

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc 30/2025.27.12.К/Т.01.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

МУХАМЕДОВ ЖАМОЛИДДИН КАБИЛДЖАНОВИЧ

**МАХАЛЛИЙ ФЛОКУЛЯНТЛАР ЁРДАМИДА ТЕРИНИ ҚАЙТА
ИШЛАШ КОРХОНАЛАРИДА ҲОСИЛ БЎЛГАН ХРОМЛИ ОҚАВА
СУВЛАРНИ ТОЗАЛАШ ЖАРАЁНИНИ ЎРГАНИШ**

**11.00.05-Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва табиий ресурслардан оқилона
фойдаланиш.**

**КИМЁ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Contents dissertation abstract of doctor philosophy (PhD)

Мухамедов Жамолиддин Кабилджанович

Махаллий флокулянтлар ёрдамида терини қайта ишлаш корхоналарида
ҳосил бўлган хромли оқава сувларни тозалаш жараёнини
ўрганиш..... 3

Мухамедов Жамолиддин Кабилджанович

Изучение процесса очистки хромосодержащих сточных вод,
образующихся на кожевенных предприятиях, с помощью местных
флокулянтов..... 21

Mukhamedov Jamoliddin Kabildjanovich

Study on the treatment process of chromium-containing wastewater
generated by tanneries using local flocculants..... 41

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 44

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc 30/2025.27.12.К/Т.01.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

МУХАМЕДОВ ЖАМОЛИДДИН КАБИЛДЖАНОВИЧ

**МАХАЛЛИЙ ФЛОКУЛЯНТЛАР ЁРДАМИДА ТЕРИНИ ҚАЙТА
ИШЛАШ КОРХОНАЛАРИДА ҲОСИЛ БЎЛГАН ХРОМЛИ ОҚАВА
СУВЛАРНИ ТОЗАЛАШ ЖАРАЁНИНИ ЎРГАНИШ**

**11.00.05-Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва табиий ресурслардан оқилона
фойдаланиш.**

**КИМЁ ФНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент - 2026

Кимё фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2025.3.PhD/К1058 рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме) Илмий кенгаш веб-саҳифада (www.tkti.uz) ва «ZiyoNET» ахборот таълим порталида (www.ziyo.net) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Турабджанов Садриддин Махаматдинович
техника фанлари доктори, профессор, академик

Расмий ошпонентлар:

Кучаров Баҳром Хайриевич
техника фанлари доктори, профессор

Кулматов Рашид Анорович
кимё фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Наманган давлат техника университети.

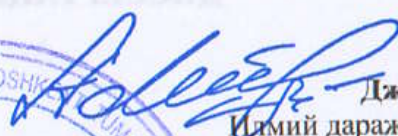
Диссертация химояси Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc 30/2025.27.12.К/Т.01.01 рақамли Илмий кенгашининг 2026 йил «21» май соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 111116, Тошкент тумани, Ибрат МФЙ, Шўробозор. Тел: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo.thiixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz)


Диссертация билан Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институтининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (№ 2026/24 рақами билан рўйхатга олинган. Манзил: 111116, Тошкент тумани, Ибрат МФЙ, Шўробозор. Тел: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo.thiixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz)


Диссертация автореферати 2026 йил «05» 04 кунни тарқатилди.

(2026 йил «05» 04 даги № 2026/24 рақамли реестр баённомаси)




Джалилов А.Т.
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш раиси,
к.ф.д., проф, академик


Ширинов Ш.Д.
Илмий даражалар берувчи,
илмий кенгаш қотиби,
т.ф.ф.д., к.и.х.


Бекназаров Х.С.
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш қошидаги
илмий семинар раиси, т.ф.д., проф

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси).

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда сўнгги йилларда атроф-муҳитни муҳофаза қилиш борасида барча аҳоли қатламининг саломатлигини асраш тобора муҳим аҳамият касб этиб келмоқда. Саноат ва техноферанинг ривожига бўлган талабнинг ортиши билан турли ишлаб чиқариш корхоналарида ҳосил бўлган оқова сувлар, зарарли газ ва чанглар ҳамда турли хилдаги чиқиндилар сифатида атроф-муҳитни ифлосланиши, атмосфера, гидросфера ва литосферанинг канцероген металл ионлари ҳамда бошқа турдаги кимёвий бирикмаларнинг рухсат этилган чегаравий микдоридан ортиб кетишига сабаб бўлмоқда. Шу билан бирга, атроф муҳитни талаб даражасида тозаланиши асраш, ишлаб чиқариш корхоналарида ҳосил бўлган саноат оқова сувларини тозалаш жараёнларини самарали такомиллаштириш ва сувнинг ёпиқ занжирли тизимларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳонда таркибида оғир металл ионлари бўлган сагат оқова сувларни чегаравий микдор даражасида тозалаш имконини берувчи усуллари ишлаб чиқиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада рухсат этилган чегаравий микдордан кам бўлган даражагача тозалаш имконини берувчи механик, кимёвий, физик-кимёвий ва биокимёвий усуллардан фойдаланишга, ҳамда тозалаш жараёнида ҳосил бўладиган чиқиндиларни зарарсизлантиришни жадаллаштириш технологияларини ишлаб чиқиш ва синовдан ўтказишга алоҳида эътибор қаратиб келинмоқда.

Республикамизда нафақат тозалаш даражаси юқори, балки экологик ва арзон маҳаллий хомашёлар асосида ишлаб чиқилган технологик жараёнларни такомиллаштириш, содаллаштириш бўйича муайян илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистоннинг 2022-2026 йиллардаги тараққиёт стратегиясида “Иқтисодий ривожлантиришнинг устувор йўналишлари” белгиланган ҳамда “Маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида, юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни янада жадаллаштириш, сифат жиҳатидан янги маҳсулот ва технологияларини яратиш”¹ бўйича муҳим вазифалар белгиланган. Ушбу йўналишда ишлаб чиқариш корхоналарида ҳосил бўлган саноат оқова сувларини тозалашда янги юқори самарали, энергия ва капитал сарф ҳаражатларни камайтириш имконини берувчи кам босқичли, узлуксиз, маҳаллий реагентлардан фойдаланиладиган жараёнларни жорий қилиш билан янги самарали технологик жараёнларни ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сонли «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида» ги, 2019 йил 30 октябрдаги ПФ-5863-сон Ўзбекистон Республикасининг 2030 йилгача атроф-муҳитни муҳофаза қилиш

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 «2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистон тараққиёт стратегияси тўғрисида» фармони

концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги Фармонларида, 2022 йил 2 декабрдаги ПҚ-436-сон “2030 йилгача Ўзбекистон Республикасининг яшил иқтисодиётга ўтишга қаратилган ислохотлар самарадорлигини ошириш бўйича чора-тадбирлар тўғрисида”ги, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон “Ўзбекистон Республикаси кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2018 йил 17 январдаги ПҚ-3479-сон “Мамлакат иқтисодиёти тармоқларини талаб қилинадиган маҳсулотлар ва хомашё турлари билан барқарор таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарорларида, шунингдек мазкур фаолиятига тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларини ривожланишининг устивор йўналишларига мослиги. Мазку тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Атроф муҳит муҳофазаси ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш» устивор йўналишларига мувофиқ ҳолда бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дунёда сувда эрувчан полиэлектролит-флокулянтлар ёрдамида саноат оқова сувларини тозалаш жараёнларини такомиллаштириш, бўйича кўплаб хорижий олимлар, жумладан, М.Канско, Ёе.Тсүхида, Р.А. Ребиндер, Ю.Г. Фролов, Е.Е. Ергожин, Ю.С. Липатов, А.И. Русанов, А.А. Абрамзон, И.М. Паписов, А.Б. Зезин, Е.А. Бектуров, К.Б. Мусабеков, С.Б. Айдарова, В.Н. Измайлова, Л.В. Гандурина, В.А. Колесников, М. Хенце, Т.И. Холтурина, Б.П. Кондауров, В.И.Аксенов, ва бошқа етук олимларнинг илмий мактабларида фаол изланишлар олиб борилган ва олиб борилмоқда.

Ўзбекистонда саноат оқова сувларини тозалаш жараёнларини такомиллаштириш академик К.С.Ахмедов раҳбарлигидаги илмий мактаб ташкил этилган бўлиб унинг вакиллари: Э.А. Арипов, Ф.Л. Глекель, С.С. Ҳамроев, С.Н. Аминов, А.А. Агзамходжаев, С.М. Туробжонов, И.Қ. Сатаев, Х.И. Акбаров, У.К. Аҳмедов, С.А. Абдурахимов, Х.А. Абдурахимов, М.М. Ниязова, Ш.А. Муталов, И.Д. Ишметов, Д.С. Салиханова, Ш.А. Кулдашева А.А. Қодиров, К.М. Адилова, Қ.Ғ. Мухамедов ва бошқа олимлар томонидан саноат оқова сувларни тозалаш чиқиндиларни зарарсизлантириш самарали ва кам чиқиндили технологияларини яратиш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот режалари билан боғлиқлиги. Диссертация иши Тошкент кимё-технология институти «Саноат экологияси» кафедрасининг 2020-2024 йилларига мўлжалланган «Саноат оқова сувларини физик-кимёвий усули билан тозалаш» мавзусидаги илмий-тадқиқот ишларининг режаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўладиган хромли оқова сувларни маҳаллий флокулянтлар ёрдамида тозалаш жарёнини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари: терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган таркибида хром III ионлари мавжуд бўлган оқава сувларни тозалаш жараёнининг мақбул шароитларини ўрганиш;

таркибида хром III ионлари бўлган оқава сувларни тозалашнинг технологик жараёнларини ўрганиш;

терини қайта ишлаш корхоналарида ёпиқ занжирли сув таъминоти тизимларини аниқлаш;

таркибида хром III ионлари бўлган оқава сувларни Fe_2SO_4 иштирокида зарарсизлантириш ва тажриба маълумотларни математик усули билан ҳисоблаш;

таркибида хром III ионлари бўлган оқава сувларни маҳаллий «Унифлок» полиэлектрولит-флокулянти ёрдамида тозалаш технологиясини ўрганиш ва такомиллаштириш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган таркибида хром III ионлари бўлган оқава сувлар олинган.

Тадқиқотнинг предмети Fe_2SO_4 ва CaO нинг сувли эритмалари ҳамда маҳаллий «Унифлок» полиэлектрولит-флокулянти ёрдамида тозаланган оқава сувларнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари, чиқиндиларнинг таркибий тузилишининг дифрактограммаси, оқава сувларини тозалаш жараёнини такомиллаштириш жихатлари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида, ИҚ-спектроскопия, фотометрик, физик ва коллоид-кимёвий, рентген фазали ҳамда полиноминал регрессиянинг амалий дастурлари тўпламларидан фойдаланган ҳолда математик статистика усуллари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйдагилардан иборат:

терини қайта ишлаш корхоналарининг таркибида Cr^{3+} ионлари бўлган оқава сувларини Fe_2SO_4 ва CaO ни сувли эритмаси ёрдамида зарарсизлантиришнинг мақбул шароитлари аниқланган;

тозалаш самарадорлигига чўктириш, тиндириш ва филтрлаш тезлиги, оқава сувнинг рН-муҳити ҳамда Cr^{3+} ионлари концентрациясининг таъсири аниқланган;

«Унифлок» серияли флокулянт ҳамда Fe_2SO_4 ва CaO сувли эритмаси ёрдамида терини қайта ишлаш жараёнида ҳосил бўлган оқава сувларини Cr^{3+} ионлари ва муаллақ заррачалардан самарали тозалаб сувнинг ёпиқ занжирли тизими такомиллаштирилган;

маҳаллий «Унифлок» серияли полиэлектрولити терини қайта ишлаш жараёнида ҳосил бўлган оқава сувлари таркибидаги муаллақ заррачаларининг чўктириш жараёнини 8-10 баробарга тезлаштирилиши асосланган;

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйдагилар иборат:

терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган оқава сувларни тозалаш жараёнида маҳаллий «Унифлок» серияли полиэлектрولит-флокулянтдан фойдаланишнинг мақбул шароитлари аниқланган;

махаллий реагентлар ҳамда жиҳозларни қўллаган ҳолда Cr^{3+} ионлари ва бошқа кимёвий бирикмалар бўлган оқава сувларни тозалаш жараёни такомиллаштирилган;

таркибида Cr^{3+} ионлари бўлган оқава сувларни реагент усули билан тозалаш ва сувнинг ёпиқ занжирли тизимини ҳосил қилишнинг самарали жараёни ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. ИҚ-спектроскопияси, фотометрия, ретгенструктура, спектрофотометрия усуллари билан фойдаланилган, таҳлил натижалари лаборатория тажрибалари ва тажриба-саноат синовлари ўтказилганлиги, олинган натижалар оқава сувларни тозалаш жараёнининг математик модели усули билан тасдиқланганлиги, атроф-муҳит объектларининг классик методлари билан таққосланганлиги билан асосланди.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти терини қайта ишлаш жараёнида ҳосил бўлган оқава сувларидаги муаллақ заррачаларни чўктириш жараёнларига маҳаллий «Унифлок» полиэлектролит-флокулянтини қўлланилиши флокуляция эффекти ҳисобига йирик агрегатлар ҳосил бўлиши билан чўкиш жараёнларининг жадаллашуви билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти, Республика кимё саноатининг маҳаллий маҳсулотлари асосида таркибида Cr^{3+} ионлари бўлган терини қайта ишлаш саноати оқава сувларни реагент усули билан самарали тозалаш ҳамда сувнинг ёпиқ тизимини ташкил қилиш муаммоларини ечишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларини амалга жорий қилинганлиги. Терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган оқава сувларни маҳаллий «Унифлок» серияли полиэлектролит-флокулянти ёрдамида тозалаш технологиясини такомиллаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган оқава сувларини Cr^{3+} ионларидан тозалаш технологияси «GLOBAL AVANGARD TECHNOLOGY» ОАЖда ишлаб чиқаришга жорий қилинган (Ўзбекистон республикаси экология, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва иқлим ўзгариши вазирлигининг 2025 йил 17-декабрдаги 03-03/1-03/3-13721-сон маълумотномаси). Натижада оқава сувлар таркибидаги Cr^{3+} ионлари ва муаллақ заррачалар миқдорини камайтириш, тозалаш жараёни самарадорлигини ошириш имконини берган.

махаллий «Унифлок» ва «Полиакриламид» серияли флякулянтлардан фойдаланиб оқава сувларини тозалаш технологияси «ULKAN LAZIZ» ОАЖда ишлаб чиқаришга жорий қилинган (Ўзбекистон республикаси экология, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва иқлим ўзгариши вазирлигининг 2025 йил 17-декабрдаги 03-03/1-03/3-13721-сон маълумотномаси). Натижада оқава сувларни тозалаш ва тозаланган сувдан айланма техник сув сифатида қайта ишлаштириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 8 та, жумладан 3 та халқаро ва 5 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларини эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 20 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, тўрта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 128 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги, зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсади, вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган ҳамда Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устивор йўналишларига мослиги кўрсатилган. Тадқиқотнинг илмий янгилиги, амалий натижалари баён этилган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашир этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган хром таркибли оқава сувларни тозалаш усуллари**» деб номланган биринчи бобида терини қайта ишлаш корхоналарининг атроф-муҳитга салбий таъсир кўрсатадиган хавфли манбаларининг бугунги ҳолати, асосий хавфи турли хил сув омборларига таъсири бўйича мавжуд маълумотларнинг таҳлили келтирилган.

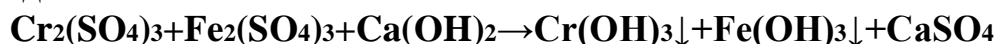
Таҳлил қилинган адабиётларда терини қайта ишлаш жараёнида ҳосил бўлган оқава сувларни самарали тозалаш ва сувнинг ёпиқ занжирли тизимини таъминлаш бўйича турли усуллар мавжуд бўлсада улар ўз навбатида кам ўрганилган.

Диссертациянинг «**Фойдаланиладиган маҳаллий кимёвий реагентлар ва иккиламчи маҳсулотларнинг тадқиқот объектлари ва таснифлари**» деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объектлари ҳамда бошланғич хом ашё ва ярим маҳсулотларнинг физик-кимёвий ва кимёвий хусусиятлари келтирилган: терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган Cr^{3+} таркибли оқава сув муҳитнинг рН қиймати, чўктириш, тиндириш ва филтрлаш даражаси ҳамда Cr^{3+} ионларининг дастлабки концентрацияси бўйича оптимал тозалаш режимларини танлаш учун таркибида Cr^{3+} ионлари бўлган оқава сувларни шунингдек ҳосил бўлган иккиламчи чиқиндиларни зарарсизлантириш соҳасидаги илмий тадқиқот ишларнинг аналитик шарҳи тақдим қилинган. «Унифлок», «Полиакриламид», Fe_2SO_4 эритмалари ёрдамида тозаланган оқава сувларнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари, ҳосил бўлган чиқиндиларнинг таркибий тузилишининг дифрактограммаси ва бошқа замонавий таҳлил усуллар ёритиб берилган.

Диссертациянинг **Терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган хромли оқава сувларни тозалаш** деб номланган учинчи бобида терини қайта ишлаш жараёнида таркибида Cr^{3+} ионлари бўлган оқава сувларни

самарали тозалаш ҳамда энг мақбул ва мос келадиган зарарсизлантириш усулини танлаш қуйидаги талабларга жавоб бериши талаб этилади:

- оқава сувларни тозалаш тизимининг соддалиги;
- тозалаш жараёнини автоматлаштириш имкониятининг мавжудлиги;
- тозалаш иншоотидан чиқишида сувнинг таркибидаги Cr^{3+} нинг миқдори $0,5 \text{ мг/дм}^3$ дан кам бўлишлиги;
- тозаланган сувни технологик жараёнда қайта ишлатиш имконияти мавжудлиги;
- технологик жараёнларда фойдаланиш учун хром реагентларни қайта тиклаш ёки иккиламчи маҳсулотини ишлаб чиқариш имкониятининг мавжудлигидан иборат. Мазкур илмий тадқиқот ишида терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган хромли оқава сувларни маҳаллий коагулянт ва флокулянтлардан фойдаланилган ҳолда самарали тозалаш технологиясини ишлаб чиқиш ва сувнинг ёпиқ занжирли тизимини ҳосил қилиш таклиф этилади. Темир таркибли коагулянтлардан фойдаланиш оқава сувларни таркибидаги муаллақ заррачаларни чўктириш жараёнини маълум даражада тезлаштиради.



Биргаликда чўкиш жараёни муҳитнинг рН даражасига, чўкиш вақтига ва комплекс ҳосил қилувчи моддалар концентрациясига боғлиқ бўлади

Адабиётларда келтирилган маълумотларига кўра, $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ва $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ни биргаликда сув тозалаш жараёнида қўлланилганда одатдагидан кам миқдорда чўкма олиш имконини беради, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ни фақат бир ўзидан фойдаланилганда эса бу жараённинг акси намоён бўлиши кузатилган. Реагентлар стехиометрия бўйича талаб қилганидан кам миқдорда ишлатилади ва сув таркибидаги Cr^{3+} ионининг миқдори камайши максимал руҳсат этилган концентрациядан (МРЭК) ҳам кам бўлган миқдорда эришилади.

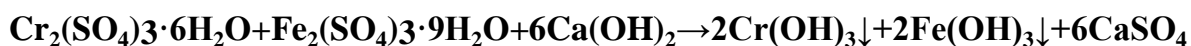
Олиб борилган тўрт гуруҳ экспериментал қисмнинг мақсади $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ва $\text{Fe}(\text{OH})_3$ нинг биргаликда чўкиши учун муҳитнинг оптимал рН қийматини, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нинг зарур концентрациясини аниқлаш, таркиби тўғрисидаги маълумотни аниқлашдан иборат. Ҳосил бўлган суспензия ва унинг гравитацион чўкиши, шунингдек маҳаллий «Унифлок» флокулянти ёрдамида чўкш жараёнини тезлаштириш имкониятини ўрганишдан иборат.

Биринчи тадқиқот гуруҳи.

Тадқиқот учун $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ўз ичига олган терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган хромли оқава сувларни модели тайёрланди.

Бунда тайёрланган ишчи эритманинг таркибида хром (III) нинг концентрацияси айнан 4 г/дм^3 бўлишлиги терини қайта ишлаш корхоналарининг канализация тизимлари учун энг салбий шароитларни ҳисобга олган ҳолда танланди. Бунинг учун 1 литр сувга 19,23 грамм миқдорда 6-сувли хром сулфат қўшилди ва яхшилаб аралаштирилади.

Тайёрланган ишчи эритмаларнинг хусусиятлари 1-жадвалда келтирилган. Мазкур ишчи эритмаларининг дозалари қуйидаги реакция тенграмасига асосан стехиометрик коэффициентлар бўйича ҳисоблаб чиқилган.



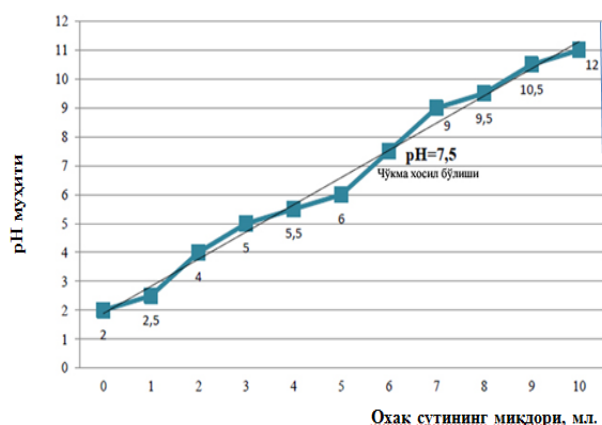
1-жадвал

Тайёрланган ишчи эритмаларнинг хусусиятлари

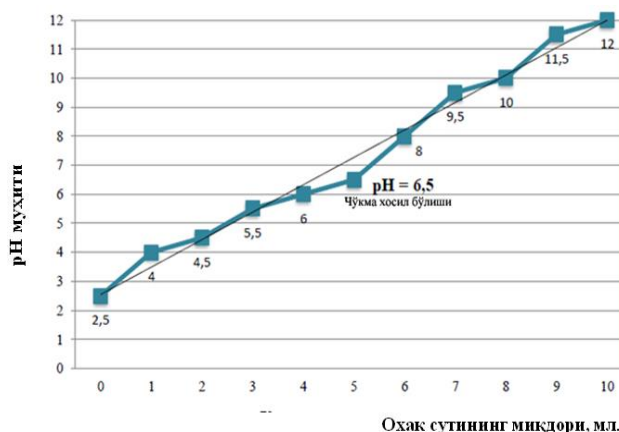
№ т.б.	Ишчи эритмалар	pH-мухити	Концентрацияси г/дм ³
1.	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$	2,5	4
2.	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	1,5	10

Тенгламадан кўришиб турибдики, 1 г хром (III) ни боғлаш учун тахминан 1,1 г темир ва 0,88 г оҳак керак бўлади. Хром (III) концентрацияси 4 г/дм³ бўлганида, унинг чўкиши эквивалент миқдорда $1,1 \cdot 4 = 4,4$ г/дм³ темир ёки 440 мл темир (III) сульфат эритмасининг концентрацияси 10 г/дм³ бўлади. Хром эритмасининг 1 дм³ учун темир (III) бўйича, Ва шунингдек, $0,89 \cdot 4 = 3,56$ г/дм³ $\text{Ca}(\text{OH})_2$, (ишлатилган CaO эритмаси = 102 мг/мл), 1 дм³ хром эритмасига $3560/102 = 35$ мл миқдорда оҳак сарфланган.

Биринчи ва иккинчи цилиндрларга 100 мл хром эритмасига 44 мл $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ эритмаси қўшилди бунда эритмаларнинг pH муҳити 2 га тенг бўлади. Эритмаларнинг pH қиймати киритилган оҳак сути миқдоридан ўзгариши графиглари 1 ва 2 расмларда келтирилган.



1-расм. Оҳак сути миқдоридан суспензиянинг pH қийматини ўзгариши графиги (биринчи цилиндр учун)



2-расм. Оҳак сути миқдоридан эритманинг pH қийматининг ўзгариши графиги (иккинчи цилиндр учун)

Келтириладиган графикга асосан, чўкма ҳосил бўлиши жараёни pH = 5,5 да бошланади ва оҳак сутининг миқдори 3 мл ни ташкил қилади, оҳак сутининг миқдори бўйича қайта ҳисоблаганда $3 \times 102/100 = 3$ г/дм³ ни ташкил қилади. Чўкма ҳосил бўлиши ва суспензиянинг тиниқланиши янада жадаллашиш жараёни pH = 6,5 ва оҳак сути миқдори 5 мл қўшилганда содир бўлиши кузатилади, оҳак сутининг миқдори бўйича қайта ҳисоблаганда $5 \times 102/100 = 5,1$ г/дм³ ни ташкил этади.

Иккинчи тадқиқот гуруҳи.

Иккинчи гуруҳ тадқиқотини олиб бориш учун 250 мл ҳажмли цилиндрлар танланган. 4 г/дм³ концентрацияси билан симуляция қилинган хром таркибли ҳамда 10 г/л концентрацияли темир таркибли ишчи оқава

сувлар тайёрланган. Биринчи ва иккинчи цилиндрларга 100 мл хром эритмасига 44 мл 5% ли $Fe_2(SO_4)_3$ ва $4,37 \text{ г/дм}^3$ миқдорда оҳак сути қўшилди, бу эса 6 мл ни ташкил қилади. Ҳосил бўлган чўкинди ҳажмининг фоизини ҳисоблаш учун цилиндрларнинг геометрик ўлчамлари бўйича ҳисоб-китоблар амалга оширилди ва қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланди:

$$V_{\text{чўк}} = \frac{\pi \cdot d^2 h}{4 \cdot V_{\text{бош}}} \cdot 100 \%$$

Бу ерда: $V_{\text{чўк}}$ - ҳосил бўлган чўкманинг бошланғич оқим ҳажмига нисбатан ҳажми, %;

d - цилиндрининг диаметри, см.

h - цилиндрдаги ҳосил бўлган чўкманинг баландлиги, см.

2 жадвал

Чўкиш кинетикасининг графигини чизиш учун чўкиш миқдори ҳақидаги маълумотлар % ҳисобида

Чўкиш вақти	Цилиндрлардаги чўкманинг миқдори, %	
	1	2
0 мин	100	100
5 мин	76	96
10 мин	63	91
15 мин	56	82
20 мин	53	77
25 мин	49	72
30 мин	49	72
35 мин	49	72
40 мин	46	67
60 мин	36	53



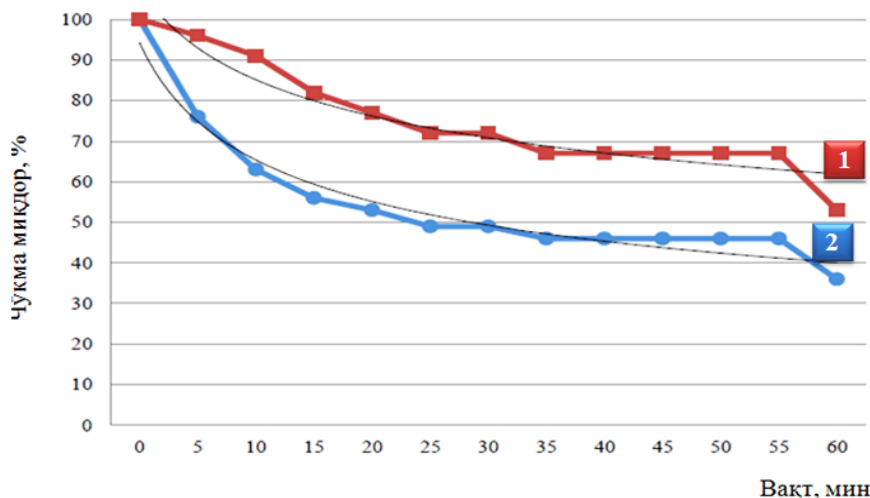
3-расм. Чўкиш жараёни бошланишидан 5 минут олдин.



4-расм. Чўкиш жараёнининг тугаши (t = 60 минут)

2-жадвалга асосан 5-расмда кўрсатилган чўкманинг ҳосил бўлиш графиклари тузилган бўлиб, улар 2 цилиндрдаги чўкманинг ҳосил бўлиши ва зичланиши янада жадал содир бўлишини кўрсатади. Графикдан кўришиб трубкида дастлабки беш дақиқа ичида чўкманинг асосий қисми ҳосил бўлиб

вақт ўтиши билан чўкманинг зичланиши бошланади. 4-расимга асосан иккинчи цилиндрдаги чўкманинг зичланиши биринчи цилиндрга қараганда 20% самарали эканлиги келтирилган.



5-расм. Иккинчи гуруҳ тадқиқотларининг чўкма ҳосил бўлиши ва чўкиш кинетикаси

Шундай қилиб, ушбу гуруҳ тадқиқотлари натижаларига асосланиб, таклиф қилинаётган $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ва $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ни биргаликда чўктириш усули терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган оқава сувларини Cr^{3+} дан тозалаш учун мос келади ва унинг самарадорлиги экспериментал равишда исботланган деган хулосага келиш мумкин.

Учинчи тадқиқот гуруҳи.

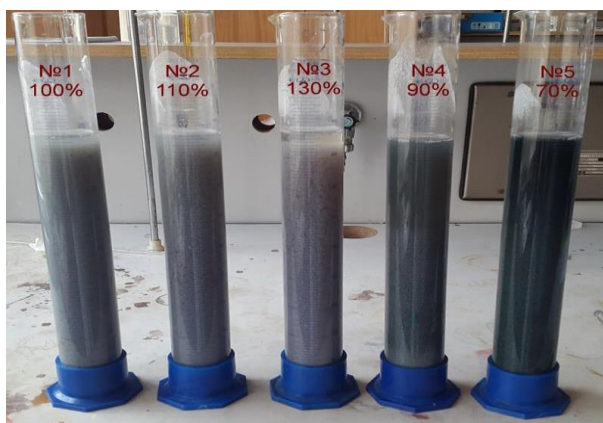
Ушбу тадқиқот гуруҳи оҳак сути миқдорини оптималлаштириш ва биргаликда чўкиш жараёнини ўрганишга қаратилган. Олинган маълумотлар асосида 60 дақиқа давомида муаллақ заррачаларнинг ҳосил бўлиш жараёнини тавсифловчи жадваллар тузилди ва муаллақ заррачаларни чўктириш кинетикаси ва чўкмаларни зичлашиши бўйича графиклар шакиллантирилди. 100% сифатида $4,37 \text{ г/дм}^3$ оҳак миқдори олинади, ўрганилаётган миқдорлар мос равишда 70% - 3 г/дм^3 , 90% - $3,9 \text{ г/дм}^3$, 110% - $4,8 \text{ г/дм}^3$ ва 130% - $5,7 \text{ г/дм}^3$ ташкил қилади. Тажриба учун ҳар бир цилиндрга 300 мл хром эритмаси ва 120 мл темир таркибли реагент қўшилди.

Тадқиқот жараёнида ҳосил бўлган чўкманинг ҳажми, муаллақ заррачаларнинг табиати, сувнинг юқори қатламини тиниқланиш тезлиги ва самарадорлиги, чўкманинг зичланиши қайд этилган. Муаллақ заррачаларнинг ҳосил бўлиш жараёнининг асосий кўрсаткичлари 3-жадвалда келтирилган.

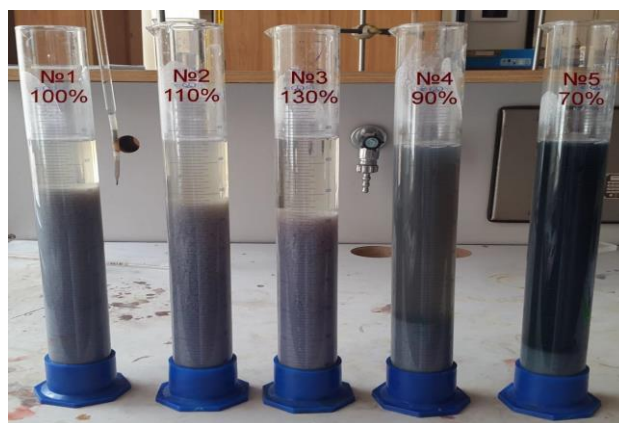
3-жадвал

Муаллақ заррачаларнинг ҳосил бўлиш жараёнининг асосий кўрсаткичлари

Кўрсаткичлар	Цилиндрлардаги кўрсаткичлар				
	1	2	3	4	5
Оҳак сути миқдори, мл	18	20	23,5	16	10,5
pH- муҳити	7	7,5	8	6	5,5



6-расм. Чўкиш жараёнининг бошланиши



7-расм. Чўктириш жараёни бошлангандан кейинги 15 минут ичидаги жараён

Тадқиқотнинг тўртинчи гуруҳи.

Тўртинчи тадқиқот гуруҳи маҳаллий флокулянтлар ёрдамида чўкиш жараёнини фаоллаштириш имкониятини аниқлашга қаратилган. Терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган оқава сувларни тозалаш жараёнини фаоллаштириш учун, юқори молекуляр флокулянтлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Флокулянтнинг оптимал миқдори 0,0233 мг/л Cr^{3+} ни ташкил қилади.

Тажриба мақсадлари учун 4,37 г/дм³ га тенг оҳакнинг ҳисобланган миқдорини олинади, бу ўз навбатида қайта ҳисоблаганда 18 мл га тенг бўлиб, у учинчи гуруҳ тадқиқотларида яхши натижа кўрсатган ва тажриба давомида Cr ва Fe таркибини МРЭК стандартларига қадар қисқартирганлиги сабабли айнан шу миқдор танлаб олинди.

Тажрибани ўтказиш учун ҳар бири 500 мл ли цилиндрларга 300 мл миқдорида тайёрланган намунавий хром эритмаси, 120 мл темир таркибли реагент ва 18 мл 5-% ли оҳак сути қўшилди. Шунингдек иккинчи цилиндрга флокулянтнинг ҳисобланган дозаси - 0,01 мг/л миқдорида қўшилди.

4-жадвал

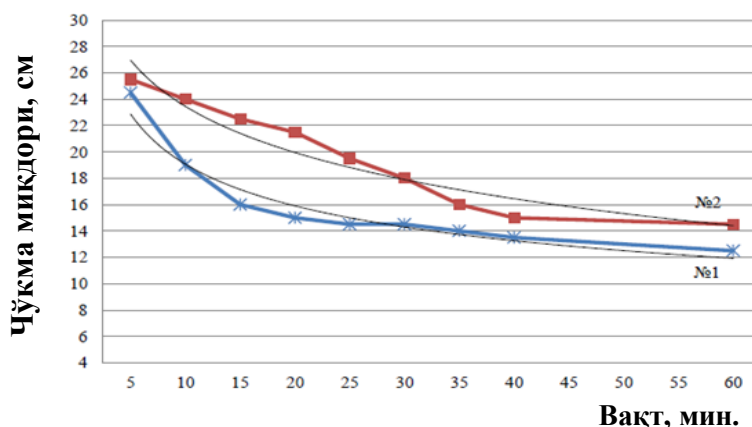
Ивиқлар ҳосил бўлиш жараёнининг асосий кўрсаткичлари

Кўрсаткичлар	Цилиндрлардаги кўрсаткичлар	
	1	2
Оҳак сути миқдори, мл	18	18
Флокуянт миқдори, мг/л	-	0,1
рН- муҳити	7-7,5	7-7,5

Тадқиқот жараёнида ҳосил бўлган чўкманинг ҳажми, ивиқларнинг табиати, сувнинг юқори қатламининг тиниқланиш тезлиги ва самарадорлиги, чўкманинг зичланиши қайд этилган. Ивиқлар ҳосил бўлиш жараёнининг асосий кўрсаткичлари 4-жадвалда келтирилган.

Чўкманинг ҳосил бўлиши ва сувни тиниқлаш графигига асосан, флокулянт қўшилган цилиндрда суспензия яхши тиниқлаш эффекти билан бир текисда жойлашади, лекин биринчи цилиндрга қараганда секинроқ. Бироқ, биринчи цилиндрда, чўкиш тезлигига қарамасдан, сувнинг тинган қисмида кичик ивиқ заррачалари муаллақ ҳолда қолади. Шунингдек, 8-

расмда келтирилгандек иккита цилиндрдаги чўкманинг тузилиши сезиларли даражада фарқланиши кўрсатилган.



8-расм. Ивиклар ҳосил бўлиши ва чўкиш жараёнининг бошланиши. 1-цилиндр флокулянтсиз. 2-цилиндр «Унифлок» флокулянти билан $D = 0,1$ мг/л

9-расм. Тўртинчи тадқиқот гуруҳидаги ивик парчаларини ҳосил қилиш ва чўктириш кинетикаси

1-цилиндр флокулянтсиз



2-цилиндр флокулянт билан $D = 0,1$ мг/л



1-цилиндр флокулянтсиз



2-цилиндр флокулянт билан $D = 0,1$ мг/л

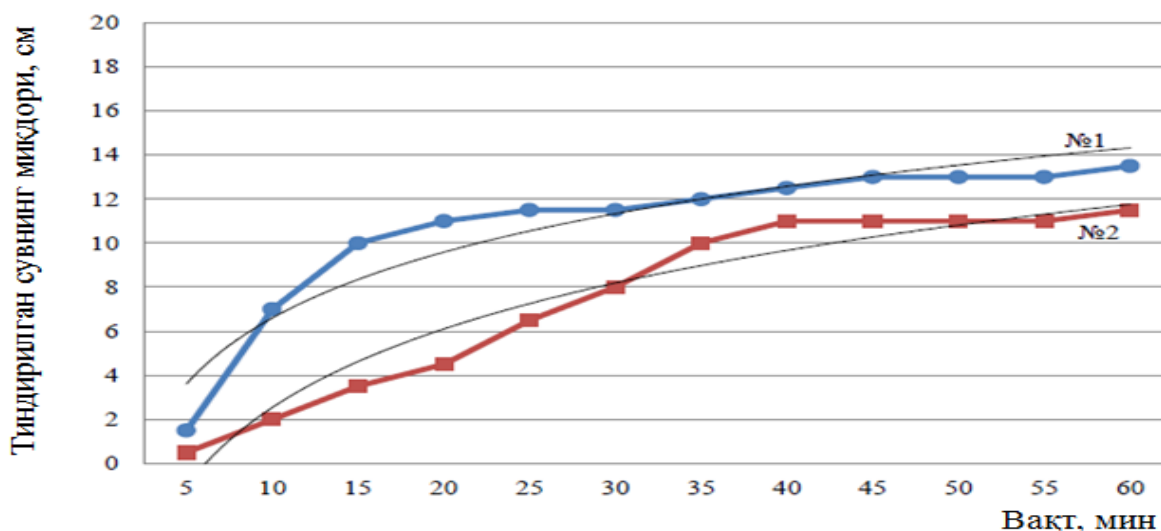


10-расм. Ивиклар ҳосил бўлиши ва чўкиш жараёни бошланганидан 10 минут ўтгач.

11-расм. Ивиклар ҳосил бўлиши ва чўкиш жараёнининг тугалланиши ($t=60$ мин)

Олиб борилган илмий тадқиқот натижаларига асосан 12-расмда сувнинг юқори қисмидаги тиниқлашиш графиги тузилди. Шунингдек, тиниқлаштирилган сувда Cr^{3+} ва Fe^{3+} миқдорини аниқлаш мақсадида кимёвий таҳлил учун намуналар олинди. Олинган натижалар 6-жадвалда келтирилган.

Кимёвий таҳлил натижаларига кўра (5-жадвал), шуни хулоса қилиш мумкинки, иккала цилиндрда ҳам Cr^{3+} ва Fe^{3+} нинг МРЭК талабигача концентрацияси пасайган флокулянт билан ишлов берилган цилиндрда Cr^{3+} ва Fe^{3+} нинг қолдиқ миқдори биринчи цилиндрдагидан кам натижани кўрсатади, бу оҳак дозасини оширмасдан чўкиш жараёнини интенсификация қилиш имкониятини кўрсатади



12-расм. Сувнинг юқори қисмидаги тиниқлашиш графиги

Тажриба натижаларига асосан, $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ майда заррачаларини чўктириш жараёнини фаоллаштириш учун «Унифлок» флокулянтдан фойдаланиш сувни тиниқлаштириш ва ҳосил бўлган чўкмани зичлашда ижобий кўрсаткичларни кўрсатади. «Унифлок» флокулянтнинг таъсири, айниқса, чўкмани сувсизлатириш аппаратларида ҳамда сувсизлантирилган чўкмани кейинги қайта ишлаш жараёнида сезиларли даражада самара беради.

5-жадвал

Тозаланган сув сифатининг кўрсаткичлари

Цилиндр рақами	Тозаланган сув сифатининг кўрсаткичлари					
	pH	MPЭЖ (pH)	Cr ³⁺ (мг/л)	MPЭЖ Cr ³⁺ (мг/л)	Fe ³⁺ (мг/л)	MPЭЖ Fe ³⁺ (мг/л)
1	7-7,5	6-9	0,46	0,5	0,3	0,3
2	7-7,5		0,42		0,28	

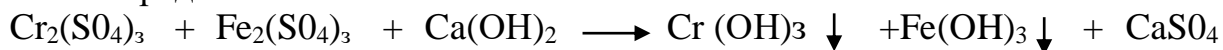
Диссертациянинг **Терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган хром таркибли оқава сувларни зарарсизлантириш технологияси такомиллаштириш** деб номланган тўртинчи бобида терини қайта ишлаб чиқариш корхоналарида ҳосил бўлган оқава сувларнинг таркибидаги хром бирикмалари юқори токсикологик хусусиятларга эга ҳисобланади, бу оқава сувларни талаб даражасида зарарсизлантиришнинг технологик жараёнларини такомиллаштириш эҳтиёжини туғдиради, бунда тозаланган сувнинг сифати ва иқтисодий самарадорлиги ёпиқ занжирли тизимда корхонада қайта фойдаланиш мумкинлиги ва тежамкор тизимларини яратиш талабларига жавоб бериши зарур ҳисобланади.

Ушбу тадқиқот томонидан таклиф этилаётган технологик жараён оқава сувларни қайта ишлатиш технологик эҳтиёжларга ва ишлаб чиқаришда турли заруратларга фойдаланиш имконини беради.

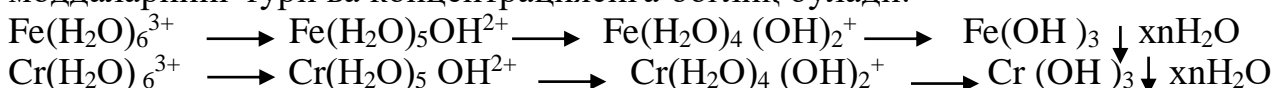
Терини қайта ишлаш корхоналарининг технологик эҳтиёжлари учун сув сарфини камайтириш ва коцероген оқава сувларни зарарсизлантириш учун маҳаллий тизимдан фойдаланган ҳолда сувнинг ёпиқ занжирли таъминотини яратиш лозим.

Сулфидлар ҳосил бўлган оқава сувга куллаш жараёнларидан тушади (1,04.16,1 г/л), уларнинг миқдори куллаш усулларига боғлиқ. Сулфидларнинг сезиларли миқдори куллашдан кейинги ювиш сувида ҳам мавжуд бўлади..

Хромли ва сулфидли оқава сувларни биргаликда чўктириш технологиясидан фойдаланган ҳолда сувсизлантириш бўйича экспериментал ишлар олиб борилди. Темирни ўз ичига олган реагентлардан фойдаланиш маҳсулотларнинг биргаликда чўкишини қуйидаги реакция орқали тезлаштиради:



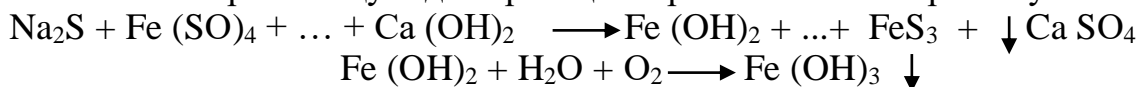
Ушбу биргаликда чўктиришда мураккаб физик-кимёвий жараёнлар содир бўлади, улар муҳитнинг рН даражасига, чўкиш вақтига, таркибий моддаларнинг тури ва концентрациясига боғлиқ бўлади:



$\text{Cr}(\text{OH})_3$ ва $\text{Fe}(\text{OH})_3$ нинг биргаликда чўкиши $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ни коагулант сифатида одатдагидан кўра камроқ миқдорда чўкма тушиш имконини беради. Реактивлар стеохиметрия талаб қилганидан камроқ миқдорда қўлланилади ва энг муҳими, Cr^{3+} нинг таркиби МРЭК дан сезиларли даражада паст бўлади. Бу тажрибалар билан ва адабиёт маълумотлари билан тасдиқланган.

Сулфидли оқава сувларни тозалаш жараёнлари рН 9-9,5 да олиб борилади, бунинг учун тизимга темир таркибли реагентлар қўшилгандан сўнг 5% оҳак сути ишлатилинади. Темир бирикмалари янги чўкмага эга FeS нинг юзаси билан ўзаро таъсир қилади ва $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ва FeS ни ўз ичига олган мураккаб таркибли чўкма ҳосил қилади.

Кимёвий жараённи қуйидаги реакциялар билан акс эттириш мумкин:



Оқава сувларни хром ионларидан тозалашнинг самарадорлиги ~ 100% ни ташкил етди. (Cr^{3+} нинг қолдиқ миқдори 0,004 мг/л дан кам). Сулфидлардан тозалаш самарадорлиги 99,9% ни ташкил этди ($\text{S}^{2-} = 0,017$ мг/л). Керакли миқдорда реактивларни ҳисоблаш стохиометрик коэффициентларни, маҳсулот сифатини ва қиздирилганда сувда эрувчанлигини ҳисобга олган ҳолда амалга оширилди.

Таклиф этилаётган технологик схема терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган оқава сувларини бўёқлардан, сирт фаол моддалардан (СФМ) ва оғир металллардан тозалаш учун мўлжалланган ва 100 000 мл дан кўп бўлмаган ККТ кўрсткичлари (кимёвий кислородга талаби) билан оқава сувларни тозалаш учун ишлатилиши мумкин $\text{O}_2/\text{л}$.

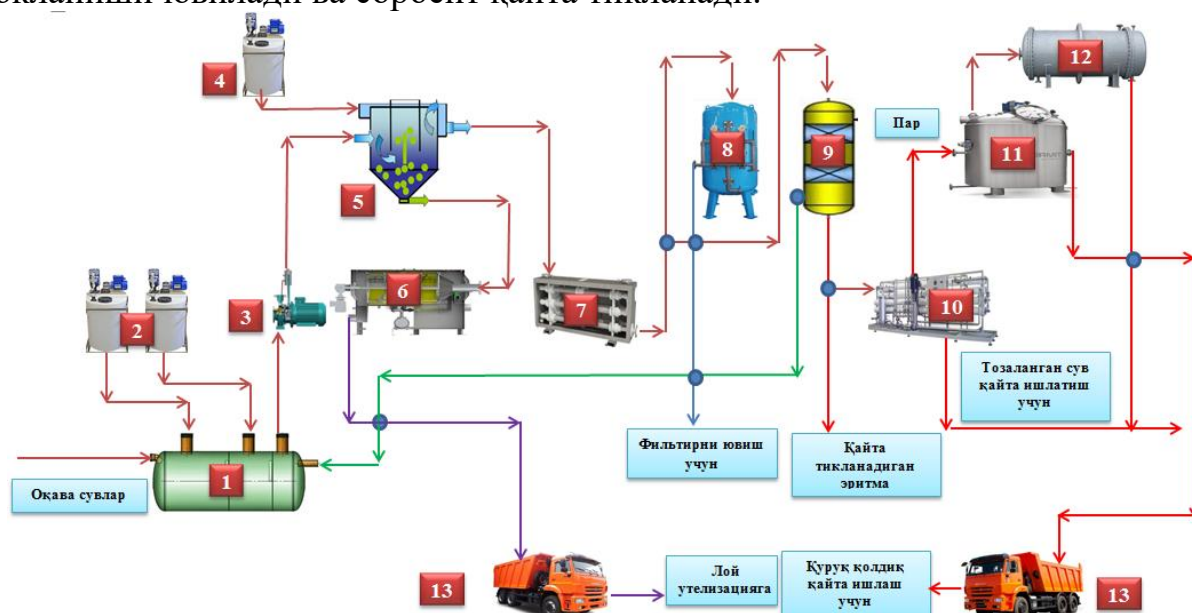
Терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган оқава сувларни самарали тозалаш қуйидаги таклиф этилаётган технологик жараён бўйича амалга оширилади (13-расм). Хромли оқава сувлар 1-позицияда жойлашган ўрталаштириш қурилмасига юборилади. Реагентлар оқава сувга 2-позицияда жойлашган маҳсус сифимдан юборилади, улар бўёқларнинг бўлиниши ва оксидланишига, комплекслар ҳосил бўлишига, оғир металллар, бўёқлар ва сирт фаол моддаларнинг коагуляцияси ва биргаликда чўкишига ёрдам беради. Шу билан бирга, рН муҳитини керакли қийматларга

мослаштирилади. Оқава сувлар ўрталаштирилгандан сўнг, 3-позицияда жойлашган КММ-Х маркали кимёвий насос ёрдамида оқава сув 5 позицияда жойлашган горизонтал тиндиргичга юборилади. Чўктириш жараёнини тезлаштириш учун бир вақтнинг ўзида 4 позицияда жойлашган сифимдан 0,1 % «Унифлок» флокулянти етказиб берилади. 5-позицияда жойлашган тиндиргичнинг конуссимон қисмида тўпланган чўкма лой 6 позицияда жойлашган сеткали барабан фильтирига сувсизлантириш учун юборилади. Сувсизланган лой утилизацияга филтрат эса қайта тозалаш учун 1-позициядаги ўрталаштириш сифимига юборилади.

Тиндиргичнинг юқори қисмидан тиндирилган сув 7-позицияда жойлашган «СТЕ» маркали электролизер ускунасига юборилади, бу ерда электр токи таъсирида қолган юқори молекуляр бўёқлар ва органик моддалардан қўшимча равишда тозаланилади. Бундан ташқари, сув майда коллоид заррачалардан 8 позицияда жойлашган «ФЗГИ-2» маркали босимли филтёрларда тозаланади. 9 позицияда жойлашган «ФИП» маркали адсорберда паст молекуляр оғирликдаги органик бирикмалардан тозаланилади. Тозаланган сув 10 позицияда жойлашган тескари осмосли ажратиш мосламасига юборилади, бу ерда сувни қолдиқ тузсизлантириш, бўёқларнинг қолган қисми, сирт фаол моддалар, оғир металл тузларидан тозаланилади, шундан сўнг тозаланган сув ишлаб чиқаришга юборилади.

Тозаланган сув ишлаб чиқариш жараёнларида қайта ишлатишга имкон берадиган даражада амалга оширилади. Концентрат 11-позицияда жойлашган буғланиш мосламасига юборилади, шундан сўнг қуруқ қолдиқ утилизация ёки регенерация учун юборилади. Буғланиш жараёнида ҳосил бўлган конденсат 12-позицияда жойлашган «ОГ-24» русумли конденсат совутгичига юборилади, тозаланган сув билан аралаштирилади ва ишлаб чиқариш жараёнларида ишлатилади.

Мембранани қайта тиклаш учун кимёвий ювиш махсус эритма билан амалга оширилади. Вақти-вақти билан босимли филтёрларнинг гранулали юкланиши ювилади ва сорбент қайта тикланади.



13-расим. Терини қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлган оқава сувларни тозалашнинг технологик схмаси

Ювиш суви ва қайта тикланадиган эритмалар 1-позициядаги дастлабки оқава сув билан аралаштирилади. Технология бошланғич оқава сувнинг таркибига қараб жараённинг алоҳида босқичларини истисно қилишни таъминлайди.

Терини қайта ишлаш жараёнида ҳосил бўлган оқава сувларини тозалаш технологияси бўёқлар, сирт фаол моддалар, оғир металллар учун 98-99%, ККТ учун - 92% тозалаш даражасини таъминловчи ёпиқ айланма сув таъминоти тизимига эга экологик тоза ишлаб чиқаришни яратишга имкон беради. Тозаланган сувни қайта ишлатиш даражаси - камида 95% ташкил этади.

ХУЛОСАЛАР

1. Мазкур илмий тадқиқод ишида таркибида хром бўлган оқава сувларнинг атроф-муҳитга таъсири ўрганилди ва уларнинг сув ҳавзаларига юборилиши асосий манбалари аниқланди. Оқава сувларда хром (III) нинг мавжудлиги биологик тозалаш жараёнига салбий таъсир қилади ва хром (III) нинг сув ҳавзаларига юборилиши уларнинг гидробиологик режимини сезиларли даражада бузади, шунинг учун хром ўз ичига олган оқава сувларнинг ҳатто кичик ҳажмдаги оқава сувлари маиший канализация ва тўғридан-тўғри сув ҳавзаларига юборилиши қатъиян мумкин эмаслиги аниқланди.

2. Хром таркибли оқава сувларни тозалашнинг мавжуд усуллари уларни саноат корхонасида ҳосил бўладиган бошқа турдаги оқава сувлар билан биргаликда тозалашни, кейинчалик тозаланган сувни технологик жарёнда фойдаланиш ҳамда ҳосил бўлган лойни иккиламчи маҳсулот сифатида ишлатишни ўз ичига олади.

3. Мазкур илмий тадқиқод ишини олиб бориш давомида тўртта тадқиқот гуруҳи ўтказилди, уларнинг натижаларига кўра қуйидагилар аниқланди: хром (III) ва темир (III) гидроксидни биргаликда чўктириш учун оптимал рН қиймати, оҳак сутининг керакли концентрацияси. Шунингдек, ҳосил бўлган суспензиянинг табиати ва унинг гравитацион чўкиши, флокулянтлар ёрдамида чўкиш жараёнини тезлаштириш имконияти ҳақидаги маълумотлар олинган.

4. Ушбу тадқиқотда ишлаб чиқариш жараёнида ҳосил бўлган хромли оқава сувларни зарарсизлантириш технологияси хром (III) ва темир (III) ионларин оҳак сути ёрдамида гидроксид ҳолатига рН ни 8-9 оралиғида олиб боришни ҳамда маҳаллий «Унифлок» флокулянтини қўшилиши билан чўкиш жараёнини тезлаштирилиши аниқланди.

5. Тақдим этилаётган технология терини қайта ишлаш жараёнида ҳосил бўлган оқава сувни хром (III) дан биргаликда чўктириш усули ёрдамида тозалаш учун берилган оқава сувнинг бошланғич ҳажмининг 80% гача бўлган миқдорда қайта ишланган сувни олиш, кейинчалик корхона эҳтиёжлари учун қўшимча технологик мақсадларда фойдаланиш имконини беради. Ушбу технология, шунингдек, қайта ишланиши мумкин бўлган хром ўз ичига олган қолдиқларни ишлаб чиқаришни таъминлайди, тегишли қайта ишлашдан сўнг, ишлаб чиқариш жараёнларида ёки тижорат маҳсулоти сифатида қайта ишлатилиши мумкин.

6. Мазкур тозалаш технологияси иқтисодий ва экологик жиҳатдан самарали бўлиб, бунда К мезони 0,2 ташкил этади. Тозалаш иншоотлари иккиламчи маҳсулотларни алоҳида ишлаб чиқариш сифатида қаралади. Иқтисодий кўрсаткичлар бўйича тозалаш тизимларининг унумдорлигига қараб 4,01 дан 2,11 йил оралиғида бўлади.

7. Турли қувватдаги тозалаш иншоотлари учун капитал ва эксплуатация харажатлари аниқланди, бу ишлаб чиқилган технологияни чарм саноати корхоналарида жорий этиш имконияти ва зарурлигига ҳолис баҳо бериш имконини берди. Энг оптимал қувватлар 50 м³/соат дан 200 м³/соат оралиғида бўлиши аниқланди. Ушбу диапазондаги тузилмаларни қоплаш муддати 2,08 дан 2,35 йилгача. 5 м³/соатдан дан 50 м³/соатгача бўлган маҳсулдорлик 3,02 дан 4,01 йилгача ўзини оқлаш муддатига эга эканлиги аниқланди.

8. Терини қайта ишлаш «ULKAN LAZIZ» ОАЖ корхонасида 2025 йилнинг 24 март кунидан 28 март кунига қадар ҳамда «GLOBAL AVANGARD TECHNOLOGY» ОАЖ корхонасида ҳосил бўлган оқава сувларининг таркибидаги Cr⁺³ ионларидан тозалаш технологиясини такомиллаштириш бўйича 2025 йилнинг 03 апрель кунидан 18 апрель кунига қадар саноат тажриба синовлари олиб борилди. Бунда таклиф этилаётган такомиллаштирилган технологик жараённинг юқори самарадорлигига эришилиши исботланди ва тегишли маълумотномалар белгиланган тартибда рамийлаштирилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc 30/2025.27.12.К/Т.01.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

МУХАМЕДОВ ЖАМОЛИДДИН КАБИЛДЖАНОВИЧ

**ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ХРОМОСОДЕРЖАЩИХ
СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА КОЖЕВЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ, С ПОМОЩЬЮ МЕСТНЫХ ФЛОКУЛЯНТОВ.**

**11.00.05 - Охрана окружающей среды и рациональное использование природных
ресурсов.**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ХИМИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по химическим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером в B2025.3.PhD/K1058.

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-страница Научного совета по адресу: www.tktiti.uz и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziynet.uz.

Научный руководитель: Турабджанов Садриддин Махаматдинович
доктор технических наук, профессор, академик

Официальные оппоненты: Кучаров Бахром Хайриевич
доктор технических наук, профессор

Кулматов Рашид Анорович
доктор химических наук, профессор

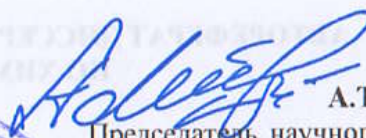
Ведущая организация: Наманганский государственный технический университет


Защита диссертации состоится «21» 05 2026 года в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc 30/2025.27.12.K/T.01.01 при Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии (адрес: 111116, Ташкентская область, Ташкентский район, ул. Шурабазар. Тел.: (99895) 144-67-83; E-mail: ooo_thiixt@mail.ru. TKTITI@exat.uz).

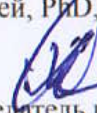
Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии за № 2026/24 с которой можно ознакомиться в ИРЦ. (111116, Ташкентская область, Ташкентский район, ул. Шурабазар, тел.: (99895) 144-67-83; E-mail: ooo_thiixt@mail.ru. TKTITI@exat.uz).

Автореферат диссертации разослан «04» 05 2026 года.
(протокол рассылки № 2026/24 от «04» 05 2026 года).




А.Т. Джалилов
Председатель научного совета по присуждению учёных степеней, д.х.н., профессор, академик


Ш.Д. Ширинов
Ученый секретарь научного совета по присуждению учёных степеней, PhD, тех с.н.с.


Х.С. Бекназаров
Председатель научного семинара при научном совете по присуждению учёных степеней, д.т.н., проф

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В последние годы в мире защита здоровья всех слоев населения в области охраны окружающей среды приобретает все большее значение. С ростом спроса на развитие промышленности и техносферы, сточные воды, вредные газы и пыль, а также различные виды отходов, образующиеся на различных производственных предприятиях, вызывают загрязнение окружающей среды, превышение предельно допустимых концентраций канцерогенных ионов металлов и других видов химических соединений в атмосфере, гидросфере и литосфере. В связи с этим, поддержание чистоты окружающей среды на должном уровне, эффективное совершенствование процессов очистки промышленных сточных вод, образующихся на производственных предприятиях, и разработка замкнутых систем водоснабжения приобретают важное значение.

В мире ведутся научные исследования по разработке методов очистки сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, до предельно допустимых концентраций. Особое внимание уделяется использованию механических, химических, физико-химических и биохимических методов, позволяющих очищать воду до уровня ниже установленных норм. Также активно разрабатываются и тестируются технологии для ускорения обезвреживания отходов, образующихся в процессе очистки.

В нашей республике достигаются определенные научные и практические результаты не только в повышении уровня очистки, но и в совершенствовании и упрощении технологических процессов, разработанных на основе экологически чистого и дешевого местного сырья. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы определены «Приоритетные направления развития экономики» и поставлены важные задачи по «дальнейшему ускорению производства готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов, созданию качественно новых продуктов и технологий»¹. В этом направлении важное значение приобретает разработка новых эффективных технологических процессов путем внедрения на производственных предприятиях новых высокоэффективных, малостадийных, непрерывных процессов очистки промышленных сточных вод с использованием местных реагентов, позволяющих снизить энергетические и капитальные затраты.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служат выполнению задач, поставленных в Указах Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 "О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы" и от 30 октября 2019 года № ПФ-5863 "Об утверждении Концепции охраны окружающей среды Республики Узбекистан до 2030 года", в Постановлениях от 2 декабря 2022 года № ПК-436

¹.Указах Президента Республики Узбекистан № ПФ-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

до 2030 года", в Постановлениях от 2 декабря 2022 года № ПК-436 "О мерах по повышению эффективности реформ, направленных на переход Республики Узбекистан к "зеленой" экономике до 2030 года", от 25 октября 2018 года № ПК-3983 "О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан", от 17 января 2018 года № ПК-3479 "О мерах по стабильному обеспечению отраслей экономики страны востребованной продукцией и видами сырья", а также в других нормативно-правовых актах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с VII приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

Степень изученности проблемы. В мире существует множество зарубежных ученых, которые занимались разработкой технологии для улучшения процессов очистки промышленных сточных вод с помощью водорастворимых полиэлектролитов-флокулянтов в том числе, М. Канско, Е.Цухида, П.А.Рабиндер, Ю.Г.Фролов, Е.Е.Ергожин, Ю.С.Липатов, А.И.Русанов А.А.Абрамзон, И.М.Паписов, А.Б.Зезин, Е.А.Бектуров, К.Б.Мусабеков, С.Б. Айдарова, В.Н.Измайлова, Л.В.Гандурина, В.А.Колесников, М.Хенце, Т.И.Холтурина, Б.П. Кондаурова, В.И.Аксенова. Проводились и проводятся активные исследования в научных школах других крупных ученых.

В Узбекистане по совершенствованию процессов очистки промышленных сточных вод под руководством академика К.С.Ахмедова создана научная школа, представителями которой являются: Е.А.Арипов, Ф.Л.Глекель, С.С.Хамроев, С.Н.Аминов, А.А.Агзамходжаев, С.М. Туробжонов, И.К.Сатаев, Х.И.Акбаров, У.К.Ахмедов, С.А.Абдурахимов, Х.А.Абдурахимов, М.М.Ниязова, Ш.А.Муталов, И.Д.Ишметов, Д.С.Салиханова, Ш.А.Кулдашева, А.А.Кадиров, К.М.Адилова, К.Г.Мухамедов и другие ученые проводят научные исследования по созданию эффективных и малоотходных технологии очистки промышленных сточных вод и обезвреживания отходов.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии тематического плана научно-исследовательских работ кафедры «Промышленная экология» Ташкентского химико-технологического института на 2020-2024 годы по теме «Очистка промышленных сточных вод физико-химическим методом».

Цель исследования заключается в совершенствовании процесса очистки хромсодержащих сточных вод, образующихся на кожевенных предприятиях, с использованием местных флокулянтов.

Задачи исследования:

изучение оптимальных условий очистки сточных вод, содержащих ионы хрома III, образующихся на кожевенных предприятиях;

изучение технологических процессов очистки сточных вод, содержащих ионы хрома III;

выявление замкнутых систем водоснабжения на кожевенных предприятиях;

нейтрализация сточных вод, содержащих ионы хрома III, в присутствии Fe_2SO_4 и расчет экспериментальных данных математическим методом;

усовершенствование технологии очистки сточных вод, содержащих ионы хрома III, с использованием местного полиэлектролита-флокулянта «Унифлок».

Объект исследования рассматриваются сточные воды, содержащие ионы хрома III, образующиеся на кожевенных предприятиях.

Предмет исследования являются физико-химические показатели сточных вод, обработанных водными растворами Fe_2SO_4 и CaO и местным полиэлектролитом-флокулянтом «Унифлок», дифрактограммы структурного строения отходов, аспекты совершенствования процесса очистки сточных вод.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы методы математической статистики с использованием прикладных программ ИК-спектроскопии, фотометрической, физической и коллоидно-химической, рентгенофазовой и полиномиальной регрессии.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определены оптимальные условия нейтрализации сточных вод, содержащих ионы Cr^{3+} , кожевенных предприятий с использованием водных растворов Fe_2SO_4 и CaO ;

влияние скорости осаждения, осветление и фильтрации, pH-среды сточных вод и концентрации ионов Cr^{3+} на эффективность очистки;

с помощью флокулянта серии «Унифлок» и водных растворов Fe_2SO_4 и CaO сточные воды эффективно очищены, образующиеся при обработке кожи, от ионов Cr^{3+} и взвешенных частиц, а также усовершенствована замкнутая система водоснабжения;

установлено, что местный полиэлектролит серии «Унифлок» ускоряет процесс осаждения взвешенных частиц в сточных водах, образующихся при обработке кожи, в 8-10 раз;

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

определены оптимальные условия использования отечественного полиэлектролита-флокулянта серии «Унифлок» при очистке сточных вод, образующихся на кожевенных предприятиях;

совершенствование технологии очистки сточных вод от ионов Cr^{3+} и другими химическими соединениями, достигнуто с использованием местных реагентов и оборудования.

разработана эффективная технология очистки сточных вод, содержащих ионы Cr^{3+} , реагентным методом и создания замкнутой системы водоснабжения.

Достоверность результатов исследования подтверждается современными физико-химическими методами как ИК-спектроскопия, фотометрии, рентгеноструктурного анализа, спектрофотометрии, результаты анализа основаны на фактах проведения лабораторных экспериментов и опытно-промышленных испытаний, полученные результаты подтверждены

методом математической модели сточных вод процесса очистки и сравнивались с классическими методами обработки объектов окружающей среды.

Практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследований объясняется ускорением процессов седиментации с образованием крупных агрегатов за счет флокуляционного эффекта применения местного полиэлектrolита-флокулянта «Унифлок» в процессах осаждения взвешенных частиц в сточных водах, образующихся при кожевнном производстве. обработка.

Практическая значимость результатов научных исследований заключается в том, что в сточных водах кожевнного производство, содержащее ионы Cr^{3+} , на основе местной продукции химической промышленности республики служит решению задач эффективной очистки сточных вод реагентным методом. и организация замкнутой системы водоснабжения.

Внедрение результатов исследований:

на основе полученных научных результатов по усовершенствованию технологии очистки сточных вод кожевнных предприятий с использованием отечественного полиэлектrolита-флокулянта серии «Унифлок»:

технология очистки сточных вод кожевнного производства от ионов Cr^{3+} была высоко оценена в практическом плане ООО «ULKAN LAZIZ» и ООО «GLOBAL AVANGARD TECHNOLOGY», включена в перечень перспективных разработок для внедрения на 2025–2026 годы и оформлена соответствующей справкой в установленном порядке. По результатам проведённых опытно-промышленных испытаний установлено, что применение флокулянтов серии «Унифлок» и ПАА обеспечивает эффективное снижение содержания тяжёлых металлов в сточных водах, в частности ионов хрома (Cr^{3+}), и подтверждает высокую эффективность технологического процесса очистки.

В результате внедрения данной технологии обеспечивается очистка сточных вод кожевнного производства до нормативных требований, снижение негативного воздействия на окружающую среду и рациональное использование природных ресурсов. Кроме того, появляется возможность повторного использования очищенной воды в производственном цикле, что позволяет организовать замкнутую систему водооборота на предприятиях, повысить экономическую эффективность и обеспечить экологическую устойчивость производства.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований обсуждены на 8 научно-практических конференциях, в том числе 3 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 20 научных работ, из них 7, в том числе в 2 национальных 1 скопус и 4 международных журналах, опубликованы в изданиях, рекомендованных к публикации основных научных результатов докторских диссертаций (PhD). Высшей аттестационной комиссии Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения,

четерех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составил 128 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ.

Во введении обосновываются актуальность и необходимость проводимых исследований, описываются цель, задачи, объекты и предметы исследований, а также показывается их совместимость с приоритетными направлениями развития науки и техники Республики Узбекистан. Описаны научная новизна, практические результаты исследования, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, представлены сведения о внедрении результатов исследования на практику, опубликованные научные работы и структура диссертации

В первой главе диссертации, озаглавленной «**Методы очистки хромсодержащих сточных вод, образующихся на кожевенных предприятиях**» дан анализ современного состояния опасных источников кожевенных предприятий, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, и основных рисков, связанных их влияние на различные водоемы.

В проанализированной литературе известны различные методы эффективной очистки сточных вод, образующихся при обработке кожи, и обеспечения замкнутой системы водоснабжения, но они мало изучены.

Во второй главе диссертации под названием «**Объекты исследования и классификации используемых местных химических реагентов и вторичных продуктов**» представлены объекты исследования, а также физико-химические и химические свойства первичного сырья и полупродуктов: рН сточных вод, содержащих Cr^{3+} , производимого на кожевенных предприятиях, представлен аналитический обзор научно-исследовательских работ в области обеззараживания сточных вод, содержащих ионы Cr^{3+} , а также образующихся вторичных отходов с целью выбора оптимальных по стоимости режимов очистки, уровень седиментации, отстаивания и фильтрации, начальную концентрацию ионов Cr^{3+} . Представлен аналитический обзор.

Объяснены физико-химические параметры сточных вод, обработанных растворами «Унифлок», «Полиакриламид», Fe_2SO_4 , дифрактограммы структурного строения образующихся отходов и другие современные методы анализа.

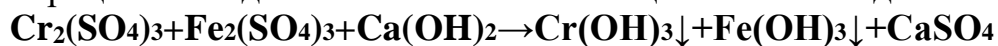
В третьей главе диссертации, озаглавленной «**Очистка хромовых сточных вод, образующихся на кожевенных предприятиях**», для эффективной очистки сточных вод, содержащие ионы Cr^{3+} , при обработке кожи и выбора наиболее оптимального и подходящего метода нейтрализации соответствовали нижеследующим требованиям:

- простота технологии очистки сточных вод;
- возможность автоматизации процесса очистки;
- снижение концентрации содержания Cr^{3+} на выходе с очистных сооружений менее $0,5 \text{ мг/дм}^3$;
- возможность повторного использования очищенной воды в

технологическом процессе;

- возможность восстановления хромосодержащих реагентов для повторного использования в технологических процессах, либо получение товарного продукта.

В данной научно-исследовательской работе предлагается разработать технологию эффективной очистки хромосодержащих сточных вод, образующихся на кожевенных предприятиях, с использованием местных коагулянтов и флокулянтов с созданием замкнутой системы водоснабжения. Использование железосодержащих коагулянтов в определенной степени ускоряет процесс осаждения взвешенных частиц в сточных водах.



Процесс соосаждения зависит от pH среды, времени осаждения и концентрации комплексообразующих веществ.

По данным, представленным в литературе, при совместном использовании $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и $\text{Fe}(\text{OH})_3$ в процессе очистки воды можно получить меньшее количество осадка, чем обычно, а при совместном использовании $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ используется отдельно, наблюдается обратный процесс. Реагенты применяют в количествах, меньших, чем требуется по стехиометрии, а снижение содержания ионов Cr^{3+} в воде достигается в количествах, меньших предельно допустимой концентрации (ПДК).

Очистные сооружения, направленные на удаление Cr^{3+} из сточных вод должны включать в себя:

- усреднение сточных вод для выравнивания качественных и количественных показателей;
- предварительная очистка от крупных частиц;
- отделение масел, шерсти и других частиц, плавающих на поверхности воды;
- совместное использование реагентов CaO и $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ в процессе очистки воды;
- использование флокулянтов для эффективной очистки сточных вод;
- обезвоживание и переработка осадков, образующихся после очистки воды;

Целью проведенных четырех групп экспериментальных исследований является определение оптимального значения pH среды для соосаждения $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и $\text{Fe}(\text{OH})_3$, необходимой концентрации $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и определение его состава. Полученная суспензия и ее гравитационное осаждение, а также возможность ускорения процесса осаждения с использованием местного флокулянта серии «Унифлок».

Первая группа исследований.

Для проведения исследования была подготовлена модель хромосодержащих сточных вод, образующихся на кожевенных предприятиях, содержащих $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$.

Концентрация хрома (III) в приготовленном рабочем растворе, составляющая 4 г/дм³, была выбрана с учетом наиболее неблагоприятных условий для канализационных систем кожевенных производств. Для этого к 1 литру воды добавляли 19,23 грамма шестиводного сульфата хрома и тщательно перемешивали.

Характеристики приготовленных рабочих растворов приведены в таблице 1. Дозировки данных рабочих растворов были рассчитаны по стехиометрическим коэффициентам на основе следующего уравнения реакции:

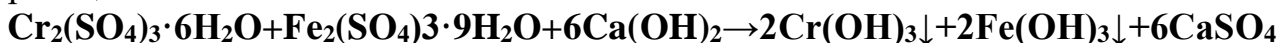


Таблица 1

Характеристики подготовленных растворов.

№ п.п.	Рабочие растворы	рН-среда	Концентрация г/л
1.	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$	2,5	4
2.	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	1,5	10

Из уравнения видно, что для связывания 1 г хрома (III) понадобится около 1,1 г железа и 0,88 г извести. При концентрации хрома (III) 4 г/дм³ для его осаждения уйдет эквивалентное количество $1,1 \cdot 4 = 4,4$ г/дм³ железа или 440 мл раствора сульфата железа (III) с концентрацией 10 г/дм³ в пересчете на железо (III) на 1 дм³ хромового раствора. А также $0,89 \cdot 4 = 3,56$ г/дм³ $\text{Ca}(\text{OH})_2$, (используемый раствор CaO составляет 102 мг/л.)

Первый и второй цилиндр к 100 мл хромового раствора было добавлено 44 мл раствора $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Реакции не наблюдается, рН раствора была равна к 2. График изменения рН среды раствора от количества введенной извести приведен на рисунке 1 и 2.

Процесс образования осадка начинается при рН = 5,5 и количестве извести 3 мл, в пересчете доза извести составила $3 \cdot 102 / 100 = 3$ г/дм³. Осветление воды и активное выпадение осадка происходит при рН=6,5 и соответствующем количестве извести 5 мл, в пересчете доза извести составила $5 \cdot 102 / 100 = 5,1$ г/дм³.

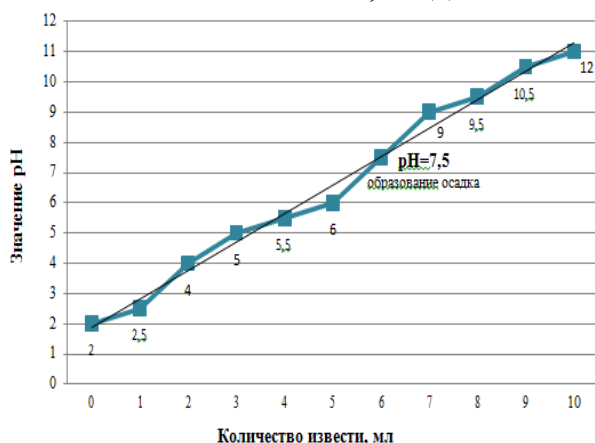


Рис. 1. График изменения значения рН раствора от дозы извести (для первого цилиндра)

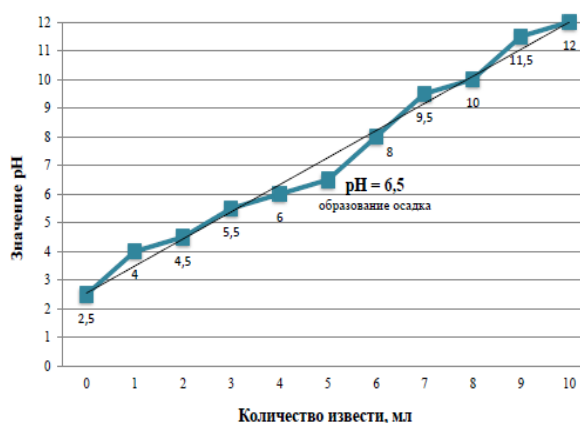


Рис. 2. График изменения значения рН раствора от дозы извести (для второго цилиндра)

Согласно представленному графику, процесс образования осадка начинается при рН 5,5 и составляет 3 мл известкового молока. При пересчете на количество известкового молока это соответствует 3 г/дм³ $3 \cdot 102 / 100 = 3$ г/дм³. Дальнейшее ускорение процесса образования осадка и осветления суспензии наблюдается при рН 6,5 и добавлении 5 мл известкового молока, что при пересчете составляет $5 \cdot 102 / 100 = 5,1$ г/дм³.

Вторая группа исследований.

Для исследования были выбраны цилиндры объемом 250 мл. Моделируемый хромосодержащий сток с концентрацией 4 г/дм³. Вспомогательный железосодержащий сток с концентрацией 10 г/л. Вторая группа исследований была направлена на изучение и сравнение процессов осаждения хрома и со осаждения хрома с железом при оптимальных дозах извести, определенных в первой группе исследований.

В первый и второй цилиндр было добавлено 100 мл хромового раствора и 44 мл 5% ный раствор Fe₂(SO₄)₃ и извести в количестве 4,37 г/дм³, что в пересчете составляет 6 мл.

Для вычисления процентного отношения объема образуемого осадка относительно исходного объема стока были проведены вычисления относительно геометрических размеров цилиндров и составлена следующая формула:

$$V_{\text{осад}} = \frac{\pi \cdot d^2 h}{4 \cdot V_{\text{исх}}} \cdot 100 \%$$

Где: $V_{\text{осад}}$ - объем образуемого осадка относительно от исходного объема стока, %;

d - диаметр цилиндра, см;

h - высота образуемого осадка в цилиндре, см.

Для построения графика кинетики осаждения, данные о количестве осадка были переведены в процентное соотношение и занесены в таблицу 2. Для вычисления процентного отношения объема образуемого осадка относительно исходного объема стока были проведены вычисления относительно геометрических размеров цилиндров и составлена следующая формула:

Где: $V_{\text{осад}}$ - объем образуемого осадка относительно от исходного объема стока, %;

d - диаметр цилиндра, см;

H - высота образуемого осадка в цилиндре, см.

Таблица 2

Необходимые данные об объеме осадка в цилиндрах в процентном соотношении

Время осаждения	Количество осадка в цилиндрах, %	
	1	2
0 мин	100	100
5 мин	76	96
10 мин	63	91
15 мин	56	82
20 мин	53	77
25 мин	49	72
30 мин	49	72
35 мин	49	72
40 мин	46	67
60 мин	36	53



Рис.3. 5 минут с начала процесса осаднения.



Рис 4. Окончание процесса осаднения (t = 60 минут)

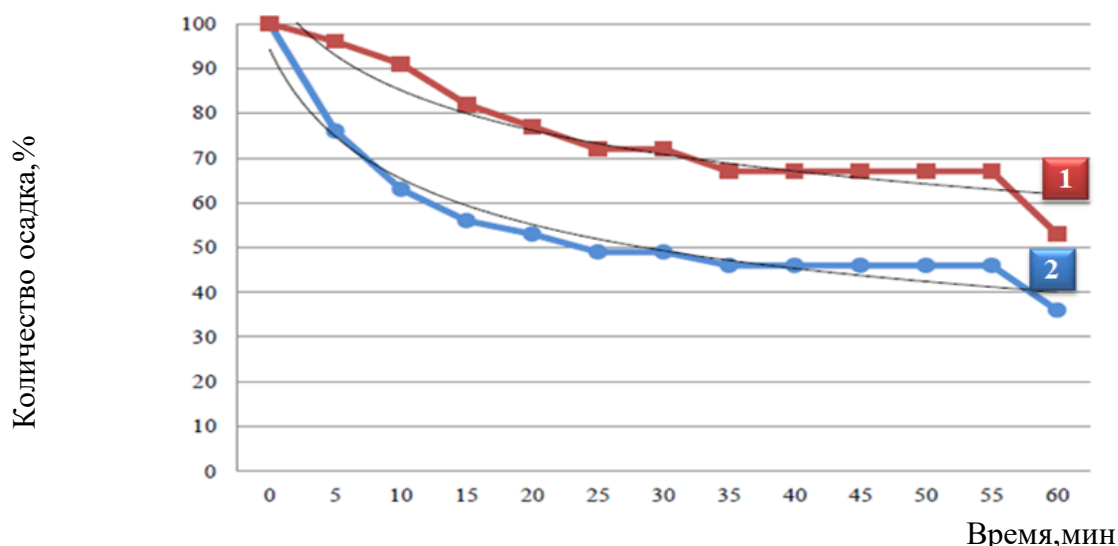


Рис.5. Кинетика осаднения и образования осадка второй группы исследований

На основании табличных данных №-2 построены графики образования осадка, показанные на рисунке 5. Они демонстрируют, что образование и уплотнение осадка во втором цилиндре происходит более интенсивно. График показывает, что основная часть осадка образуется в первые пять минут, а затем начинается его уплотнение. Согласно рисунку 4, уплотнение осадка во втором цилиндре на 20% эффективнее, чем в первом.

Таким образом, на основании результатов исследований данной группы можно сделать вывод, что предлагаемый метод совместного осаднения $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и $\text{Fe}(\text{OH})_3$ наиболее приемлим для очистки сточных вод кожевенных производств от Cr^{3+} и что её эффективность подтверждена экспериментально.

Третья группа исследований.

Данная группа исследования направлено на оптимизацию количества известкового молока и изучение процесса совместного осаднения. На основе полученных данных были составлены таблицы, описывающие процесс

образования взвешенных частиц в течение 60 минут, а также построены графики кинетики осаждения взвешенных частиц и уплотнения осадка. Количество извести, принятое за 100%, составляет 4,37 г/дм³, а исследуемые количества составляют соответственно 70% - 3 г/дм³, 90% - 3,9 г/дм³, 110% - 4,8 г/дм³ и 130% - 5,7 г/дм³. Для эксперимента в каждый цилиндр добавляли 300 мл хромового раствора и 120 мл реагента, содержащего железо.

Данные по объемам образующихся осадков и кинетике осаждения приведены в таблице 3.

Таблица 3

Основные показатели процесса хлопьеобразования

Показатель	Значение показателя в цилиндрах №				
	1	2	3	4	5
Доза извести, мл	18	20	23,5	16	10,5
pH- среда	7	7,5	8	6	5,5

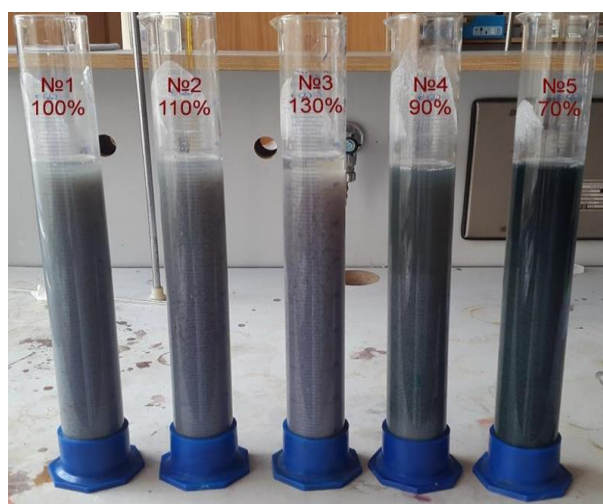


Рис. 6. Начало процесса осаждения.

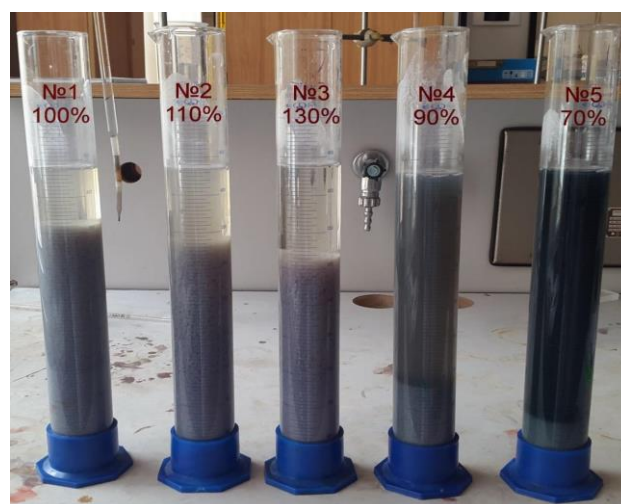


Рис. 7. 15 минут с начала процесса осаждения

Четвертая группа исследований.

Четвертая группа исследований ставит перед собой цель определить возможность ускорения процесса осаждения с использованием местных флокулянтов. Для интенсификации очистки сточных вод, образующихся на предприятиях кожевенной производства целесообразно применять высокомолекулярные флокулянты. Оптимальная дозировка флокулянта составляет 0,0233 мг/л Cr³⁺.

Для целей эксперимента берется расчетное количество извести, равное 4,37 г/дм³, что при пересчете составляет 18 мл. Именно это количество было выбрано, поскольку оно показало хорошие результаты в исследованиях третьей группы и позволило снизить содержание хрома и железа до стандартов ПДК в ходе эксперимента.

Для проведения эксперимента в цилиндры объемом 500 мл каждый было добавлено по 300 мл подготовленного модельного раствора хрома, 120 мл реагента, содержащего железо, и 18 мл 5%-ного известкового молока. Во

второй цилиндр также была добавлена рассчитанная доза флокулянта – 0,01 мг/л.

В ходе исследований фиксировался объем образуемого осадка, характер хлопьев, скорость и эффективность осветления верхнего слоя воды, уплотнение осадка. Основные показатели процесса хлопьеобразования приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Основные показатели процесса хлопьеобразования

Показатели	Значение показателя в цилиндрах	
	1	2
Доза извести, мл	18	18
Доза флокулянта, мг/л	-	0,1
pH- среда	7-7,5	7-7,5

По графику образования осадка и осветления воды можно сделать вывод, что в цилиндре с флокулянтом взвесь осаждается равномерно с хорошим эффектом осветления, но медленнее, чем в первом цилиндре. Однако в первом цилиндре, несмотря на скорость осаждения, надосадочный слой содержит мельчайшие взвешенные частицы.



Рис.8.Начало процесса хлопьеобразования и осаждения, 1-цилиндр без флокулянта. 2-цилиндр с флокулянтом серии «Унифлок» D= 0,1 мг/л.

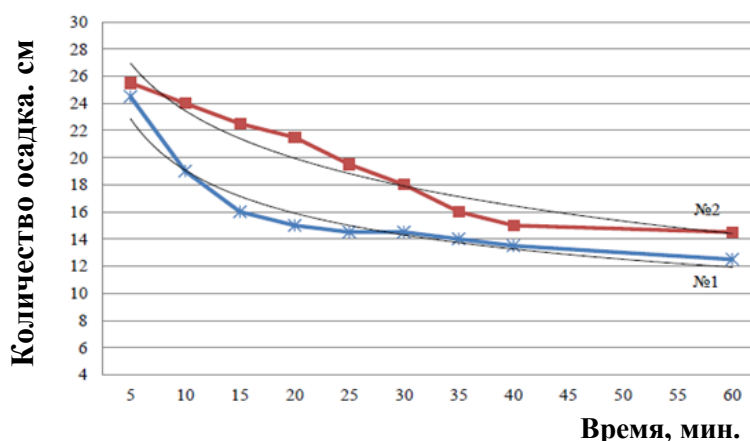


Рис. 9.. Кинетика образования и осаждения хлопьев осадка четвертой группы

По результатам опыта был составлен график осветления надосадочного слоя воды, который приведен на рисунке 12. А также были отобраны пробы для химического анализа на содержание в осветленной воде Cr^{3+} и Fe^{3+} . Полученные результаты приведены в таблице 5.

По результатам химического анализа (см. таблицу 5) можно сделать вывод, что в обоих цилиндрах произошло снижение концентрации Cr^{3+} и Fe^{3+} до ПДК, при этом в цилиндре с флокулянтом остаточное содержание Cr^{3+} и Fe^{3+} меньше, чем в первом цилиндре, что говорит о возможности интенсификации процесса осаждения без увеличения дозы извести.

1-цилиндр
Без флокулянта



2-цилиндр с
флокулянтom
«Унифлок» Д = 0,1
мг/л



1-цилиндр
Без флокулянта



2-цилиндр с
флокулянтom «Унифло
к»
Д = 0,1 мг/л



Рис.10. 10 минут после начала процесса
хлопьеобразования и осаднения

Рис.11 Окончание процесса
хлопьеобразования и осаднения (t=60
мин)

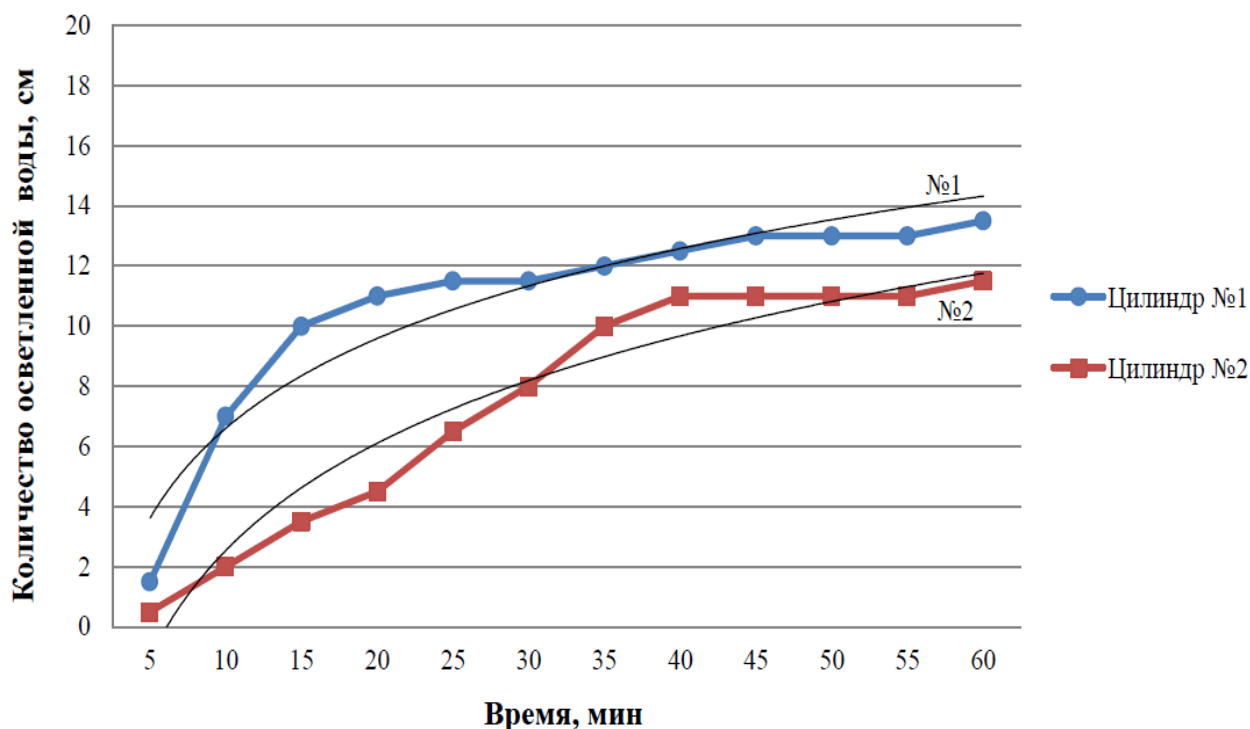


Рис.12 – График осветления надосадочного слоя воды.

По результатам опыта следует вывод, что применение флокулянта серии «Унифлок» для интенсификации процесса осаднения мелкой взвеси $Cr_2(SO_4)_3$ дает положительный эффект в осветлении стока и уплотнении осадка. Особенно явно действие флокулянта серии «Унифлок» проявится при последующей обработке осадка на аппаратах для обезвоживания.

Таблица 5.

Определение остаточных концентраций железа (III) и хрома (III) в осветленной воде

Номер цилиндра	Показатели качества осветленной воды					
	pH	ПДК (pH)	Cr ³⁺ (мг/л)	ПДК Cr ³⁺ (мг/л)	Fe ³⁺ (мг/л)	ПДК Fe ³⁺ (мг/л)
1	7-7,5	6-9	0,46	0,5	0,3	0,3

Также для математической обработки и уточнения данных, полученных в этом разделе, были проведены еще три аналогичных исследования по соосаждению Cr₂(SO₄)₃ и Fe₂(SO₄)₃ с флокулянтom Унифлoк.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной «**Совершенствование технологии обеззараживания хромсодержащих сточных вод, образующихся на кожевенных предприятиях**», представлены вопросы рационального использования водных ресурсов и возрастающие требования к качеству очищаемых сточных вод предприятий по созданию оборотное водоснабжение для снижения негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, для переработки ценных компонентов, что ставит необходимость решения восстановительных задач. Соединения хрома в сточных водах кожевенных предприятий обладают высокими токсикологическими свойствами, что создает необходимость совершенствования технологических процессов обеззараживания сточных вод на уровне потребности, при котором качество и экономическая эффективность очищенной воды соответствуют предъявляемым требованиям. для повторного использования на предприятии в замкнутой системе и создания экономически эффективных систем. В связи с этим в этом процессе требуются принципиально новые подходы. Одним из таких подходов является разработка и внедрение способов активизации и повышения эффективности существующих процессов водоочистки. В данном случае интенсификация означает увеличение скорости процесса, повышение эффективности процессов и сооружений очистки, снижение затрат на эксплуатацию и очистку воды.

Предприятия, образующие в процессе производства хромовые сточные воды, оказывают большое техногенное воздействие на окружающую среду. Поступление загрязненных промышленных сточных вод в водные объекты без первичной очистки может привести к серьезному нарушению их гидробиологического режима. Соединения хрома оказывают токсическое действие на живые организмы. Поэтому предотвращение выброса высокотоксичных соединений хрома в окружающую среду является актуальной задачей для окружающей среды.

Современные методы очистки хромсодержащих сточных вод включают их очистку без дальнейшего использования и складирование отходов на свалках.

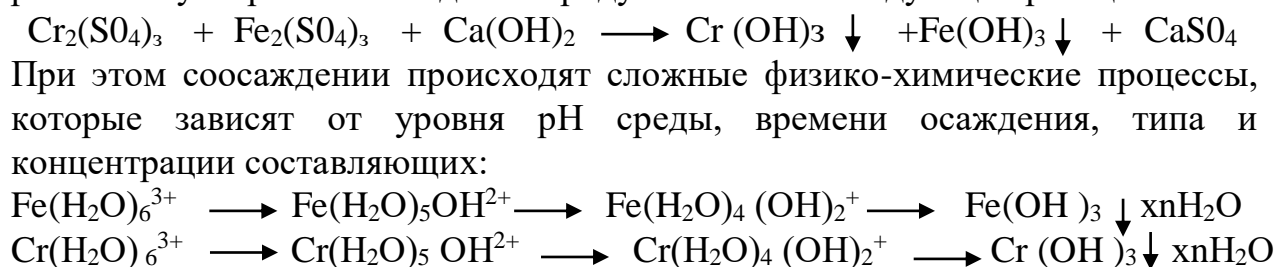
Предлагаемый в данной работе технологический процесс позволяет повторно использовать очищенные сточные воды для технологических и различных нужд производства.

Кожевенные заводы относятся к числу отраслей легкой промышленности, потребляющих для своих нужд большое количество воды и образующих взамен большое количество сточных вод. Сточные воды кожевенных заводов имеют высокую концентрацию. Поэтому сточные воды проходят обязательную предварительную очистку на местных промышленных очистных сооружениях.

Для технологических нужд кожевенных предприятий необходимо создать замкнутый контур водоснабжения с использованием локальной системы для снижения водопотребления и нейтрализации канцерогенных сточных вод.

В образующиеся сточные воды от процессов золениа попадают сульфиды (1,04...16,1 г/л), их количество зависит от способов золениа. Значительные количества сульфидов также присутствуют в промывных водах после золы. Наличие большого количества неиспользованных сульфидов (более 50 %) в отработанных зольных растворах свидетельствует о целесообразности повторного использования этих растворов, тем более что старый зольный раствор имеет ряд преимуществ перед новым при поверхностном золениа. Их осаждение приводит к коррозии и разрушению сварных швов. В результате разрушения железобетонных коллекторов при воздействии на них сульфидов водорода, образующихся в результате разрушения железобетонных коллекторов. В отработанных растворах солей хрома и промывных водах остается 22-28% оксида хрома, который используется для дубления кожи. Концентрация хрома в сточных водах кожевенных предприятий, выпускающих хромированную кожу, достигает 550 мг/л (в среднем 190 мг/л), а в отходах кожевенных жидкостей - 9-10 г/л, в среднем 4. 6 г/л.

Соли хрома канцерогенны, поэтому их присутствие в сточных водах не считается целесообразным. Проведены экспериментальные работы по обезвреживанию хромовых и сульфидных сточных вод с использованием технологии совместного осаждения. Использование железосодержащих реагентов ускоряет соосаждение продуктов за счет следующей реакции:

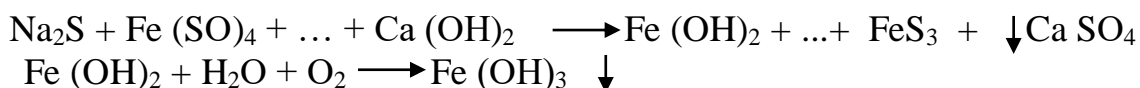


Совместное осаждение $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и $\text{Fe}(\text{OH})_3$ позволяет осаждасть $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ в качестве коагулянта в меньшем количестве, чем обычно. Реагенты используются в меньших количествах, чем того требует стехиометрия, а

главное, содержание Cr^{3+} значительно ниже, чем ПДК. Это подтверждается экспериментами и литературными данными.

Процессы сульфидной очистки сточных вод проводятся при pH 9-9,5, для чего используют 5%-ное известковое молоко после добавления в систему железосодержащих реагентов. Соединения железа взаимодействуют с поверхностью свежесожденного FeS и образуют сложный состав осадков, содержащий $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и FeS .

Химический процесс можно представить следующими реакциями:



Эффективность очистки сточных вод от ионов хрома составила ~100%. (Остаточное количество Cr^{3+} было менее 0,004 мг/л). Эффективность удаления сульфидов составила 99,9% ($\text{S}^{2-} = 0,017$ мг/л). Расчет необходимого количества реагентов проводился с учетом стехиометрических коэффициентов, качества продукта и растворимости в воде при нагревании.

Предлагаемая технологическая схема предназначена для очистки сточных вод кожевенных предприятий от красителей, поверхностно-активных веществ (ПАВ) и тяжелых металлов и может быть использована для очистки сточных вод с показателями ХПК (химическая потребность в кислороде) не более 100 000 мг O_2 /л.

Эффективная очистка сточных вод, образующихся на кожевенных заводах, осуществляется по следующему предлагаемому технологическому процессу (рис.13). Хромсодержащие стоки направляются в обогатительную фабрику на позиции 1. Реагенты подаются в сточные воды из специальной емкости, расположенной на 2-й позиции, они способствуют разделению и окислению красителей, образованию комплексов, коагуляции и соосаждению тяжелых металлов, красителей и ПАВ. В то же время он настраивает pH среду до желаемых значений. После процесса усреднения сточные воды направляются в горизонтальный отстойник, расположенный на 5-й позиции, с помощью химического насоса марки КММ-Х, расположенного на 3-й позиции. Для ускорения процесса отстаивания одновременно из емкости расположенной в 4 позиции подается 0,1% флокулянт Унифлок. Осадок, собранный в конической части отстойника, расположенной на позиции 5, направляется в барабанный фильтр, расположенный на позиции 6, для обезвоживания. Обезвоженный ил направляется на утилизацию, а фильтрат направляется в усреднитель расположенной в позиции 1 на повторную обработку. Осветленная вода из верхней части осветлителя поступает в электролизерное оборудование марки «СТЭ», расположенное на 7-й позиции, где дополнительно очищается от высокомолекулярных красителей и органических веществ, оставшихся под воздействием электрического тока. Кроме того, вода очищается от мелких коллоидных частиц в напорных

ВЫВОДЫ

1. В данной научно-исследовательской работе изучено влияние сточных вод, содержащих хром, на окружающую среду и определены основные источники их поступления в водные объекты. Наличие хрома(III) в сточных водах отрицательно влияет на процесс биологической очистки, а поступление хрома(III) в водные объекты существенно нарушает их гидробиологический режим, поэтому даже небольшие количества хромсодержащих сточных вод сбрасываются в бытовые сточные воды и непосредственно в водоемы. Установлено, что в водоемы попадать категорически нельзя.

2. Существующие способы очистки хромсодержащих сточных вод включают их очистку совместно с другими видами сточных вод, образующихся на промышленном предприятии, дальнейшее использование очищенной воды в технологическом потоке, а также использование образующегося осадка в качестве вторичного продукта

3. В ходе данных исследований были проведены четыре исследовательские группы, по результатам которых были определены: оптимальное значение рН для совместного осаждения гидроксидов хрома (III) и железа (III), необходимая концентрация известкового молока, а также сведения о природе образующейся суспензии и ее гравитационном осаждении, возможности ускорения процесса осаждения с помощью флокулянтов.

4. В данном исследовании технология обеззараживания хромовых сточных вод, образующихся в процессе производства, заключается в доведении рН ионов хрома(III) и железа(III) до гидроксидного раствора в диапазоне 7-7,5 с использованием известкового молока и для ускорения процесса флокуляции добавлением местного флокулянта "Унифлок".

5. Представленная технология позволяет получать обработанную воду в количестве до 80% от исходного объема подаваемых сточных вод для очистки сточных вод, образующихся при обработке кожи, методом соосаждения хрома (III), а затем использовать его для дополнительных технологических целей для нужд предприятия. Эта технология также обеспечивает получение перерабатываемых хромсодержащих отходов, которые после соответствующей переработки могут быть повторно использованы в производственных процессах или в качестве товарной продукции.

6. Данная технология очистки экономически и экологически эффективна, критерий К равен 0,2. Очистные сооружения рассматриваются как отдельное производство вторичной продукции. Экономические показатели колеблются от 4,01 до 2,11 года в зависимости от эффективности систем очистки.

7. Определены капитальные и эксплуатационные затраты на различные мощности очистных сооружений, что позволило дать объективную оценку возможности и необходимости внедрения разработанной технологии на

предприятиях кожевенной промышленности. Было обнаружено, что наиболее оптимальная производительность находится в диапазоне от 50 м³/ч до 200 м³/ч. Срок окупаемости конструкций этого диапазона составляет от 2,08 до 2,35 года. Установлено, что производительность от 5 м³/ч до 50 м³/ч имеет срок окупаемости от 3,02 до 4,01 года.

8. На предприятиях по переработке кожи ОАО «ULKAN LAZIZ» с 24 марта по 28 марта 2025 года, а также на предприятии ОАО «GLOBAL AVANGARD TECHNOLOGY» с 03 апреля по 18 апреля 2025 года были проведены опытно-промышленные испытания по усовершенствованию технологии очистки образующихся сточных вод от ионов Cr⁺³. При этом была подтверждена высокая эффективность предлагаемого усовершенствованного технологического процесса и оформлены соответствующие справки в установленном порядке.

**THE SCIENTIFIC COUNCIL, FOR AWARDING THE DEGREES
DSc.30/2025.27.12.K/T.01.01 AT THE TASHKENT SCIENTIFIC
RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY**

TASHKENT INSTITUTE OF CHEMICAL-TECHNOLOGY

MUKHAMEDOV JAMOLIDDIN KABILDJANOVICH

**STUDY ON THE TREATMENT PROCESS OF CHROMIUM-
CONTAINING WASTEWATER GENERATED BY TANNERIES USING
LOCAL FLOCCULANTS.**

11.00.05 - Environmental protection and rational use of natural resources.

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON CHEMICAL SCIENCES**

Tashkent-2026

The topic of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) in chemical sciences is registered with the Higher Attestation Commission under the ministry of Higher education, science, and innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2025.3.PhD/K1058.

The dissertation has been completed at the Tashkent Institute of Chemical Technology. The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is available on the website at www.tkti.uz and on website of "ZiyoNet" Information-educational portal www.ziynet.uz.

Research Supervisor: **Turabdzhanov Sadritdin Mahamatdinovich**
doctor of technical sciences, professor, academician

Official opponents: **Kucharov Bakhrom Khairievich**
doctor of technical sciences, professor

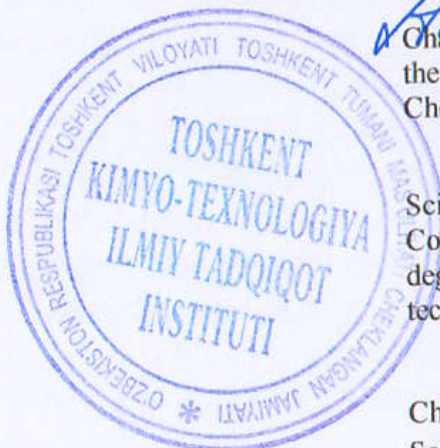
Kulmatov Rashid Anorovich
doctor of chemical sciences, professor

Leading Organization: **Namangan state technical university**

The defense of the dissertation will take place on 2026, « 05 » 21 hours at a meeting of the scientific council DSc 30/2025.27.12.K/T.01.01 at the Tashkent scientific research institute of chemical technology. (Address: 111116, Tashkent region, Tashkent district, ibrat NCA. Shurabazar. Phone: (99895) 144-67-83. E-mail: ooo_thiixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz)

The dissertation is available at the Information Resource Center of Tashkent chemical technology institute (registered under number No.2026/24). (Address: 111116, Tashkent region, ibrat NCA. Tashkent district, Shurabazar. Phone: (99895) 144-67-83. E-mail: ooo_thiixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz)

The abstract of the dissertation was distributed on « 04 » 05 2026 year
Protocol at the register No.2026/24 dated « 04 » 05 2026 year.



A.T. Djalilov
Chairman of the Scientific Council for the Award of Academic Degrees, Chemical Sciences, Professor, Academic

Sh.D.Sharinov
Scientific Secretary of the Scientific Council for awarding scientific degrees. Doctor of Philosophy (PhD), tech in Technical Sciences, S.R.

H.S. Beknazarov
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific Council for awarding the scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work: is to improve the process of treating chromium-containing wastewater generated at tanneries using local flocculants.

The object of the research work: wastewater containing chromium III ions generated in tanneries is considered.

The scientific novelty of the research is as follows:

The scientific novelty of the study is as follows: the optimal conditions for neutralizing wastewater containing Cr^{3+} ions from leather enterprises using aqueous solutions of Fe_2SO_4 and CaO have been determined; the effect of sedimentation rate, clarification, and filtration, as well as the pH of wastewater and the concentration of Cr^{3+} ions, on the efficiency of treatment; using the Unifloc series flocculant and aqueous solutions of Fe_2SO_4 and CaO , the wastewater generated during leather processing was effectively treated for Cr^{3+} ions and suspended particles, and the closed water supply system was improved; it was found that the local Unifloc series polyelectrolyte accelerates the sedimentation of suspended particles in wastewater generated during leather processing by 8-10 times;

Implementation of the research results:

Based on the obtained scientific results for improving the wastewater treatment technology of leather enterprises using the domestic polyelectrolyte flocculant of the "Unifloc" series:

The wastewater treatment technology for leather production from Cr^{3+} ions has been highly appreciated in practical terms by Public Joint-Stock Company (PJSC): "ULKAN LAZIZ" and Joint-Stock Company (PJSC): "GLOBAL AVANGARD TECHNOLOGY". It has been included in the list of promising developments for implementation in 2025–2026 and has been officially documented with a corresponding certificate in the established manner. The results of the conducted pilot industrial trials have established that the application of "Unifloc" series flocculants and PAA ensures effective reduction of heavy metal content in wastewater, particularly chromium ions (Cr^{3+}), and confirms the high efficiency of the technological purification process.

As a result of implementing this technology, wastewater from leather production is purified to meet regulatory requirements, the negative impact on the environment is reduced, and natural resources are used rationally. Furthermore, the possibility of reusing treated water in the production cycle arises, which allows for the organization of a closed water circulation system at enterprises, increasing economic efficiency and ensuring the environmental sustainability of production.

The structure and volume of the dissertation:

The dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the dissertation was 128 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Мухамедов Ж.К., Насирова Н.К., Мухамедов К.Г., Муталов Ш.А., Мамажонова Л.А. Изучение влияния поверхностно активных веществ серии «ВПФС» на реологические свойства суспензий мела, глинозема и кремнезема // Universum: Технические науки электрон. научн. журн. Москва, – 2021. – №12. С.17-23. (93) (02.00.00, №1) Электрон. версия печ. публ.

[https://7universum.com/pdf/tech/12\(93\)/12\(93_5\).pdf](https://7universum.com/pdf/tech/12(93)/12(93_5).pdf)

2. Мухамедов Ж.К., Мухамедов К.Г., Муталов Ш.А., Насирова Н.К., Утилизации шламов гальванического производства.// Universum: Технические науки электрон. научн. журн. Москва, – 2021. –№12.С.24-28. (93) (02.00.00, №1)) Электрон. версия печ. публ

[https://7universum.com/pdf/tech/12\(93\)/12\(93_5\).pdf](https://7universum.com/pdf/tech/12(93)/12(93_5).pdf)

3. Мухамедов Ж.К., Турабжонов С.М., Мухамедов К.Г., Насирова Н.К., Технология очистки сточных вод кожевенного производства.// Композиционные материалы. Узбекский научно-технический и производственный журнал.Ташкент,2023.–№1.С. 165-167.

4. Мухамедов Ж.К., Турабджанов С.М., Мухамедов К.Г., Насирова Н.К., Применение флокулянтов серии «ФЭАП» для флокуляционной очистки сточных вод промышленных предприятий.// Композиционные материалы. Узбекский научно-технический и производственный журнал Ташкент..№ 2/2023.С.157-162.

5. Мухамедов Ж.К., Мухамедов К.Г., Насирова Н.К., Абдурахманов О.Х. Очистка сточных вод гальванических производств реагентным методом.// Universum: Технические науки электрон. научн. журн. Москва, – 2023. – №7.С.52-55. (112) (02.00.00, №1) Электрон. версия печ. публ

[https://7universum.com/pdf/tech/7\(112\)/7\(112_3\).pdf](https://7universum.com/pdf/tech/7(112)/7(112_3).pdf)

6. Мухамедов Ж.К., Мухамедов К.Г., Муталов Ш.А., Насирова Н.К. Study of flocculation properties of modified polyacrylamide. Scopus.“AIP Publishing” – USA-2023. Problems in the Textile and Light Industry in the Context of Integration of Science and Industry and Ways to Solve Them(PTLICISIWS-2022) Volume 2789. <https://doi.org/10.1063/5.0145723> (02.00.00; №1)

7. Мухамедов Ж.К., Мухамедов К.Г.,Турабжонов С.М., Насирова Н.К. Снижение загрязненности сточных вод в кожевенном производстве.// Композиционные материалы. Узбекский научно-технический и производственный журнал Ташкент. №1/2024.С.98-105.

II бўлим (II часть; part II)

8. Мухамедов Ж.К., Мухамедов К.Г., Насирова Н.К., Аширбекова Д.Р., Совершенствование методики очистки сточных вод гальванического производства от ионов тяжелых металлов// «Нефть-газ саноатида инновациялар, замонавий энергетика ва унинг муаммолари» II-ҳалқаро конференция материаллари. Тошкент.-2021 29-30-октябрь. 311-314-б.

9. Мухамедов Ж.К., Мухамедов К.Г., Насирова Н.К., Аширбекова Д.Р. Очистка кислотосодержащих сточных вод с помощью активированного угля марки «SILCARDON»// Научно-техническая неделя «Химия для устойчивого развития» в рамках «2022 год-Международный год фундаментальных наук в интересах устойчивого развития» Ташкент-2022. 25-29 май. 136-137-б.

10. Мухамедов Ж.К., Насирова Н.К., Мухамедов К.Г., Аширбекова Д.Р., Очистка сточных вод от поверхностно-активных веществ // Материалы международной конференции «Современные проблемы Экологии и Охраны окружающей среды и биотехнологии» Ташкент-2022. 15-16 июнь. С-283-285.

11. Мухамедов Ж.К., Мухамедов К.Г., Муталов Ш.А., Насирова Н.К. Переработка фосфогипса в кондиционное сырьё с учетом экологических факторов// Республиканская научно-практическая конференция с участием зарубежных ученых «Инновационные технологии производства одиарных, комплексных и органоминеральных удобрений», посвященная 80-летию академика АН РУз, д.т.н., проф., заслуженного изобретателя и рационализатора Республики Узбекистан Намазова Шафоата Саттаровича Ташкент-2022. 13-14 декабря С.175-176

12. Мухамедов Ж.К., Турабджанов С.М., Мухамедов К.Г. Система очистки сточных вод текстильного производства от взвешенных частиц// Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана. Международная научно-техническая конференция посвященная 90-летию со дня создания Института общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан и 80-летию со дня создания Академии наук Республики Узбекистан. Ташкент-2023. 16-17 ноября. С.346-347.

13. Мухамедов Ж.К., Турабжонов С.М., Мухамедов К.Г., Насирова Н.К. О методах очистки сточных вод кожевенного производства. «Умидли кимёгарлар-2023» XXXII илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами. ТКТИ, Тошкент-2023. 25-27-апрель 655-656 б.

14. Мухамедов Ж.К., Турабжонов С.М., Мухамедов К.Г., Насирова Н.К. Ресурсосберегающая система водного хозяйства кожевенных заводов. «Умидли кимёгарлар-2023» XXXII илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами. ТКТИ, Тошкент-2023. 25-27-апрель 688-689 б.

15. Мухамедов Ж.К., Турабжонов С.М., Мухамедов К.Г., Насирова Н.К. Очистка сточных вод от солей железа. «Нодир ва ноёб металллар кимёси ва технологияси: бугунги ҳолати, муаммолари ва истиқболлари» мавзусидаги республика илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами. Термез-2023 йил 28-29 апрель. 146-147 б.

16. Мухамедов Ж.К., Турабжонов С.М., Мухамедов К.Г., Насирова Н.К. Способ очистки чёрного щёлока сульфатцеллюлозного производства от серосодержащих соединений. «Целлюлоза ва целлюлоза ҳосилаларининг ривожланиш истиқболлари» академик Ғ.Р.Рахмонбердиевнинг 85 йиллигига бағишланган Халқаро илмий-техникавий конференциясининг илмий ишлар тўплами. Тошкент-2023-йил, 16-17-май. 205-206.б.

17. Мухамедов Ж.К., Турабджанов С.М., Мухамедов К.Г., Насирова Н.К.

Очистка производственных сточных вод от ионов железа «Глобаллашув шароитида ноорганик моддалар ва материаллар ишлаб чиқаришда инновацион технологияларни ривожлантириш истиқболлари» Республика илмий-амалий конференцияси мақолалар тўплами 9-10 ноябрь, Ташкент-2023 9-10 ноябрь. С. 246-247.

18. Мухамедов Ж.К., Турабджанов С.М., Насирова Н.К., Мухамедов К.Г. Методы обработки сточных вод от ионов тяжелых металлов. . «Термореактив олигомерлар, полимерлар сақловчи чиқиндилар, полифункционал бирикмалар ва улар асосида полимер материаллар яратишнинг истиқболлари» мавзусидаги к.ф.д. профессор Ф.А.Магрупповнинг 80 йиллик хотирасига бағишланган Республика илмий-амалий анжуманинг илмий ишлар тўплами. Тошкент, 2024-йил, 18-19-январ. 176-177.б.

19. Мухамедов Ж.К., Насирова Н.К., Мухамедов К.Г., Шернаев А.Н., Алиева И.А. «Экологическое образование – фактор экологической устойчивости» 23-я Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2023 года: экологические проблемы XXI-го века» «Для мира и созидания» Минск-2023. 18-19 мая, Республика Беларусь. Часть 1. С.32-35

20. Мухамедов Ж.К., Турабджанов С.М., Насирова Н.К., Мухамедов К.Г. Утилизация дистиллерной жидкости производства кальцинированной соды. «Роль коллоидной химии в сфере нефтегазопереработки, химической технологии и экологии» Материалы I-Международной научно-технической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика К.С. Ахмедова. Ташкент-2024. 10-12 октября. С.171-174.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналы» тахририятида тахрир қилинди.



№ 10-3279

Bosishga ruxsat etildi: 27.04.2026.

Bichimi: 60x84 1/16 «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.

Shartli bosma tabog‘i 2,9. Adadi 100. Buyurtma: № 59

Tel: (99) 832 99 79; (77) 300 99 09

Guvohnoma reestr № 10-3279

“IMPRESS MEDIA” MCHJ bosmaxonasida chop etildi.

Manzil: Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Qushbegi ko‘chasi, 6-uy.

