских и Султан-Увайских каолинов, благодаря высокому содержанию алюминия и наименьшему количеству окиси железа (III).

3. Разработана методика разделения нерастворимых или плохо растворимых соединений: диоксида кремния, гидроксидов и гидроксосоли алюминия и железа от водорастворимых примесей, приведены наиболее вероятные уравнения химических взаимодействий.

4. Разработано 2 способа подготовки каолина к получению коагулянта 1) с магнитной сепарацией железа и 2) без нее.

5. Изучены влияния растворов сильных кислот на процесс извлечения оксидов металлов из составов каолинов и установлены их оптимальные концентрации: - для соляной кислоты-28-30%; - для серной кислоты 36-40%.

6. Установлено, что оптимальными условиями обжига каолинов являются: после обработки раствором 28-30%-ной соляной кислоты температура 350-400<sup>0</sup>С (623-673К), после обработки раствором 40%-ной

серной кислоты температура 550-600<sup>0</sup>С (823-873К), время для обоих способов 90 минут.

7. При взаимодействии каолинов с растворами сильных кислот все оксиды металлов образуют средние (нормальные) и частично основные соли кроме диоксида кремния. При температуре обжига остатки серной кислоты выгорают, гидроксильные группы в виде воды испаряются и выделяются оксиды металлов.

8. При взаимодействии каолинов раствором серной кислоты все средние соли металлов, кроме диоксида кремния и сернокислого кальция, в воде образуют растворы, а при нагревании этого раствора до температуры 65-70<sup>0</sup>С (338-343К) образуется осадок, состоящий из гидроксида алюминия белого и гидроксида железа (III) желто-оранжевого цвета.

9. При добавлении разработанных композиционных коагулянтов в сточные воды выявляется двойной эффект, т.е. коагуляцию неорганических веществ, госсипола и его производных, нерастворимых в воде, флотация оставшихся нерастворимых в воде органических веществ-жирных кислот и масла на поверхность сточной воды с воздухом.

10. Сточные воды общего стока масложирового предприятия сильноокрашенные сточные воды, образовавшиеся в производстве целлюлозы из рисовой и пшеничной соломы пригодны для повторного использования. Однако до слива сточных вод в общегородской сток необходимо доочистить высшими водными растениями.

11. Для уменьшения числа опытов, сокращения времени, материальных и финансовых затрат выполнены расчетные работы по планированию эксперимента и экономические расчеты для определения ожидаемого дохода и срока окупаемости от производства коагулянта. Выход полученного коагулянта КАЗ-2 из каолина участка Закудук Ауминзатауского месторождения достиг 96,3%, ожидаемая экономическая эффективность составила 213,0754080 млн. сум, чистый доход 127,8452458 млн. сум и срок окупаемости 9,5 месяцев.

12. В результате научного исследования одновременно решены проблемы: рациональное использование природных каолинов, найдены новые источники каолинов для получения коагулянтов (месторождения Султан-Увайс и Ауминзатау), экология воды (комплексная очистка сточных вод созданными коагулянтами), сбережения энергетических и материальных ресурсов (улавливание температуры обжига, возвращение очищенных сточных вод и выделенных жировых веществ в производственный процесс предприятия).

**ON THE BASIS OF SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING  
SCIENTIFIC DEGREES OF DSc 28.03.2018.K/T.04.02 AT  
TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

---

**TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

**ABDURAKHIMOV KHODJIAKBAR**

**INTEGRATED OIL-GREASE WASTEWATER TREATMENT INDUSTRY  
USING DEVELOPED COAGULANT COMPOSITIONS**

**11.00.05 - Environmental protection and rational  
utilization of natural resources**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE  
DOCTOR OF CHEMICAL SCIENCES (DSc)**

**Tashkent – 2020**

The theme of dissertation of doctor of science (DSc) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B.2019.2.DSc/K66

The dissertation has been carried out at the Tashkent chemical-technological institute.

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available online (www.tkti.uz) Scientific Council and on the website «ZiyoNet» information-educational portal (www.ziynet.uz).

**Scientific supervisor:** **Mutalov Shukhrat**  
doctor of chemical sciences, professor

**Official opponents:** **Kulmatov Rashid**  
doctor of chemical sciences, professor

**Eshmetov Izzat**  
doctor of technical sciences, professor

**Ismailov Ravshan**  
doctor of chemical sciences

**Leading organization:** **Bukhara Engineering and Technology Institute**

The defense of the dissertation will take place on « 18 » January 2020 at « 10<sup>00</sup> » o'clock at the meeting of the Scientific council DSc.28.03.2018.K/T.04.02 at the Tashkent chemical-technological institute (address: 100011, 32, A.Navai str., Tashkent. Phone: (+99871) 244-79-01; Fax: (+99871) 244-79-17; e-mail: info@tkti.uz)

The dissertation has been registered at the Informational Resource Centre of the Tashkent chemical-technological institute № 26 (address: 100011, 32, A.Navai str., Tashkent. Phone: (+99871).

The abstract of the dissertation has been distributed on « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 y.  
Protocol at the register № 5 dated « 04 » January 2020 y.



*[Signature]* **L.T.Pulatova**  
Deputy chairman of the Scientific council for  
awarding the scientific degrees,  
doctor of chemical sciences, professor

*[Signature]* **Kh.L.Pulatov**  
Scientific secretary of the Scientific council for  
awarding the scientific degrees,  
doctor of chemical sciences, docent

*[Signature]* **A.S.Sidikov**  
Chairman of the Scientific seminar under  
Scientific council under the scientific Council  
chairman of the seminar.  
doctor of chemical sciences, professor



## INTRODUCTION (abstract of DSc dissertation)

**The aim of the research** is a comprehensive wastewater treatment of the oilfat industry (OI) using developed coagulant compositions.

**The object of the research** are kaolins of Angren, Sultan-Uvais and Auminzatau (Zakuduk sites) deposits, composite coagulants consisting of mixtures of aluminum and iron (III) sulfates, wastewater from oilfat enterprises and cellulose production from rice and wheat straw.

**The scientific novelty of the dissertation research is as follows:**

the effect of firing temperature on increasing the yield of acidsoluble forms of kaolins of the Angren, Sultan-Uvais and Auminzatau deposits was established;

for the first time a mixture of aluminum and iron oxides was obtained with a maximum yield due to the use of kaolin pre-treated with hydrochloric and sulfuric acid solutions;

the optimal conditions for the preliminary processing of kaolins with solutions of sulfuric and hydrochloric acids are determined, which allow achieving the maximum degree of extraction of metal oxides from kaolins. With a 40% solution of sulfuric acid, the temperature is 500 - 550°C and the firing time is 90 minutes; 30% hydrochloric acid solution, temperature 400-450°C and firing time 90 minutes;

for the first time, the conditions for the antagonistic action of iron (III) sulfate were determined for aluminum sulfate at mass ratios of 1: 5 - 1:15, and synergism at 1:20 - 1:25 in the process of coagulation;

the double effect of the developed coagulants in the process of wastewater treatment of oil-fat enterprises, i.e. coagulation of inorganic compounds and flotation of oils, fats and fatty acids;

The technological scheme of local integrated wastewater treatment of oilfat industry was developed.

**Implementation of research results.** Based on the scientific results obtained on the creation of wastewater treatment technology for the oil and fat industry using the developed coagulants:

The technology of producing coagulant by processing kaolins of the Sultan-Uvais and Auminzatau (Zakuduk site) deposits was introduced into practice at Turon-Xojeyli JSC (Certificate of the Association «O‘zyog‘moysanoat» dated September 10, 2019 No. AA / 01-1234). As a result, it is possible to obtain effective coagulants based on kaolins, local aluminum-containing minerals of the Angren, Sultan-Uvais and Auminzatau (Zakuduk site) deposits, 2.5 times cheaper foreign analogues;

the developed coagulant composition was put into practice for wastewater treatment of oil and fat industry enterprises in Turon-Xojeyli JSC (Certificate of the O‘zyog‘moysanoat Association of the Republic of Uzbekistan dated September 10, 2019 No. AA / 01-1234). As a result, coagulants make it possible to treat wastewater to the maximum permissible values;

based on the materials and conclusions obtained on the chemical composition of natural kaolins and analysis on obtaining coagulants, it was used in the prepara-

tion of the textbook «Analytical Chemistry», intended for bachelors studying in the fields of chemical technology and ecology (Certificate No. 892-022 of October 4, 2019).

**The structure and volume of dissertation.** The thesis consists of an introduction, seven chapters, conclusion, list of references and applications. The volume of the thesis is 191 pages, with the exception of the list of references and applications.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИЛМИЙ ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Абдурахимов Х.А., Муталов Ш.А., Салиханова Д.С. Комплексная очистка сточных вод масложировой промышленности и других производств с использованием разработанных композиций коагулянтов. – Монография - Т.: «Типография ФБ АНРУз», 2019. -112 с.
2. Абдурахимов Х.А., Салиханова Д.С., Муталов Ш.А. Исследования получения композиций коагулянтов на основе местных каолинов. – Монография - Т.: «Типография ФБ АНРУз», 2019. -98 с.
3. Абдурахимов Х. А., Якубов С. И., Абдурахимов А. Х. Использование золы бурого угля при очистке сточных вод.// Ўзбекистон композицион материаллар илмий – техникавий ва амалий журнали. Т.2006 №1. 43-45 б. (02.00.00.№4).
4. Мухамедов К.Г., Абдурахимов Х.А., Абдуганиев Б.А. Очистка сточных вод производства целлюлозы.// Узб.хим.ж. 2004, №4, -С. 60-65. (02.00.00.№6).
5. Абдурахимов Х. А., Муталов Ш. А. Исследование химического состава и содержания каолинов Узбекистана.// Композиционные материалы. 2019, №3, -С. 17-20. (02.00.00.№4).
6. Абдурахимов Х. А. Исследования по получению композиций коагулянтов, состоящих из сульфатов поливалентных металлов.// Композиционные материалы, 2019, №3, С. 63-68. (02.00.00.№4).
7. Абдурахимов Х. А. Изучение очистки сточных вод, образующихся при рафинации хлопкового масла сернокислотными композиционными коагулянтами.// Докл.АН Р Уз, 2019, №4, -С. 42-47 (02.00.00.№8).
8. Абдурахимов Х.А., Муталов Ш.А. Изучение влияния композиций коагулянтов, полученных из местных каолинов на очистку сточных вод масложирового предприятия.// Докл.АН Р Уз, 2019, №5, С.41-46. (02.00.00.№8).
9. Абдурахимов Х. А. Выбор оптимальных условий получения коагулянта из обожженного каолина, обработанного серной кислотой.// Вестник ФарПИ. –Фергана, 2019. спец. вып. № 2, -С. 111-115. (02.00.00.№17).
10. Abdurakhimov Kh. A. “Study of the influence of the concentration of aluminum sulphates and iron (III) coagulants on the degree of waste water purification issued when cotton oil refines”./ Advanced Materials Research./ Trans. Tech Publicftions, Swtzerland./ [https: doi.org/www.scientific.net/AMR](https://doi.org/www.scientific.net/AMR).// vol/1156 (2019), -S. 206-209. (02.00.00.№1).
11. Abdurakhimov Kh. A. “The study of the extraction of aluminum and iron oxides from kaolin of the deposits of Uzbekistan Angren, Sultan-Uvays and Auminzatau” /Journal of the Mechanical Behavior of Materials./ Germany. DOI: <https://doi.org/10.15.15/JMBM.2019>. -S. 211-215 (05.00.00.№8).

12. Абдурахимов Х. А. Сточные воды производства целлюлозы и технология их очистки.// Вестник ТашГТУ. 2005. спец. вып. –С. 61-63. (02.00.00.№11).

13. Abdurahimov Kh. A. Studying the Chemical Compositions of Waste Water Units of Oil-Fating Enterprises and Manufacture of Cellulose.// International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology/ vol.6. Issue 11, 2019. –S. 11727-11730. (05.00.00, №8).

## II бўлим (II часть; part II)

14. Абдурахимов Х. А., Холхужаев Б.Б. Получение коагулянтов на основе ангреноского каолина.// Materialy IX Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Wykształcenie I nauka bez granic-2013» Przemysl, Nauka I stadia, 2013, -S. 50-51.

15. Абдурахимов Х. А. Изучение химических составов сточных вод подразделений масложировых предприятий и производства целлюлозы.//Научно-практический агро-экономический журнал. -2019, Спецвыпуск №2, -С. 18-22.

16. Абдурахимов Х. А. О состоянии водных ресурсов в бассейнах рек Амударья и Сырдарья.// «Ўзбекистон география жамияти ахбороти» журна-ли, 2012 й. 39-жилд, 145-148.

17. Мусаев М. Н., Гиясов Ф. Ш., Абдурахимов Х. А. Ҳаводаги углеводородларни назорат қилувчи усул ва қурилмани ишлаб чиқиш. // ТошДТУ хабарлари, 2005, махсус нашр, -Б. 67-70.

18. Abdurakhimov Kh.A.,Kholkhujaev B. Physical and chemical properties of destruction by explosion energy and the development of basic principles of remediation on their recovery.// Materialy X Mezynarodni vedeckoi-prakticka Conference «vedecky pokrok na prelomu tysyachalety-2014» Praha, Publishing House «Education and Science» s.r.o., 2014, -S. 3-6

19. Абдурахимов Х. А., Шоэргашова Ш. Ш. Изучение химического состава ангреноского каолина.// “Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари” мавзусидаги иқтидорли талабалар, магистрантлар, ёш олимлар XI республика илмий амалий конференцияси ишлари тўплами, Тошкент, 2014, 257-259б.

20. Абдурахимов Х. А., Шоэргашова Ш. Ш. Влияние состава каолина на некоторые его физические свойства.// “Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари” мавзусидаги иқтидорли талабалар, магистрантлар, ёш олимлар XI республика илмий амалий конференцияси ишлари тўплами, Тошкент, 2014, №1, 259-262б.

21. Абдурахимов Х. А., Шукуров А. Темир чиқиндилари асосида табиий ва оқова сувларни тозалаш учун ишлатиладиган коагулянтлар олиш усуллари.// Ўзбекистон Республикаси Мустақиллигининг 20 йиллигига бағишланган X Республика илмий-амалий конференцияси, 2-шуъба, Т.: 2011, №1, 200-201 б.

22. Abdurakhimov Kh.A., Rahmonov S. I. Mahalliy hom-ashyolar asosida suvlarni tozalash uchun ishlatiladigan koagulyant moddalarni olish va xossalarini o'rganish.// Texnika yulduzlari, 2016, №4, 149-152 b.

23. Abdurakhimov Kh.A., Rahmonov S. I. Mahalliy hom-ashyolar asosida suvlarni tozalash uchun ishlatiladigan koagulyant moddalarni olish va xossalarini o'rganish.// Texnika yulduzlari, 2017, №1, 109-112 betlar.

24. Abdurakhimov Kh.A. Ikkilamchi xom-ashyo va undan foydalanish. // “Экология ва Ўзбекистон шаҳарлари архитектуравий муҳитнинг ландшафт дизайни” мавзусидаги республика илмий-амалий анжумани маърузалари тўплами, Тошкент, 2017, 37-39 б.

25. Насруллаев Б. Ф., Абдурахимов Х. А. Получение коагулянтов на основе местных ресурсов.// “Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари” мавзусидаги иқтидорли талабалар, магистрантлар, ёш олимлар XII республика илмий амалий конференцияси материаллари тўплами, Тошкент, 2013, 200-201б.

26. Абдурахимов Х.А. Разработка композиций композиционных коагулянтов на основе каолинов Ангрена, Султан-Увайса и Ауминзатау (участка Закудук).// Сборник докладов и тезисов III Международной научно-технической конференции «Инновационные разработки в сфере химии и технологии топлив и смазывающих материалов» (19-20 сентября 2019г.). Т.: -С. 122-124.

27. Абдурахимов Х. А., Муталов Ш. А. «Изучение влияния условий сернокислотной обработки каолинов месторождений Султан-Увайс и Ауминзатау (участка Закудук)».// Сборник докладов и тезисов III Международной научно-технической конференции «Инновационные разработки в сфере химии и технологии топлив и смазывающих материалов» (19-20 сентября 2019г.). Т.: -С. 124-126.

28. Абдурахимов Х. А. Анализ загрязнений поверхностных вод. // “Замонавий география ва Ўзбекистон табиий ресурс потенциалини баҳолаш” мавзусидаги конференция материаллари тўплами, Тошкент, Мирзо Улуғбек номидаги ЎЗМУ, 2015, 181-184б.

29. Абдурахимов Х. А. Райимов Н. Б. Марказий Осиё трансчегаравий сувларининг асосий муаммолари.// “Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари” мавзусидаги иқтидорли талабалар, магистрантлар, ёш олимлар XI республика илмий амалий конференцияси ишлари тўплами, Тошкент, 2012, 156-157б.

30. Абдурахимов Х. А. Раҳмонов С. И. Табиий сувлар хиди ва мазасининг унинг кимёвий таркибига боғлиқлиги.// Техника юлдузлари, 2017, 1-сон, 146-149 б.

31. Абдурахимов Х. А., Тупальская С. Н., Шаякубов Р. Ш. Очистка сточных вод производства целлюлозы химическими реагентами.// Материалы международной научно технической конференции "Наука – образование производство в решении экологических проблем" Уфа-2002, -С.183-186.

32. Абдурахимов Х. А., Тупальская С. Н. Повышение эффективности очистки сточных вод, образующихся при получении целлюлозы из рисовой

соломы.// Материалы научно-практической конференции. Фергана, 2002. -С. 63-64.

33. Абдурахимов Х. А., Тупальская С. Н., Шаякубов Р. Ш. Очистка сточных вод производства целлюлозы.// Ўзбекистонда кимё таълими, фани ва технологияси" Республика илмий – амалий конференцияси тезислар тўплами. Тошкент 2002, 183-184 бет.

34. Абдуганиев Б. А., Абдурахимов Х. А., Тупальская С. Н. Исследование очистки сточных вод производства хлопковой целлюлозы.// Сборник трудов ТНИИХТ "25 лет Ташкентскому научно-исследовательскому институту химической технологии". Ташкент, 2003, из-во АН РУз, С.38-49

35. Абдурахимов Х. А. Абдурахимов А. А. Кимёвий усуллар билан оқова сувларни тозалаш.// “Мухандислик коммуникация тизимларида янги технологиялар” мавзусидаги республика илмий-амалий анжумани маърузалари тўплами, Тошкент, 2018, 90-91б.

36. Абдурахимов Х. А. Изучение очистки сточных вод производства целлюлозы коагулянтами.// Сборник материалов 1-Международной научно-практической конференции “Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях”, Фергана, 2019, том 3, с. 410-411.

37. Абдурахимов Х. А., Абдурахимов А. А. Изучение очистки сильно окрашенных сточных вод.// Сборник материалов 1-Международной научно - практической конференции “Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях”, Фергана, 2019, том 5, с. 272-274.

38. Абдурахимов Х. А., Хайдаров А. Очистка сточных вод сорбционным методом.// “Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари” мавзусидаги иқтидорли талабалар, ёш олимлар ва магистрларнинг анъанавий XV Республика илмий-амалий анжуманининг мақолалар тўплами. Тошкент, 2016, 395-397 б.

39. Abduraximov A. X., Raxmatullaeva N., Jumaeva D., Abdurakhimov Kh.A. Physical and chemical properties of coals for obtaining activated adsorbents. // Scientific Discussion, Section of chemical sciences. 2018, №25, v.2, -S. 3-6.

40. Nosirova N. K., Abduraximov A. X., Jumaeva D., Abdurakhimov Kh.A. Technological scheme of obtaining thermo activated adsorbent based on Angren brown coal with the lowest ash content.// Scientific Discussion, Section of chemical sciences. 2018, №25, v.2, -S. 7-10.

41. Абдурахимов Х. А., Абдурахимов А. А. Шоли похоти ва буғдой сомонидан целлюлоза олишда ҳосил бўладиган оқова сувларни тозалаш. // Целлюлоза ва унинг ҳосилаларини кимёси ва технологиясини долзарб муаммолари мавзусидаги Республика илмий-техник конференциясининг мақолалар тўплами. Т.: 2018. 254-255 б.

Автореферат «Кимё ва кимёвий технология» журнали таҳририятида  
таҳрир қилинди.

Босишга рухсат этилди. 06.01.2020 й.  
Бичими 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.  
Шартли босма табағи: 4. Адади 100. Буюртма № 15.

Гувоҳнома reestr № 10-3719  
“Тошкент кимё технология институти” босмаҳонасида чоп этилган.  
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.