

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**

DSc.02/30.12.2019.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

АЗИМОВА ДУРДОНА АБДУЛЛОЕВНА

**САНОАТ ОҚАВА СУВЛАРИ ТАРКИБИДАГИ МЕТАЛЛАРНИ
ТОЗАЛАШ УЧУН ДЕФЕКАТ, БЕНТОНИТ АСОСИДА
АДСОРБЕНТЛАР ОЛИШ ВА ҚЎЛЛАШ**

02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси

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

Тошкент – 2024

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Content of the dissertation abstract of doctor of Philosophy (PhD)

Азимова Дурдона Абдуллоевна

Саноат оқава сувлари таркибидаги металлрни тозалаш учун дефекат, бентонит асосида адсорбентлар олиш ва қўллаш..... 3

Азимова Дурдона Абдуллоевна

Получение и применение адсорбента на основе дефекта, бентонита для очистки металлов, содержащихся в промышленных сточных водах 21

Azimova Durдона Abdulloeyevna

Production and application of adsorbent based on defect and bentonite for purification of metals contained in industrial wastewater 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 42

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.02/30.12.2019.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

АЗИМОВА ДУРДОНА АБДУЛЛОЕВНА

**САНОАТ ОҚАВА СУВЛАРИ ТАРКИБИДАГИ МЕТАЛЛАРНИ
ТОЗАЛАШ УЧУН ДЕФЕКАТ, БЕНТОНИТ АСОСИДА
АДСОРБЕНТЛАР ОЛИШ ВА ҚЎЛЛАШ**

02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси

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

Тошкент – 2024

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2024.2.PhD/Г4578. рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида www.ionx.uz ва «Ziynet» ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Салиханова Дилноза Саидақбаровна
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оponentлар:

Якубов Йўлдош Юсунбаевич
кимё фанлари доктори, профессор

Эшметов Расул Жумязович
техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот:

Наманган муҳандислик-технология институти

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги DSc.02/30.12.2019.К/Т.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг «27» август 2024 йил соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улугбек кўчаси, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (19-рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улугбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90).

Диссертация автореферати «12» август куни тарқатилди.
(2024 йил «12» августдаги № 19-рақамли реестр баённомаси)



Б.С. Закиров
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, к.ф.д., проф.

Д.Ж. Жумиева
В.в.б. Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби, т.ф.д., проф.

И.Д. Эшметов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., проф.

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда дунёда ишлаб чиқариш корхоналари сони ўсиб бориши билан бирга экологик муаммолар сони ҳам кенгайиб бормоқда. Буларга асосан қаттиқ (ишлатилган адсорбентлар, катализаторлар ва ҳ.з.) ва суюқ чиқиндилар (оқава сувлар, турли эритмалар ва ҳ.з.) ҳисобланади. Қаттиқ чиқиндилар бугунги кунда ишлаб чиқариш корхоналари атроф-муҳитини экологик тизимини бузилишига, ён-атрофдаги аҳоли саломатлигига салбий таъсир кўрсатади. Шунингдек суюқ чиқиндилар ҳам сув ресурсларини ифлослантириб, эко тизимни бузилишига олиб келади. Уларни тозалаш учун четдан келтирилган адсорбентлардан фойдаланиш мумкин, аммо ушбу усулдан фойдаланиш янги иқтисодий муаммоларни келтириб чиқаради. Шу сабабли, бу чиқиндиларни утилизация, регенерация қилиш учун адсорбент, реагентлар ишлаб чиқариш орқали экологик ва иқтисодий муаммони ечиш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳонда саноат чиқинди сувларини тозалаш, уларни ишлаб чиқариш циклига қайтариш бўйича илмий ва амалий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада, қатор илмий ечимларни асослаш, жумладан: саноат оқава сувлари таркибини ўрганиш; шакар саноати чиқиндиси - дефекатни таркиби ва физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш; дефекатни модификациялаб сорбцион материал олиш мақбул шароитларини аниқлаш; дефекат ёрдамида олинган реагент-сорбцион материалнинг турли адсорбатларда сорбцион хоссаларини аниқлаш; дефекат ва бентонит композициялари ёрдамида олинган сорбцион материалнинг адсорбцион хоссаларини аниқлашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикада янги материаллар, шу жумладан маҳаллий хомашёлар асосида адсорбентлар олиш ва саноат оқава сувларини улар ёрдамида тозалаш бўйича бир қатор илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистонни ривожлантириш стратегиясининг учинчи йўналишида «Миллий иқтисодиёт барқарорлигини таъминлаш ва ялпи ички маҳсулотда саноат улушини оширишга қаратилган саноат сиёсатини давом эттириб, саноат маҳсулотларини ишлаб чиқариш ҳажмини 1,4 бараварга ошириш»¹ йўналиши бўйича вазифалар белгилаб берилган. Бу жиҳатдан маҳаллий хомашё ва чиқиндилар асосида самарали сорбент-реагентлар ишлаб чиқариш катта аҳамият касб этади

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «Янги Ўзбекистоннинг 2022-2026 йилларга мўлжалланган тараққиёт стратегияси» тўғрисидаги, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармонлари, 2017 йил 23-августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021- йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури тўғрисида»ги, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28-январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида» ги Фармони

«Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чоратадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга мазкур диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Саноат оқава сувларини тозалаш бўйича бугунги кунда чет эл олимлари В.С.Петров, Ю.В.Поконова, Н.Ф.Федоров, Н.И.Богданович, Ю.Я.Филоненко, В.И.Павленко, Ж.А.Свергузова, Н.С.Лупандина, Х.Марш, Х.А.Зхонгхуа, К.О.Моханти, К.Окада ва бошқалар тоза хомашё ва чиқиндилар асосида реагент ва адсорбентлар олиш ва қўллаш бўйича изланишлар олиб боришган

Ўзбекистонда .С.Ахмедов, Э.А.Арипов, Ф.Л.Глекел, С.С.Хамраев, С.Н.Аминов, А.А.Агзамхўжаев, У.А.Ахмедов, Г.У.Рахматқариев, С.З.Муминов, Б.Н. Ҳамидов, В.П.Гуро, Г.Р.Нарметова, С.А.Абдурахимов, И.К.Сатаев, О.К.Бисенбаев, И.Д.Эшметов, Д.С.Салиханова, О.К.Эргашев, Д.Ж. Жумаева ва бошқа олимлар тамонидан саноат чиқиндилари уларни регенерация ва утилизация муаммолари кўриб чиқилиб, уларни тозалаш учун маҳаллий хомашёлар асосида адсорбентлар олиш бўйича илмий изланишлар олиб борилган.

Бугунги кунда шакар саноати чиқиндиси бўлган дефекатни утилизация қилиш орқали янги реагент сорбент олиш ва нордон саноат оқава сувларини тозалаш бўйича бир қанча ишлар бошланган, лекин металл ионлари бўлган саноат оқава сувларни тозалаш, жараён механизмларини ўрганиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.

Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг *IL-402104235* «Глицерин ва соя мойларини адсорбцион тозалаш учун маҳаллий кўмирлар асосида углеродли адсорбентлар олиш» (2021-2023 йй.) мавзусидаги амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади дефекат, бентонит асосида сорбент-реагент олиш ва металлургия саноат оқава сувлари таркибидан металл ионларини тозалашда қўллашдан иборат.

Тадқиқот вазифалари:

шакар саноати чиқиндиси - дефекатни таркиби ва физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш;

дефекатни термик модификациялаб сорбцион материал олиш мақбул шароитларини аниқлаш;

дефекат ёрдамида олинган сорбцион материалнинг турли адсорбатларда сорбцион хоссаларини аниқлаш;

термик модификацияланган дефекат ва бентонит композициялари ёрдамида олинган сорбцион материалнинг адсорбцион хоссаларини ўрганиш; металлургия саноати оқава сувлари таркибини ўрганиш;

термик модификацияланган дефекат олиш, улар асосида бентонит композицияларини олиш ва саноат оқава сувларини тозалаш технологиясини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида шакар саноати чиқиндиси -дефекат (Д), термик модификацияланган дефекат (ТМД), бентонит ва уларнинг композицияларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг предмети дефекат ва бентонит асосидаги композициялар олиш усуллари, олинган реагент-сорбент ёрдамида саноат оқава сувларини тозалаш механизми, металларни сорбция қилиш қонуниятини ўрганишдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида аналитик ва физик-кимёвий тадқиқот усуллари, сканерловчи электрон микроскопия (СЭМ) ва бошқа усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги куйидагилардан иборат:

дифференциал термик таҳлил натижаларига кўра, углероднинг интенсив ёниши 615°C ҳароратда бошланиши ва 700°C ҳароратда тугаши, дефекатни (Д) куйдириш пайтида ҳосил бўлган углерод тузилиши жиҳатидан коксга яқинлигини, унинг ёниб кетишини олдини олиш учун термик пиролизни $580\text{...}600^{\circ}\text{C}$ ҳароратда куйдириш зарурлиги исботланган;

ТМД да метил кўкининг паст концентрацияли эритмаларда ютилиш даражаси 1-5 мг/л концентрацияларда 80-90% ни, 10-20 мг/л концентрацияли эритмаларда эса 70-75 % эканлигини аниқланган;

термик модификацияланган дефекат (ТМД) ва бентонитнинг 80:20 оғирлик нисбатидаги композицияларида 0,01 м/л концентрациядаги эритмадан Cu^{2+} ионларини 96,86 %, 60:40 нисбатидаги композиция -94,82 % ни, 40:60 нисбатидаги композиция эса 92,32 % ютилиши аниқланган;

ТМД ёрдамида металлургия саноати оқава сувлари 2-5% кўшиб тозаланганда, оқава сув таркибидаги Mn -99,9%; As -99,1%; Mo-98%; U-100%; Be, Al-97,2% гача ионларидан тозалаши аниқланган;

термик модификацияланган дефекат (ТМД) ва бентонит асосида сорбент-реагент олиш технологияси ишлаб чиқилган;

термик модификацияланган дефекат (ТМД) ва бентонит композициялари ёрдамида саноат оқава сувлари таркибидан металл ионларини тозалаш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари куйидагилардан иборат:

шакар саноати чиқиндиси - дефекат асосида углеродли сорбент-реагент олиш имконияти яратилган.

дефекат ва бентонит асосида композициялар олиш технологияси ишлаб чиқилган;

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Олинган натижалар замонавий тадқиқот усулларини қўллаш (рентгенофазовий, электрон-

микроскопик, спектрофотометрик, калориметрик, кондуктометрик) билан асосланган ва тажриба-саноат синовлари билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шакар саноати чиқиндиси - дефекатни термик куйдириш натижасида кўмирлаштириш орқали сорбцион хоссаларини яхшилаш, уларни бентонит ёрдамида композицияларини олиш орқали сидементацион кўрсаткичларини яхшилаши, ҳамда олинган композициянинг модел ва чин эритмаларда металл сорбциясини ўрганиш орқали сорбент-реагент олишга асос бўлади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти маҳаллий ишлаб чиқариш корхоналари чиқиндисини утилизация қилиш орқали янги сорбент-реагент олиш технологиясини ишлаб чиқиш, ҳамда реагент сорбент ёрдамида металлургия саноати оқава сувларини таркибидан қимматбаҳо металлларни сорбция қилиш имкониятлари яратилиб шунингдек, кимё ва кимёвий технология соҳасидаги таълим муассасаларида магистр ва бакалаврларни тайёрлашда ўқув жараёнларига қўллашга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Саноат оқава сувлари таркибидаги металлларни тозалаш учун дефекат, бентонит асосида адсорбентлар олиш ва қўллаш бўйича олинган натижалар асосида:

шакар саноати чиқиндиси -дефекатни модификациялаб сорбент-реагент олиш усули «Navoiy kon-metallurgiya kombinati» AJ да амалиётга жорий этилган («Navoiy kon-metallurgiya kombinati» AJ нинг 2024 йил 15 июлдаги 23/01-01-07/371-сон маълумотномаси) Натижада саноат чиқиндисини утилизация қилиб, кимёвий сорбент-реагент олиш имкониятини беради.

саноат оқава сувлари таркибидан металл ионларини сорбция қилиш учун кўмирлаштирилган дефекат ва бентонит асосида олинган композицияларини қўллаш технологияси “Elektrokimyozavod” QK AJ нинг «2025-2030 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхатига» киритилган («Elektrokimyozavod» QK AJ нинг 2023 йил 15 декабрдаги 436/1-сон маълумотномаси) Натижада саноат оқава сувларини техник сув сифатида тизимга қайтариш имкониятини беради.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари, жумладан 6 та халқаро ва 15 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 27 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 6 та мақола, жумладан, 4 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 118 бетни ташкил этган.

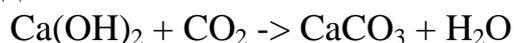
ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва асосий вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Металлургия саноат оқава сувларининг атроф муҳитга таъсири, уларни тозалаш усуллари ва ривожланиш тенденцияси**» деб номланган **биринчи бобида** адабиётлар шарҳи келтирилган бўлиб, унда металлургия саноати оқава сувларининг таркиби, кимёвий ва физикавий хоссалари шунингдек уларнинг атроф-муҳитга таъсирини ўрганиш ҳақида маълумотлар келтирилган. Оқава сувларни тозалашнинг замонавий усуллари, услублари ва амалий аҳамияти шунингдек, адсорбентларнинг турлари уларнинг хусусиятлари ҳамда қўлланилиш технологияси ҳақида маълумотлар берилган. Оқава сувларни тозалаш усуллари афзалликлари ва камчиликлари ҳақида маълумотлар ёритилган.

Диссертациянинг «**Оқава сувларни тозалаш учун сорбцион материаллар олиш учун хомашё таснифи ва олиш усуллари**» деб номланган **иккинчи бобида** тадқиқот объектларини тавсифлари, тажриба ва синовларда қўлланилган таҳлил усуллари келтирилган бўлиб, шакар ишлаб чиқариш саноати чиқиндиси бўлган дефекат ва Навбахор бентонитининг тузилиши, таркиби ва физик-кимёвий хоссалари ҳақида маълумотлар баён этилган. Дефекат ва бентонит асосида реагент-сорбентлар (РС) олиш жараёнларини физик-кимёвий асослаш ҳамда олинган намуналар билан саноат оқава сувларини тозалаш учун самарали фойдаланиш усуллари бўйича олиб борилган тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.

Шакар ишлаб чиқариш жараёнида хомашё сифатида қанд лавлагидан фойдаланилади. Бу жараёнда лавлагини майда бўлақларга бўлиб, таркибидан ажралиб чиқадиган диффузия шарбатини йиғиб олинади. Дефекатнинг шаклланиши олинган диффузия шарбатини тозалаш жараёнида содир бўлади. Дефекатнинг асосий компоненти CaCO_3 бўлиб, у қуйидаги реакция натижасида ҳосил бўлади.



Кимёвий, термик, сканерловчи электрон микроскопда ва рентгенографик усуллар билан дефекат ва бентонитнинг таркиби ва хоссаларини ўрганиш натижалари саноат оқава сувлари таркибидаги металлларни зарарсизлантирувчи реагент-сорбент олиш имконини берувчи компонентларнинг деярли барча спектрлари мавжудлигини кўрсатди.

Дефекат ва бентонитлар тавсифларига кўра сорбентларга қайта ишлашга тўла мос келиши аниқланди.

1-Жадвал

Дефекатнинг таркиби

Таркибий қисми	%
Кальций карбонат	74,24
Пектин моддалари	1,72
Азотсиз органик моддалар	9,11
Азотли органик моддалар	6,14
Шакар	2,15
Органик кислоталарнинг калций тузлари	2,64
Фосфор	0,64
Магний	0,42
Калий	0,34
Бошқа минераллар	2,60

2-Жадвал

Навбахор бентонитининг кимёвий таркиби, %

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	Бошқа лар
57,86	13,79	5,49	1,25	0,32	1,48	1,51	1,74	0,43	0,75	15,38

Диссертациянинг «Дефекат ва бентонит асосида реагент-сорбент олиш жараёнлари тадқиқи» деб номланган учинчи бобида ТМД ва бентонит асосида олинган сорбцион материалларнинг Cu²⁺ ва Fe²⁺ эритмалари ва саноат оқава сувларини тозалаш тадқиқотлари, шунингдек моноаммоний фосфат эритмасининг оқава сувларга таъсири ўрганилди.

3-жадвал

Дефекатни турли ҳароратда куйдириш натижасида физик ва кимёвий хоссаларини ўзгариши

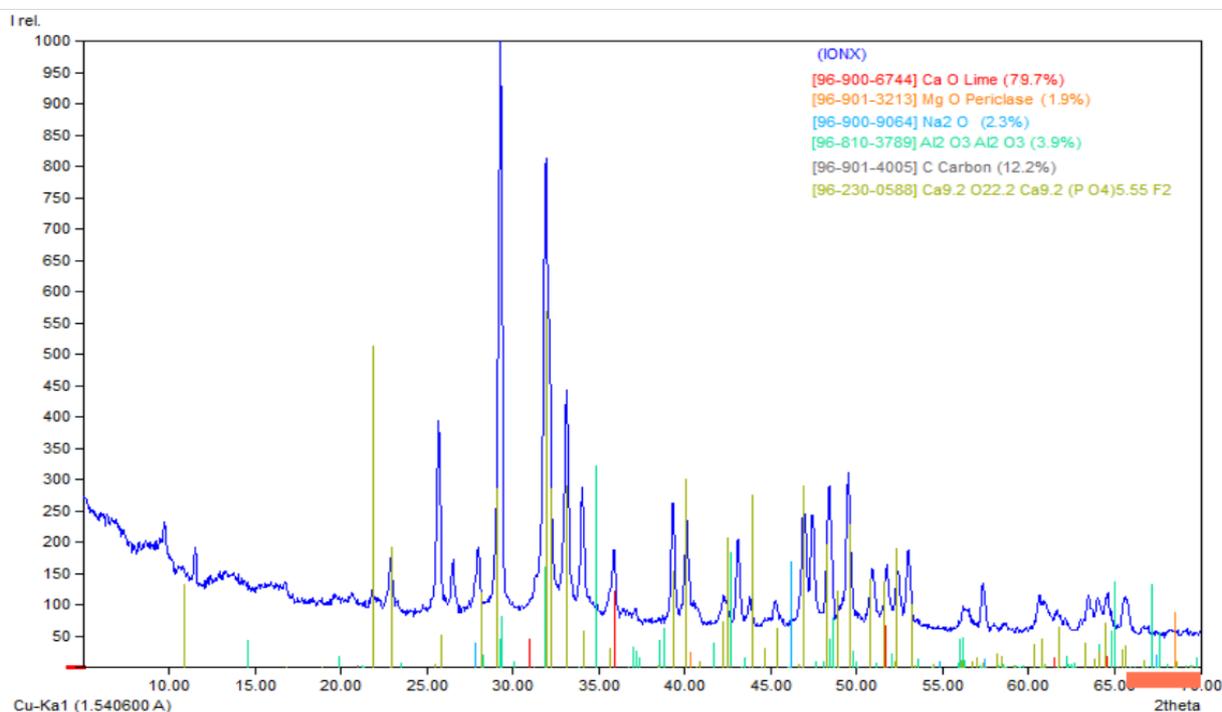
Куйдириш ҳарорати, °С	ранги	зичлик, кг/м ³
500	жигарранг	2680
550	тўқ кулранг	2700
600	қора	2720
650	тўқ кулранг	2790
700	оч кулранг	2860
750	оқ кулранг	2890
800	оқ кулранг	2910
850	сарғишроқ оқ ранг	2930
900	оқ	2950

ТМД ни олиш жараёни куйдириш печида амалга оширилади. Чиқинди дефекат кулрангдан қора рангга ўзгариши органик моддаларнинг карбонланиш жараёнини кўрсатади ва қора рангининг интенсивлигини

пасайтиришнинг кейинги жараёни углероднинг CO_2 га оксидланиш жараёнини англатади. Куйдириш ҳароратининг 600°C да қора ранг энг кучли ҳисобланади. Шундай қилиб, дефекатнинг иссиқлик билан ишлов берилиши натижасида майда дисперс кукун олиниб, унинг юзасида органик моддаларнинг турли даражадаги карбонизацияси маҳсулотлари ҳисобланади. Қуйидаги жадвалда ТМДнинг турли ҳароратларда намуналарнинг ҳажми ва зичлиги тўғрисида маълумотлар келтирилган.

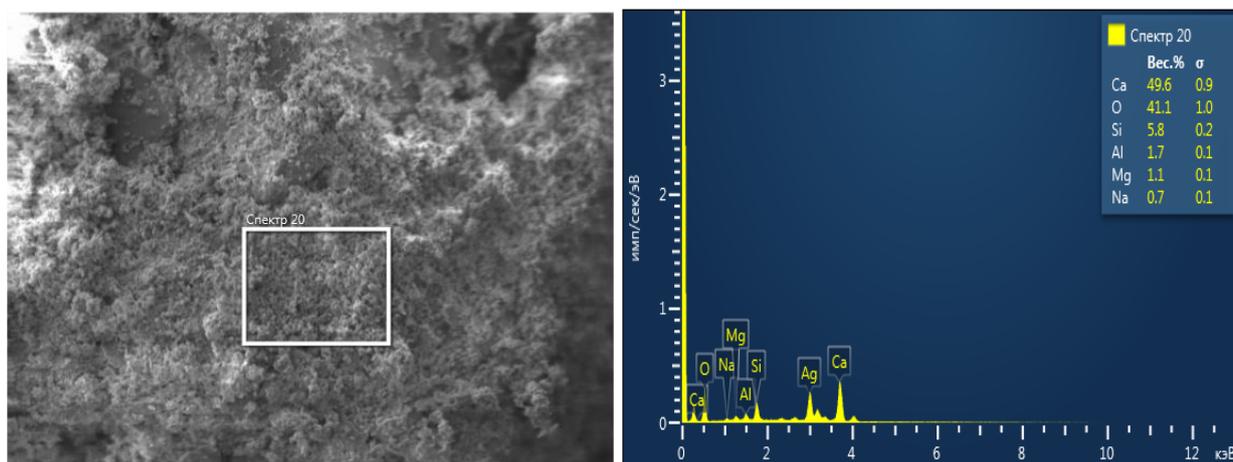
Олинган натижалардан шундай хулосага келиндикки, чиқинди дефекатни куйдириш вақтида дефекатнинг ҳажми ва зичлиги бироз ошади, буни чиқинди дефекат зарраларининг майдалашиши билан изоҳлаш мумкин.

Таҳлил натижаларига кўра дефекат заррачаларининг асосий қисми 10-30 микрон, ТМД зарралари эса иссиқлик билан ишлов бериш жараёнида вақтида буғ ва газ ҳосил бўлишида юзага келадиган механик кучланишлар сабабли, дастлабки агрегатларнинг йўқ қилиниши туфайли 5-15 микронга айланади. Шундан маълум бўладики ҳарорат ошиши билан майда заррачаларнинг масса улуши ортади. Бу органик кислоталарнинг кальцийли тузларининг парчаланиши билан боғлиқ. Шунинг учун куйдириш ҳароратининг қийматга таъсирини аниқлаш муҳим аҳамиятга эга. Дефекат зарраларининг ўзига хос юзасини яъни S ни аниқлаш учун бир қатор параллел тажрибалар ўтказилди, жумлада метилен кўки ёрдамида амалга оширилди. Олинган маълумотлар шуни кўрсатдики, чиқинди дефекатни куйдириш вақтида дефекатнинг ҳажми ва зичлиги бироз ошади, буни чиқинди дефекат зарраларининг майдалаши билан изоҳлаш мумкин.



Match! Copyright © 2003-2024 CRYSTAL IMPACT, Bonn, Germany

1-Расм. ТМДнинг рентгенограммаси

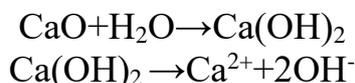


2-расм. ТМДнинг электрон-микроскопик тасвири

600⁰С ва ундан юқори иссиқлик ҳароратида органик қисмнинг ёниши содир бўлади, бунда углероднинг ҳосил булиши ва кальций карбонатга тегишли бўлган чўққиларнинг мавжудлигини шунингдек, дастлабки дефекат таркибида мавжуд бўлган бирикмаларга хос бўлган чўққиларни йўқлигидан далолат беради.

Олинган СЭМ натижаларига кўра (EVOMA 10 маркали сканерлаш электрон микроскопи) ТМД таркибида дастлабки дефекат таркибига мавжуд бўлган органик таркибга кирадиган элементларнинг йўқлигини кўриш мумкин.

ТМД сувли эритмага қўшилса, СаО нинг эриши туфайли муҳит ишқорий бўлади:



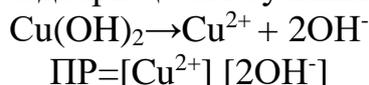
Металлардан оқава сувларни тозалаш жараёнларида рН муҳитнинг ва уларнинг эрувчанлик даражаси жуда муҳим рол ўйнайди, чунки кўплаб металл ионлари нейтрал ва ишқорий муҳитда гидроксидларни ҳосил қилади.

4-жадвал

Металларни сорбциясида рН таъсири

Реакция тенгламалари	Чўкманинг эрувчанлиги	рН нинг ўзгариши
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$	ПР = $1,2 \cdot 10^{-12}$	8-10
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$	ПР = $8,7 \cdot 10^{-19}$	9,5

Чўкманинг шаклланиш эҳтимоли ҳисоблаб чиқилганда бу эритмада мис (II) катионларининг гидроксидлари ҳосил бўлишини кўрсатди.



Ўзаро таъсир қилиш шартлари:

$$[\text{Cu}^{2+}] = 10 \text{ мг/л} \quad \text{рН} = 10$$

Тадқиқот объекти сифатида Навой кон–металлургия комбинатининг БИОКС ГМЗ-3 цехининг оқава сувлари ва шакар ишлаб чиқариш саноати чиқиндиси – дефекатнинг физик кимёвий таркиби ва хоссалари ўрганилди. Олинган маълумотлар қуйидаги жадвалларда келтирилган.

5-жадвал

Металлургия саноати оқава сувининг элемент таҳлили (мг/л)

Элементлар	Чиқинди сувлари	Қайта ишланган БИОКС ГМЗ-3 суви	РЭМ
Be	0,00036	0,0003	0,0002
Al	0,07	0,14	0,5
Mn	1,3	41	0,1
Ni	66,00	8,2	0,1
Cu	21,00	0,43	1,0
Zn	0,076	0,27	1,0
As	0,88	1,1	0,05
Se	1,0	0,41	0,01
Sr	4,8	3,0	7,0
Mo	2,8	0,4	0,25
Cd	0,00085	0,00098	0,001
Hg	0,000072	0,00008	0,0005
Pb	0,00013	0,0062	0,03
Th	0,00015	0,00046	-
U	2,4	0,64	0,7
Cr	0,023	0,026	0,5
Co	21,0	3,7	0,1

6-жадвал

ТМД ва бентонит композициялари ёрдамида тозалангандан кейинги элемент таҳлили (мг/л)

Элементлар	Заводнинг умумий чиқинди суви 100:2	Заводнинг умумий чиқинди суви 100:5	БИОКС суви 100:2	БИОКС суви 100:5
Be	0,00002	0,00001	0,00004	0,00003
Al	0,00340	0,00225	0,00654	0,00485
Mn	0,00185	0,00135	0,02785	0,01544
Ni	14,45000	8,875	0,12546	0,06785
Cu	16,35000	10,542	0,02845	0,02114
Zn	0,00489	0,00387	0,00845	0,00387
As	0,01245	0,00856	0,09887	0,07522
Se	0,27125	0,2845	0,09956	0,08875
Sr	0,9856	0,8689	0,87556	0,69850
Mo	0,06875	0,05865	0,00758	0,00421
Cd	0,00018	0,00018	0,00019	0,00019
Hg	0,00008	0,00005	0,00004	0,00003
Pb	0,00004	0,00002	0,00012	0,00009
Th	0,00003	0,00001	0,00028	0,00015
U	0,00062	0,00010	0,00785	0,00112
Cr	0,01425	0,00900	0,028754	0,02101
Co	8,25000	6,30000	0,01755	0,01321

ТМД нинг Mn, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Hg, Pb, Th, U, Cr, Co ионларига таъсири оқава сувларни тозалаш даражасига ўрганилди. 500 мл оқава сув намуналари ҳар хил дозаларда (умумий массанинг 2-5%) ТМД билан ишлов берилди.

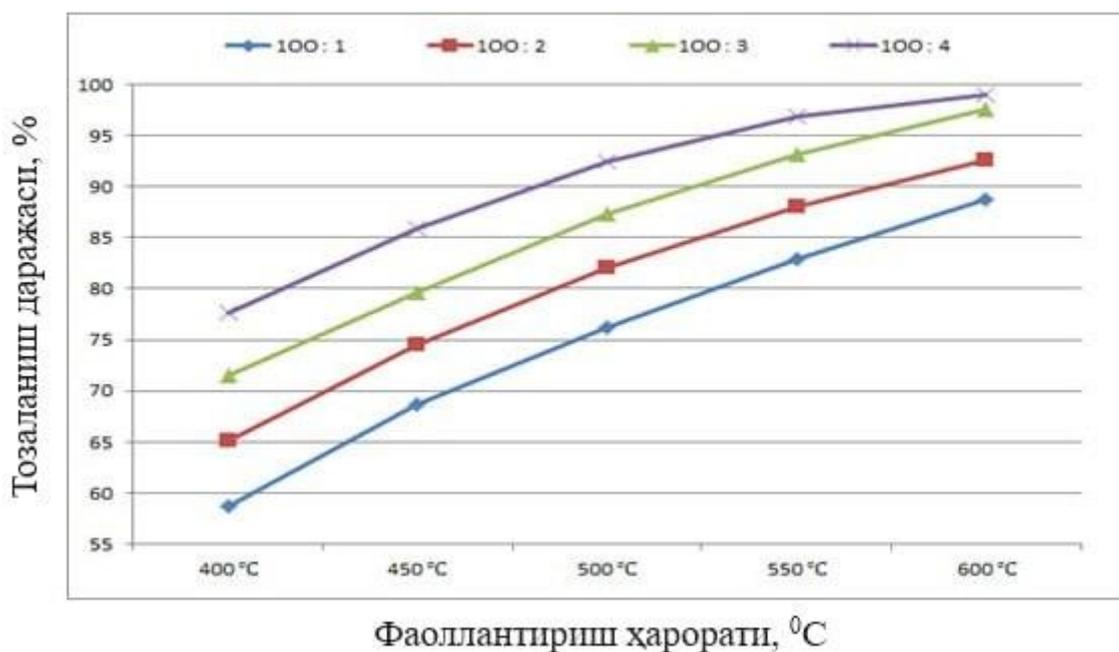
Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики дефекат миқдори 2 дан 5% гача ошириш билан саноат оқава сувларини РЭМ стандартларига тозалаш мумкин. Элементларни тозалашга алоҳида эътибор берилганда Mn -99,9%; As-99,1%; Mo-98%; U-100%; Be, Al-97,2% кўрсаткичга қадар тозаланганлигини кўриш мумкин. Аниқланишича, 600⁰ С да олинган ТМД саноат оқава сувларини рухсат этилган меъёргача тозалайди ва бу сувдан заводнинг техник эҳтиёжлари учун фойдаланиш имкониятини беради.

Навоий кон-металлургия комбинатининг чиқинди сувларини тозалаш бўйича ўтказилган тажрибалар термик модификацияланган дефекат ва МАФ эритмасидан фойдаланиш истикболини кўрсатди. Айниқса, самарали пасайиш Mn, Ni, Cr, Mo, U ва Co каби оғир металлларнинг ионлари билан қайд этилди, бу ерда тозалаш даражаси чиқинди сувида 70% дан 90% гача, истемол эса 10 г/л дефекат ва 15 мл/ л МАФ ни ташкил этди. Шуни ҳам таъкидлаш керакки, ҳосил бўлган чўкмалар қимматбаҳо металлларни олиш учун ишлатилиши мумкин.

6-жадвал

ТМД ва МАФ эритмаси (мг/л) ёрдамида тозалашдан сўнг оқава сувларини масса спектрометриқ таҳлили натижалари

Элемент	ТМД ва 10% моноаммоний фосфат (МАФ) эритмасини сарфи		
	ТМД (1%)	ТМД (1%), МАФ 10 мл/л	ТМД (1%), МАФ 15мл/л
Be	0,000011	0,000010	0,000009
Al	0,003360	0,003055	0,002800
Mn	0,001904	0,001731	0,001587
Ni	14,560000	13,236364	12,133333
Cu	12,320000	11,200000	10,266667
Zn	0,005152	0,004684	0,004293
As	0,011200	0,010182	0,009333
Se	0,302400	0,274909	0,252000
Sr	1,008000	0,916364	0,840000
Mo	0,068320	0,062109	0,056933
Cd	0,000179	0,000163	0,000149
Hg	0,000078	0,000071	0,000065
Pb	0,000034	0,000031	0,000028
Th	0,000022	0,000020	0,000019
U	0,000672	0,000611	0,000560
Cr	0,015680	0,014255	0,013067
Co	7,840000	7,127273	6,533333



3-Расм. ТМД ёрдамида чиқинди сув таркибидаги темир ионлари камайишининг дефекатни фаоллантириш ҳароратига ва нисбатига боғлиқлиги

7-жадвал

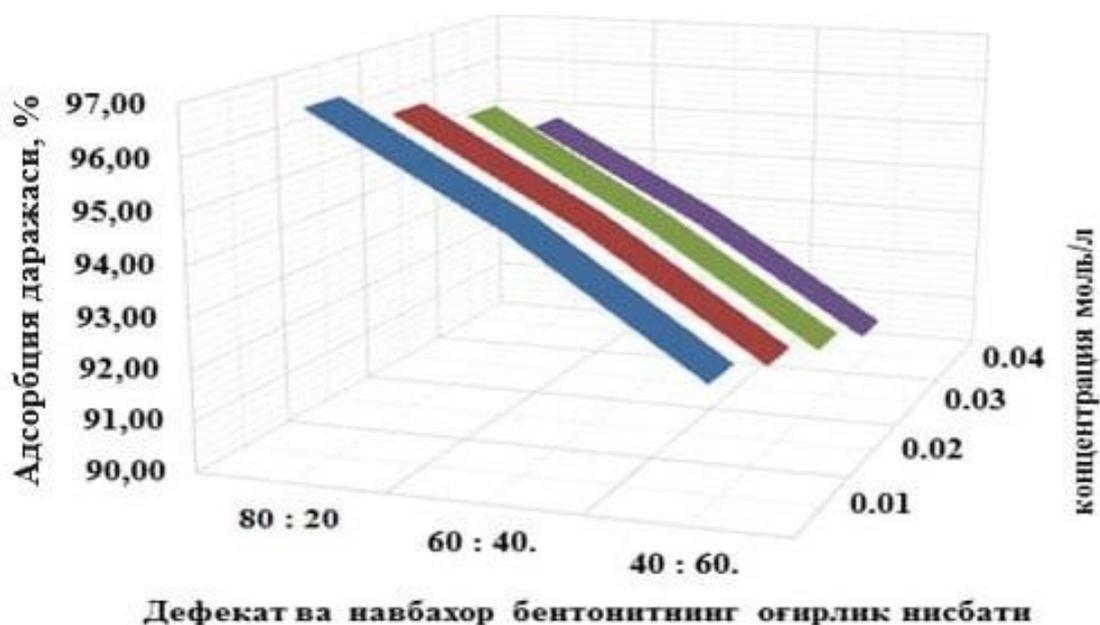
Мис сульфат эритмасидаги Cu^{2+} ионини адсорбцияланишининг эритма коцентратцияси ва оғирлик нисбатига боғлиқлиги

№	Конц-я, мг/л	Эритмада қолган миқдори, мг/л	Адсорбцияда ютилган миқдори, мг/л
ТМД ва бентонит оғирлик нисбати = 80:20			
1	0.01	0.000314	0.009686
2	0.02	0.000758	0.019242
3	0.03	0.001314	0.028686
4	0.04	0.002072	0.037928
ТМД ва бентонит оғирлик нисбати = 60:40			
5	0.01	0.000518	0.009482
6	0.02	0.001166	0.018834
7	0.03	0.001938	0.028062
8	0.04	0.002852	0.037148
ТМД ва бентонит оғирлик нисбати = 40:60			
9	0.01	0.000768	0.009232
10	0.02	0.001654	0.018346
11	0.03	0.002658	0.027342
12	0.04	0.003780	0.036220

Олинган натижалар шуни кўрсатдики, дефекатни фаоллаштириш ҳарорати ҳамда чиқинди сувга нисбатан турли нисбатларида дефекат композициялари билан умумий темир ионларинининг чиқинди сув таркибидан тозаланиши ортиб борганлиги аниқланди (4-расм). Масалан

дефекатни 450⁰ С да фаоллаштириб олинган намунани чиқинди сув билан 100 : 1 оғирлик нисбатида қўшиб тозаланганда темир ионларининг 68,66 % тозаланган бўлса шу ҳароратда 100:3 оғирлик нисбатида 71,54 % темир ионларидан тозаланганини кўрсатди. Чиқинди сув ва фаоллаштирилган дефекатнинг 100:4 оғирлик нисбатида дефекат 400⁰ С да фаоллантирилганда 77,65 %, 500⁰ С да фаоллантирилганда 92,39 %, 600⁰ С да фаоллантирилганда эса 99,05 % темир ионларида тозаланиш имконияти борлиги аниқланди.

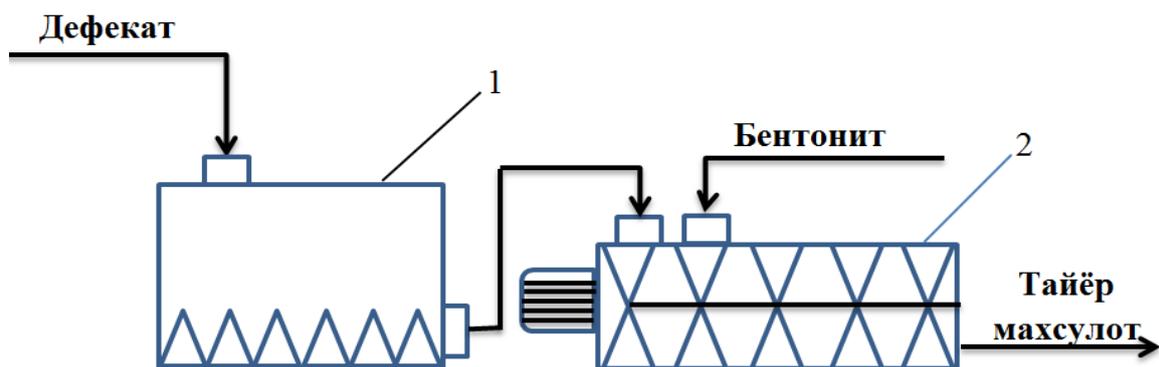
Кейинги тадқиқотда, ТМД ва Навбахор бентонит асосида олинган композитлардаги дефекатнинг оғирлик нисбати ортиши билан мис сульфат эритмасидаги мис ионларининг адсорбцияда ютилган миқдори ортиб борганлигини кўрсатди. Юқоридаги натижалар шуни кўрсатадики, олинган намуна эритма таркибидаги Cu^{2+} ионини 96,86 % гача тозаланганини кўриш мумкин. Бу усулдан фойдаланиш, саноат оқава сувлари таркибидаги металлларни тозалаш имконияти мавжудлигини кўрсатади.



4-Расм. ТМД ва бентонит композицияларида Cu^{2+} ионини адсорбцияси

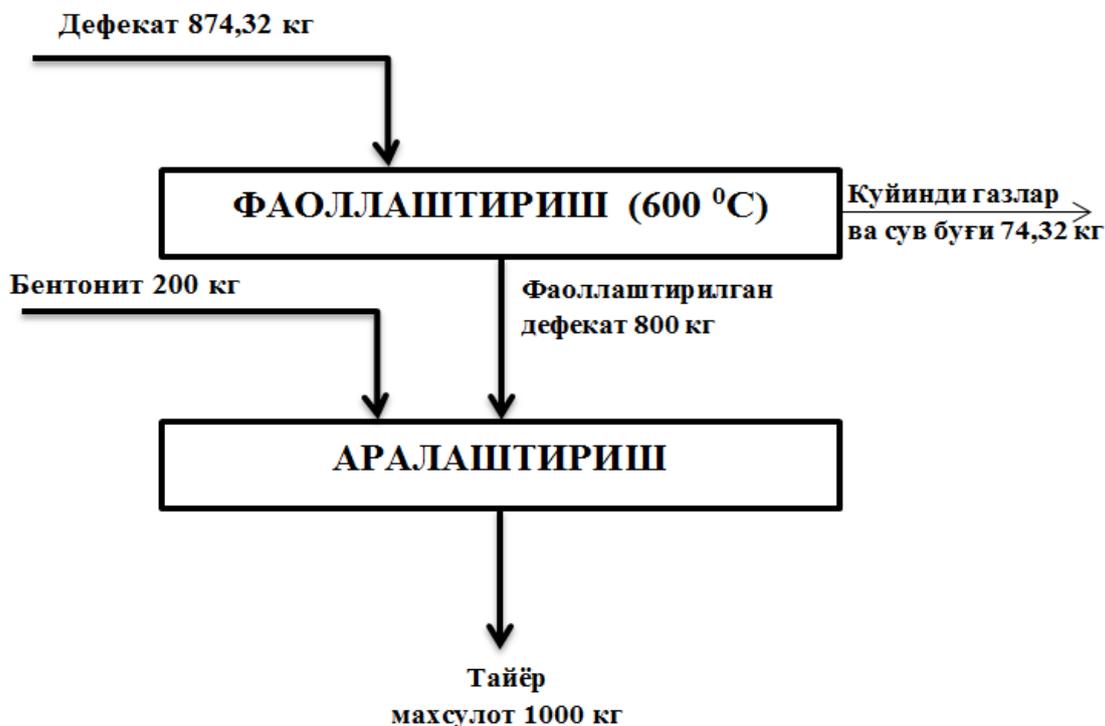
Диссертациянинг «Оқава сувларни тозалаш учун сорбцион материаллар олиш ва қўллаш технологияси» деб номланган тўртинчи бобда термик модификацияланган дефекат олиш (ТМД), ҳамда термик модификацияланган дефекат ва бентонит композициялари ёрдамида саноат оқава сувларини тозалаш технологияси, шунингдек техник иқтисодий кўрсаткичлари келтирилган.

Дастлабки ҳосил бўлган чиқинди дефекатни модификациялаб фаоллаштириш жараёни ва ҳосил булган ТМД ни бентонит билан аралаштириб композицион реагент-сорбент олиш жараёнининг технологик схемаси қуйидагидан иборат:

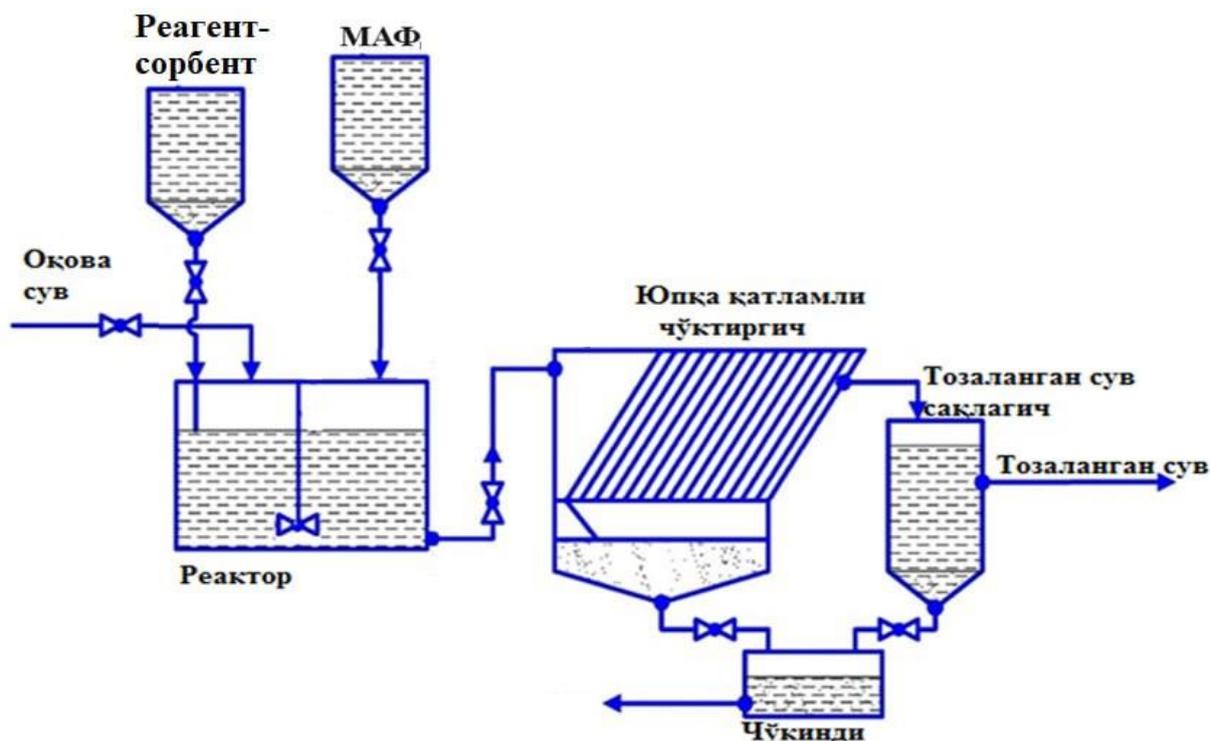


5-Расм. Чиқинди дефекатни термик модификациялаб ва бентонит асосидареагент-сорбент олиш технологияси (1-куйдириш печи, 2-аралаштиргич)

ТМД ва бентонит асосида регент-сорбент олиш жараёнида иқтисодий жиҳатдан ҳисоблаш ишлари олиб борилганда дефекатни фаоллаштириш жараёнида ажраладиган куюнди газлар ва сув буғининг ҳисобига термик қиздириш учун олинган дефекатнинг 85 % миқдори ТМДга айланади. Олиб борилган тадқиқотлар натижасига кўра дефекат ва бентонит аралашмаси 80:20 нисбат оптимал натижа эканлиги ўз исботини топди. Шунга кўра 1000 кг РС олиш учун 874,32 кг дефекат ва 200 кг бентонид сарфланиши аниқланди.



6-Расм. Дефекатни термик модификациялаб ва бентонит асосида тайёр реагент-сорбент олишнинг моддий баланси



7-Расм. Чўкинди сувлари тозалаш технологияси

Дастлабки дефекат печда иссиқлик билан ишлов берилади, шундан сўнг у бункерга юборилади. Кейин, чўкинди сув ва ҳисобланган миқдорда моноаммоний фосфатнинг 10% эритмаси бир вақтнинг ўзида реакторга тушади ва 20 дақиқа давомида аралаштирилади. Шундан сўнг, ҳосил бўлган суспензия юпқа қатламли чўктиргичга юборилади, у ерда тозаланган сув чўкиндидан ажратилади.

8-жадвал

ТМД, бентонит ва МАФ асосида 1000 м³ оқова сувини тозалаш тан нархи

Манба материаллари	1000 м ³ чўкинди сувни тозалаш учун истеъмол коэффициенти (тонна)	дастлабки моддаларнинг 1 тонна нархи, сўм	Сумма, сўм
ТМД асосида			
1000 м ³ оқова сувни тозалаш учун жами харажатлар, сўм	-	-	3080000
МД	20,0 (2%)	140000	2800000
1000 м ³ оқова сувни тозалаш қўшимча харажатлари, сўм	-	-	280000
ТМД ва бентонит асосида			
1000 м ³ оқова сувни тозалаш учун жами харажатлар, сўм	-	-	3784000
ТМД	16,0 (1,6%)	140000	2240000
Бентонит	4,0 (0,4%)	300000	1200000

1000 м ³ оқава сувни тозалаш қўшимча харажатлари, сўм	-	-	344000
ТМД ва МАФ асосида			
1000 м ³ оқава сувни тозалаш учун жами харажатлар, сўм	-	-	2242500
ТМД	10,0 (1%)	140000	1400000
МАФ	0,1 (10% эрт. 10 мл/л)	3250000	325000
1000 м ³ оқава сувни тозалаш қўшимча харажатлари, сўм	-	-	517500
ТМД, бентонит ва МАФ асосида			
1000 м ³ оқава сувни тозалаш учун жами харажатлар, сўм	-	-	2684500
ТМД	8,0 (0,8%)	140000	1140000
Бентонит	2,0 (0,2%)	300000	600000
МАФ	0,1(10% эрт. 10 мл/л)	3250000	325000
1000 м ³ оқава сувни тозалаш қўшимча харажатлари, сўм	-	-	619500

ХУЛОСА

1. Саноат чиқиндиси - дефекатдан сорбцион материал олиш имкониятлари, термик модификациялашнинг физик-кимёвий хоссаларига таъсири асосланди.

2. Дифференциал термик таҳлил натижаларига кўра, углероднинг интенсив ёниши 615⁰С ҳароратда бошланиши ва 700⁰С ҳароратда тугаши, дефекатни ёқиш пайтида ҳосил бўлган углерод тузилиши жиҳатидан коксга яқинлигини, унинг ёниб кетишини олдини олиш учун термик пиролизни 580...600⁰ С ҳароратда олиб бориш зарурлиги исботланди.

3. Рентгенограммадан ТМД ва бентонитдан асосидаги композиция таркибида алюминий силикат ва кальций оксид, кальций карбонат, шунингдек органик таркибнинг ёниши натижасида ҳосил бўлган углеродга оид бўлган чўққилар борлиги аниқланган.

4. Паст концентрацияли эритмаларда метил кўкининг ютилиш даражаси 1-5 мг/л концентрацияларда 80-90% ни, 10-20 мг/л концентрацияли эритмаларда эса 70-75 % эканлигини аниқланган.

5. ТМД ва бентонитнинг 80:20 оғирлик нисбатидаги композицияларида 0,01 м/л концентрациядаги эритмани Cu²⁺ ионларини ютилиш миқдори 96,86 % ни, 60:40 оғирлик нисбатидаги композиция 94,82 % ни, 40:60 оғирлик нисбатидаги композиция эса 92,32 % га тенглиги аниқланди.

6. ТМД ёрдамида металлургия саноати оқава сувлари 2-5% кўшиб тозаланганда, оқава сув таркибидаги Mn -99,9%; As -99,1%; Mo-98%; U-100%; Be, Al-97,2% ионларини тозалашни аниқланган.

7. ТМДни 550⁰ С да фаоллаштириб олинган намунани чиқинди сув билан 100:1 оғирлик нисбатида кўшиб тозаланганда темир ионларининг 68,66 % тозаланган бўлса шу ҳароратда 100:3 оғирлик нисбатида 71,54 % темир ионларидан тозалашни исботланган.

8. ТМД да металл ионлари сорбцион, коагуляцион ва реагентли усуллар механизми орқали тозалаши аниқланган.

9. Дефекатни термик модификациялаб (ТМД) реагент-сорбент олиш технологияси ишлаб чиқилган.

10. ТМД ва бентонит композициялари ёрдамида саноат оқава сувлари таркибидан металл ионларини тозалаш технологияси ишлаб чиқилган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02/30.12.2019.К/Т.35.01 ПРИ ИНСТИТУТЕ
ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ**

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

АЗИМОВА ДУРДОНА АБДУЛЛОЕВНА

**ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ АДСОРБЕНТА НА ОСНОВЕ
ДЕФЕКТА И БЕНТОНИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛОВ,
СОДЕРЖАЩИХСЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ**

02.00.11 – Коллоидная и мембранная химия

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

Ташкент – 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2024.2.PhD/T4578.

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.iopx.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу (www.ziyonet.uz)

Научный руководитель:

Салиханова Дилноза Саидакбаровна
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Якубов Йўлдош Юсунбаевич
доктор химических наук, профессор

Эшметов Расул Жумязович
доктор технических наук

Ведущая организация:

Наманганский инженерно-технологический институт

Защита состоится «27» августа 2024 г. в «14⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 при Институте общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: iopxanruz@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии (зарегистрирована за № 19) Адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а). Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90.

Автореферат диссертации разослан «12» августа 2024 года (реестр протокола рассылки № 19 от «12» августа 2024 года)




Закиров Б.С.
Председатель научного совета по присуждению
ученой степени, д.х.н., проф.


Жумаева Д.Ж.
В.в.о. Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученой степени, д.т.н., проф.


И.Д. Эшметов
Председатель Научного семинара при
научном совете по присуждению ученой
степени, д.т.н., проф.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день с увеличением числа производственных предприятий в мире также возрастает количество экологических проблем. К ним в основном относятся твердые (использованные адсорбенты, катализаторы и др.) и жидкие отходы (сточные воды, различные растворы и др.). Твердые отходы в настоящее время приводят к нарушению экологической системы окружающей среды производственных предприятий и оказывают негативное влияние на здоровье населения. Жидкие отходы также загрязняют водные ресурсы, нарушая экосистему. Для их очистки можно использовать импортируемые адсорбенты, но это влечет за собой новые экономические проблемы. Поэтому важное значение имеет решение экологической и экономической проблемы путем производства адсорбентов и реагентов для утилизации и регенерации этих отходов.

В мире проводятся научные и практические исследования по очистке промышленных сточных вод и их возврату в повторный цикл. В этом направлении уделяется особое внимание обоснованию ряда научных решений, в том числе: изучение состава промышленных сточных вод; исследование состава и физико-химических свойств отхода сахарной промышленности – дефеката; определение оптимальных условий для модификации дефеката и получения сорбционного материала; выявление сорбционных свойств реагент-сорбционного материала, полученного с помощью дефеката, при различных адсорбатах; изучение адсорбционных свойств сорбционного материала, полученного с использованием композиций дефеката и бентонита.

В республике достигнуты значительные научные и практические результаты по получению адсорбентов на основе местного сырья и очистке промышленных сточных вод с их помощью. В третьем направлении стратегии развития Нового Узбекистана, направленной на дальнейшее развитие Республики Узбекистан на 2022-2026 годы определены задачи в направлениях «Обеспечение устойчивости национальной экономики и увеличение промышленности в общей внутренней продукции, увеличение объема производства промышленности продукции в 1,4 раза...»². В этом аспекте производство эффективных сорбент-реагентов на основе местного сырья и отходов имеет большое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит осуществлению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», «№ УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе ускоренного развития химической промышленности на 2017-2021 годы», № ПП-3983 от

² Указ Президента Республики Узбекистан УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» от 28 января 2022 года.

25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан», а также в других нормативно-правовых документах, относящихся к данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в республике VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. На сегодняшний день зарубежные ученые, такие как В.С. Петров, Ю.В. Поконова, Н.Ф. Федоров, Н.И. Богданович, Ю.Я. Филоненко, В.И. Павленко, Ж.А. Свергузова, Н.С. Лупандина, Х. Марш, Х.А. Жонгхуа, К.О. Моханти, К. Окада и другие, ведут исследования по получению и применению реагентов и адсорбентов на основе чистого сырья и отходов для очистки промышленных сточных вод.

В Узбекистане учеными С.А. Ахмедовым, Э.А. Ариповым, Ф.Л. Глекелем, С.С. Хамраевым, С.Н. Аминовым, А.А. Агзамходжаевым, У.А. Ахмедовым, Г.У. Рахматкариевым, С.З. Муминовым, Б.Н. Хамидовым, В.П. Гуро, Г.Р. Нарметовой, С.А. Абдурахимовым, И.К. Сатаевым, О.К. Бисенбаевым, И.Д. Эшметовым, Д.С. Салихановой, Д.Ж. Жумаевой и другими рассматриваются проблемы регенерации и утилизации промышленных отходов, проводятся научные исследования по получению адсорбентов на основе местного сырья для их очистки.

В настоящее время начаты работы по получению нового реагента-сорбента путем утилизации отхода сахарной промышленности – дефеката, и по очистке кислых промышленных сточных вод. Однако научные исследования по очистке промышленных сточных вод, содержащих ионы металлов, и изучению механизмов этих процессов пока не проводились.

Связь исследования с научно-исследовательскими планами научно-исследовательского учреждения, в котором была выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ Института общей и неорганической химии по теме практического проекта П-402104235 «Получение углеродных адсорбентов на основе местных углей для адсорбционной очистки глицерина и соевых масел» (2021-2023 гг.)

Целью исследования является получение сорбента-реагента на основе дефеката и бентонита и его применение для очистки сточных вод металлургической промышленности от ионов металлов.

Задачи исследования:

изучение состава и физико-химических свойств отхода сахарной промышленности – дефеката;

определение оптимальных условий получения сорбционного материала на основе термомодифицированного дефеката;

определение сорбционных свойств сорбционного материала, полученного с использованием дефеката, при различных адсорбатах;

изучение адсорбционных свойств сорбционного материала, полученного с использованием композиций термомодифицированного дефекаата и бентонита;

изучение состава сточных вод металлургической промышленности;

получение термически модифицированного дефекаата, создание композиций на его основе с бентонитом и разработка технологии очистки промышленных сточных вод.

Объектами исследования являются отход сахарной промышленности – дефекаат (Д), термически модифицированный дефекаат (ТМД), бентонит и их композиции.

Предметом исследования являются методы получения композиций на основе дефекаата и бентонита, механизмы очистки промышленных сточных вод с помощью полученных реагент-сорбентов, а также закономерности сорбции металлов.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы использованы аналитические и физико-химические методы исследования, сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) и др.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

доказано, по результатам дифференциального термического анализа, что интенсивное горение углерода начинается при температуре 615 °С и заканчивается при 700 °С, что свидетельствует о близости углеродной структуры, образующейся при обжиге дефекаата (Д), к коксу, поэтому необходимо проведения термического пиролиза при температуре 580-600°С для предотвращения его возгорания;

установлено, что степень поглощения метилового синего ТМД в растворах низкой концентрации (1-5 мг/л) составляет 80-90%, а в растворах концентрацией 10-20 мг/л – 70-75%;

определено, что композиции термически модифицированного дефекаата (ТМД) и бентонита в соотношении 80:20 по массе поглощают ионы Cu^{2+} из раствора с концентрацией 0,01 м/л на 96,86%, композиции в соотношении 60:40 – на 94,82%, а в соотношении 40:60 – на 92,32%;

установлено, что при очистке сточных вод металлургической промышленности с использованием ТМД (при добавлении 2-5%) степень удаления ионов Mn составляет 99,9%, As – 99,1%, Mo – 98%, U – 100%, Be и Al – до 97,2%;

разработана технология получения сорбент-реагента на основе термически модифицированного дефекаата (ТМД) и бентонита;

разработана технология очистки промышленных сточных вод от ионов металлов с помощью композиций термически модифицированного дефекаата (ТМД) и бентонита.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

созданы возможности для получения углеродного сорбент-реагента на основе отхода сахарной промышленности – дефекаата;

разработана технология получения композиций на основе дефекаата и бентонита.

Достоверность результатов исследования. Полученные результаты обоснованы использованием современных методов исследования (рентгенофазовый, электронно-микроскопический, спектрофотометрический, калориметрический, кондуктометрический) и подтверждены опытно-промышленными испытаниями.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в улучшении сорбционных свойств дефеката, отхода сахарной промышленности, путем его термического обжига и карбонизации, а также в улучшении седиментационных характеристик за счет получения композиций с использованием бентонита. Кроме того, изучение сорбции металлов из модельных и реальных растворов на полученных композициях служит основой для получения сорбент-реагента.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке технологии получения нового сорбента-реагента путем утилизации отходов местных производственных предприятий. Использование реагента-сорбента для сорбции драгоценных металлов из сточных вод металлургической промышленности создаст возможности для их извлечения. Также это будет полезно в образовательном процессе подготовки магистров и бакалавров в учебных заведениях в сфере химии и химической технологии.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов по получению и применению адсорбентов на основе дефеката и бентонита для очистки сточных вод от металлов:

метод модификации дефеката, отхода сахарной промышленности, для получения сорбента-реагента внедрена в производство АО «Navoiy kon-metallurgiya kombinati» (справка АО «Navoiy kon-metallurgiya kombinati» 23/01-01-07/371 от 15 июля 2024 года). Это обеспечивает возможность утилизации промышленных отходов и получения химического сорбента-реагента.

технология применения композиций на основе карбонизированного дефеката и бентонита для сорбции ионов металлов из сточных вод включена в «Перечень перспективных разработок для реализации в 2025-2030 годах» АО «Электрохимический завод» (справка АО «Электрохимический завод» №436/1 от 15 декабря 2023 года). Это позволяет возвращать очищенные сточные воды в систему в качестве технической воды.

Апробация результатов исследования. Основные результаты данного исследования обсуждались на 6 международных и 15 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликование результатов исследования. По теме и материалам диссертации опубликовано 27 научных работ, в том числе 6 научных статей, 4 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объём диссертации составляет 118 страниц.

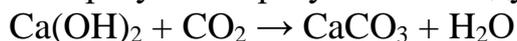
ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и необходимость проведенных исследований, сформулированы цель и основные задачи исследования, описаны объекты и предметы исследования, показано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения о внедрении результатов исследования, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием «**Влияние сточных вод металлургической промышленности на окружающую среду, методы их очистки и тенденции развития**» представлен обзор литературы, в котором описаны состав, химические и физические свойства сточных вод металлургической промышленности, а также их влияние на окружающую среду. Рассмотрены современные методы, подходы и практическое значение очистки сточных вод, типы адсорбентов, их свойства и технологии применения. Освещены преимущества и недостатки методов очистки сточных вод.

Во второй главе диссертации под названием «**Классификация сырья и методы получения сорбционных материалов для очистки сточных вод**» представлены характеристики объектов исследования, описаны методы анализа, использованные в экспериментах и испытаниях. Приведены данные о структуре, составе и физико-химических свойствах дефеката – отхода сахарной промышленности, и Навбахорского бентонита. Описаны физико-химические обоснования процессов получения сорбен-реагентов (РС) на основе дефеката и бентонита, а также результаты исследований по их эффективному применению для очистки промышленных сточных вод.

В процессе производства сахара в качестве сырья используется сахарная свекла. В этом процессе свеклу нарезают на мелкие кусочки, из которых извлекают диффузионный сок. Образование дефеката происходит при очистке полученного диффузионного сока. Основным компонентом дефеката является CaCO_3 , который образуется в результате следующей реакции.



Химический, термический, сканирующий электронно-микроскопический и рентгенографический анализы показали, что состав и свойства дефеката и бентонита включают практически все спектры компонентов, необходимых для получения реагентов-сорбентов, способных обезвреживать металлы в промышленных сточных водах. По своим характеристикам дефекат и бентониты полностью подходят для переработки в сорбенты.

Таблица 1

Состав дефеката

Составная часть	%
Карбонат кальция	74,24
Пектиновые вещества	1,72
Безазотистые органические вещества	9,11
Азотистые органические вещества	6,14
Сахар	2,15
Кальциевые соли органических кислот	2,64
Фосфор	0,64
Магний	0,42
Калий	0,34
Другие минералы	2,60

Таблица 2

Химический состав Навбахорского бентонита, %

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	Другие
57,86	13,79	5,49	1,25	0,32	1,48	1,51	1,74	0,43	0,75	15,38

В третьей главе диссертации под названием «Исследование процессов получения сорбент-реагента на основе дефеката и бентонита» представлены исследования по очистке растворов Cu²⁺ и Fe²⁺ и промышленных сточных вод с использованием сорбционных материалов, полученных на основе термически модифицированного дефеката (ТМД) и бентонита. Также изучено воздействие раствора моноаммонийфосфата на сточные воды.

Таблица 3

Изменение физических и химических свойств дефеката при обжиге при различных температурах

Температура обжига, °С	Цвет	Плотность, кг/м ³
500	коричневый	2680
550	тёмно-серый	2700
600	чёрный	2720
650	тёмно-серый	2790
700	светло-серый	2860
750	бело-серый	2890
800	бело-серый	2910
850	желтовато-белый	2930
900	белый	2950

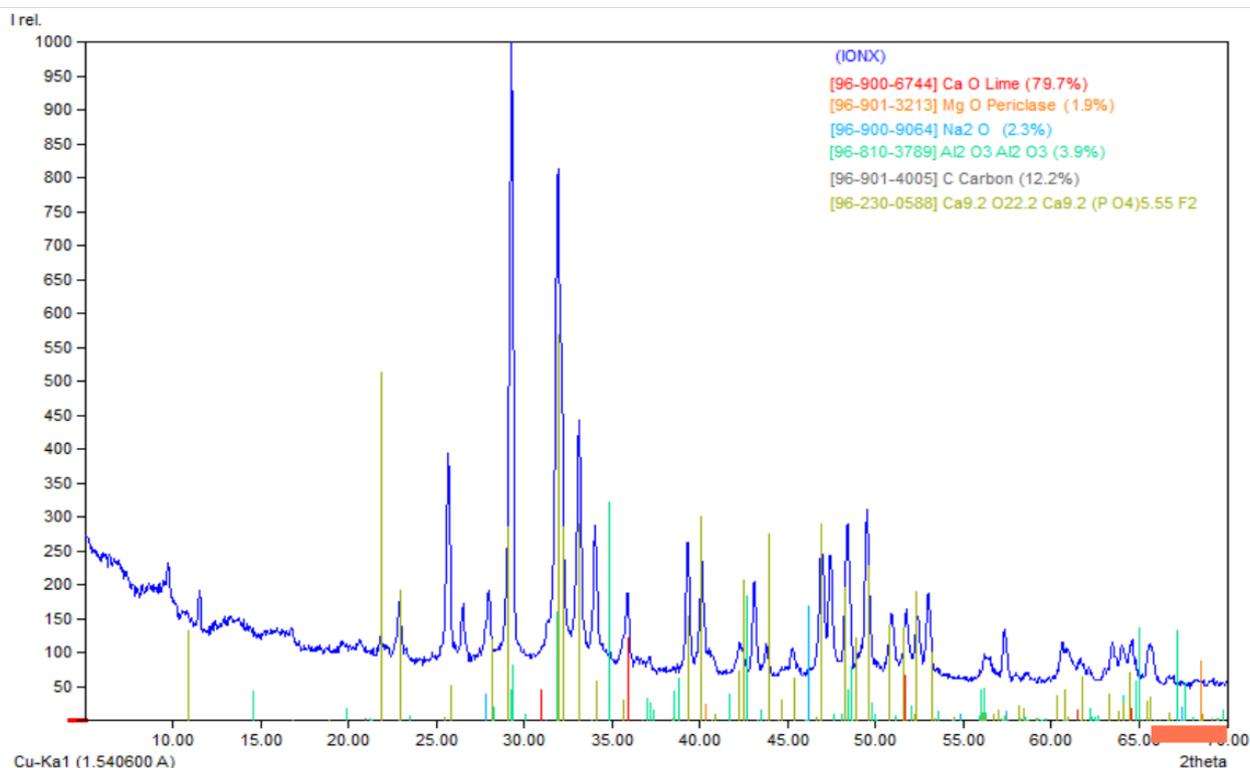
Процесс получения ТМД осуществляется в печи для обжига. Изменение цвета отхода дефеката с серого на черный указывает на процесс карбонизации органических веществ, а последующее снижение интенсивности черного цвета указывает на процесс окисления углерода до СО₂. При температуре обжига 600°С черный цвет достигает своей

максимальной интенсивности. Таким образом, тепловая обработка дефеката приводит к получению мелкодисперсного порошка, на поверхности которого находятся продукты карбонизации органических веществ в различных степенях. В таблице ниже приведены данные о объеме и плотности образцов ТМД при различных температурах.

Из полученных результатов видно, что при обжиге дефеката его объем и плотность немного увеличиваются, что можно объяснить уменьшением размера частиц отхода дефеката.

По результатам анализа, основная часть частиц дефеката имеет размеры 10-30 микрон, в то время как частицы ТМД в процессе тепловой обработки из-за механических напряжений, возникающих при образовании пара и газа, и разрушения первоначальных агрегатов, уменьшаются до 5-15 микрон. Это указывает на то, что с увеличением температуры доля мелких частиц увеличивается, что связано с разложением кальциевых солей органических кислот. Поэтому важно определить влияние температуры обжига на эти значения.

Для определения удельной поверхности частиц дефеката (S) было проведено несколько параллельных экспериментов, в том числе с использованием метиленового синего. Полученные данные показывают, что при обжиге дефеката его объем и плотность несколько увеличиваются, что можно объяснить уменьшением размеров частиц отхода дефеката.



Match! Copyright © 2003-2024 CRYSTAL IMPACT, Bonn, Germany

Рис. 1. Рентгенограмма ТМД

При температуре 600°C и выше происходит горение органической части, что свидетельствует об образовании углерода и наличии пиков, характерных для кальций карбоната, а также об отсутствии пиков, характерных для соединений, присутствующих в первоначальном составе дефеката.

Согласно результатам сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), выполненной на микроскопе марки EVOMA 10, в составе ТМД отсутствуют элементы, входящие в органическую составляющую первоначального дефеката.

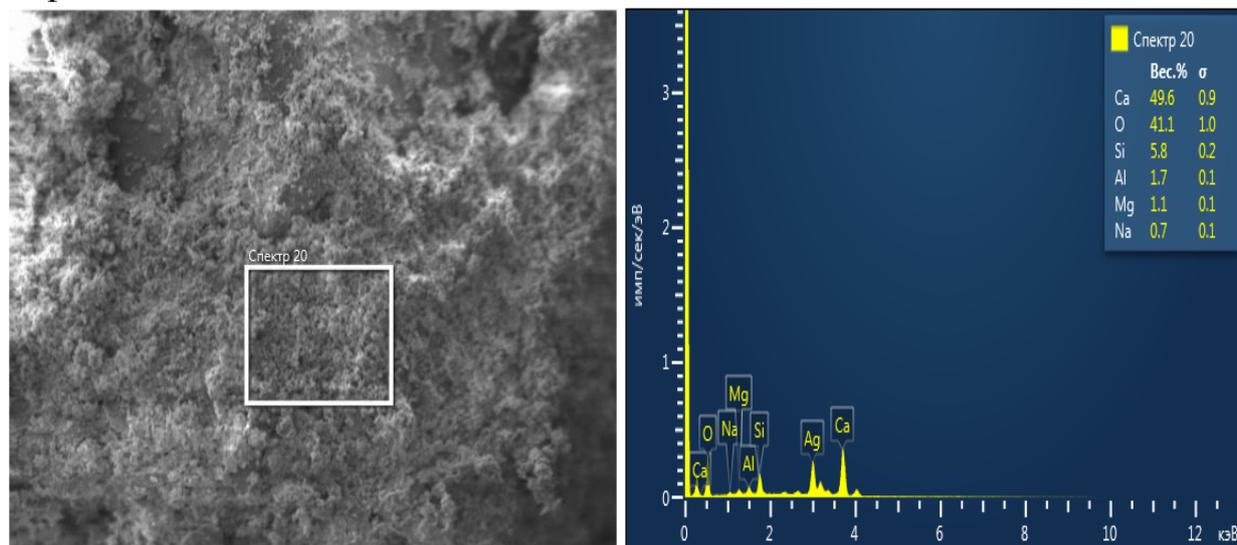
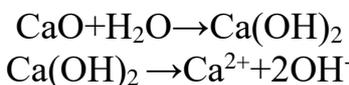


Рис. 2. Электронно-микроскопическое изображение ТМД

При добавлении ТМД в водный раствор, за счет растворения CaO среда становится щелочной:



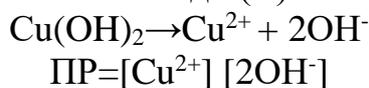
В процессах очистки сточных вод от металлов pH среды и степень их растворимости играют очень важную роль, поскольку многие ионы металлов образуют гидроксиды в нейтральной и щелочной среде.

Таблица 4

Влияние pH на сорбцию металлов

Реакционные уравнения	Растворимость осадка	Изменение pH
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$	ПР = $1,2 \cdot 10^{-12}$	8-10
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$	ПР = $8,7 \cdot 10^{-19}$	9,5

При расчете вероятности образования осадка видно, что в растворе формируются гидроксиды катионов меди (II).



Условия взаимодействия:

$$[\text{Cu}^{2+}] = 10 \text{ мг/л} \quad \text{pH} = 10$$

Таблица 5

Элементный анализ сточных вод металлургической промышленности (мг/л)

элементы	сточные воды	переработанная вода БИОКС ГМЗ-3	ПДК
Be	0,00036	0,0003	0,0002
Al	0,07	0,14	0,5
Mn	1,3	41	0,1
Ni	66,00	8,2	0,1
Cu	21,00	0,43	1,0
Zn	0,076	0,27	1,0
As	0,88	1,1	0,05
Se	1,0	0,41	0,01
Sr	4,8	3,0	7,0
Mo	2,8	0,4	0,25
Cd	0,00085	0,00098	0,001
Hg	0,000072	0,00008	0,0005
Pb	0,00013	0,0062	0,03
Th	0,00015	0,00046	-
U	2,4	0,64	0,7
Cr	0,023	0,026	0,5
Co	21,0	3,7	0,1

Таблица 6

Элементный анализ после очистки с помощью композиций ТМД и бентонита (мг/л)

Элементы	Заводские сточные воды 100:2	Заводские сточные воды 100:5	Вода БИОКС 100:2	Вода БИОКС 100:5
Be	0,00002	0,00001	0,00004	0,00003
Al	0,00340	0,00225	0,00654	0,00485
Mn	0,00185	0,00135	0,02785	0,01544
Ni	14,45000	8,875	0,12546	0,06785
Cu	16,35000	10,542	0,02845	0,02114
Zn	0,00489	0,00387	0,00845	0,00387
As	0,01245	0,00856	0,09887	0,07522
Se	0,27125	0,2845	0,09956	0,08875
Sr	0,9856	0,8689	0,87556	0,69850
Mo	0,06875	0,05865	0,00758	0,00421
Cd	0,00018	0,00018	0,00019	0,00019
Hg	0,00008	0,00005	0,00004	0,00003
Pb	0,00004	0,00002	0,00012	0,00009
Th	0,00003	0,00001	0,00028	0,00015
U	0,00062	0,00010	0,00785	0,00112
Cr	0,01425	0,00900	0,028754	0,02101
Co	8,25000	6,30000	0,01755	0,01321

В качестве объектов исследования были изучены сточные воды цеха БИОКС ГМЗ-3 Навоийского горно-металлургического комбината и физико-химический состав и свойства отхода сахарной промышленности – дефеката. Полученные данные приведены в таблицах ниже.

На уровне очистки сточных вод изучено влияние ТМД на ионы Mn, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Hg, Pb, Th, U, Cr, Co. Пробы сточных вод объемом 500 мл обрабатывались различными дозами (2-5% от общей массы) ТМД.

Результаты исследования показали, что при увеличении количества дефектов от 2 до 5% возможна очистка промышленных сточных вод до стандартов ПДК. При особом внимании к очистке элементов Mn -99,9%; Как -99,1%; Mo -98%; У -100%; видно, что Be, Al очищены до -97,2%. Установлено, что ТМД, полученный при 600 °С, очищает промышленные сточные воды до допустимого уровня, и эту воду можно использовать для технических нужд завода.

Таблица 7

Результаты масс-спектрометрического анализа сточных вод после очистки с использованием ТМД и раствора МАФ (мг/л)

Элемент	Расход ТМД и 10 %-раствора моноаммонийфосфата (МАФ)		
	ТМД (1% от общей массы)	ТМД (1% от общей массы) и МАФ 10 мл/л	ТМД (1% от общей массы) и МАФ 15 мл/л
Be	0,000011	0,000010	0,000009
Al	0,003360	0,003055	0,002800
Mn	0,001904	0,001731	0,001587
Ni	14,560000	13,236364	12,133333
Cu	12,320000	11,200000	10,266667
Zn	0,005152	0,004684	0,004293
As	0,011200	0,010182	0,009333
Se	0,302400	0,274909	0,252000
Sr	1,008000	0,916364	0,840000
Mo	0,068320	0,062109	0,056933
Cd	0,000179	0,000163	0,000149
Hg	0,000078	0,000071	0,000065
Pb	0,000034	0,000031	0,000028
Th	0,000022	0,000020	0,000019
U	0,000672	0,000611	0,000560
Cr	0,015680	0,014255	0,013067
Co	7,840000	7,127273	6,533333

Эксперименты по очистке сточных вод Навоийского горно-металлургического комбината с использованием термически модифицированного дефеката (ТМД) и раствора моноаммонийфосфата (МАФ) показали перспективность данного подхода. Особенно эффективным оказалось снижение ионов тяжелых металлов, таких как Mn, Ni, Cr, Mo, U и Co, с уровнем очистки сточных вод от 70 до 90%. Для этого использовалось

10 г/л дефеката и 15 мл/л раствора МАФ. Также следует отметить, что образовавшиеся осадки могут быть использованы для извлечения ценных металлов.

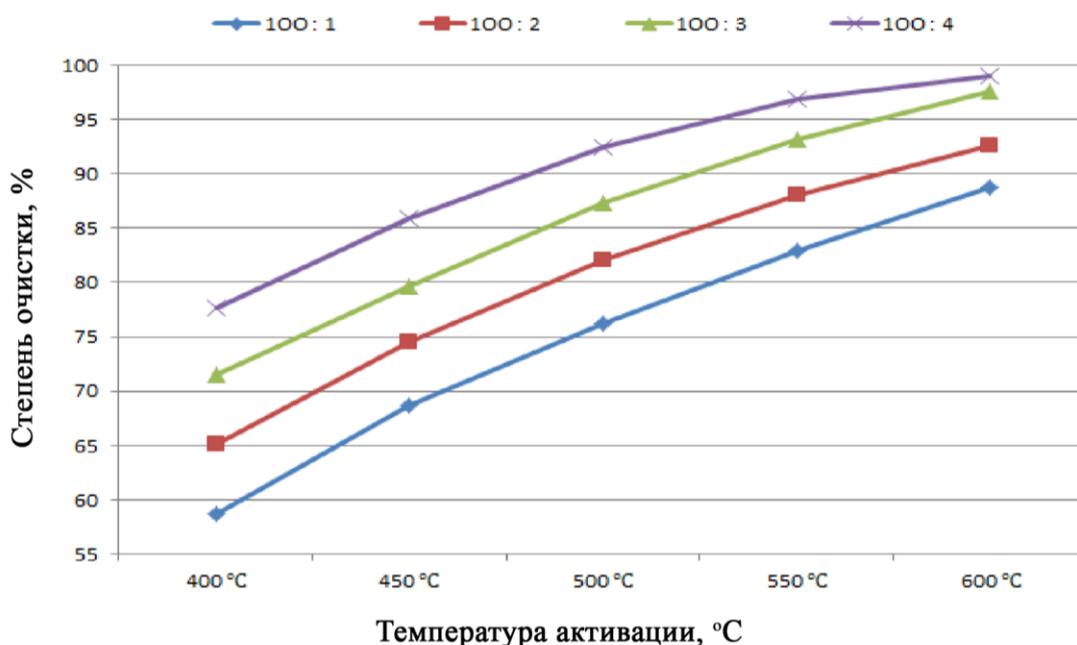


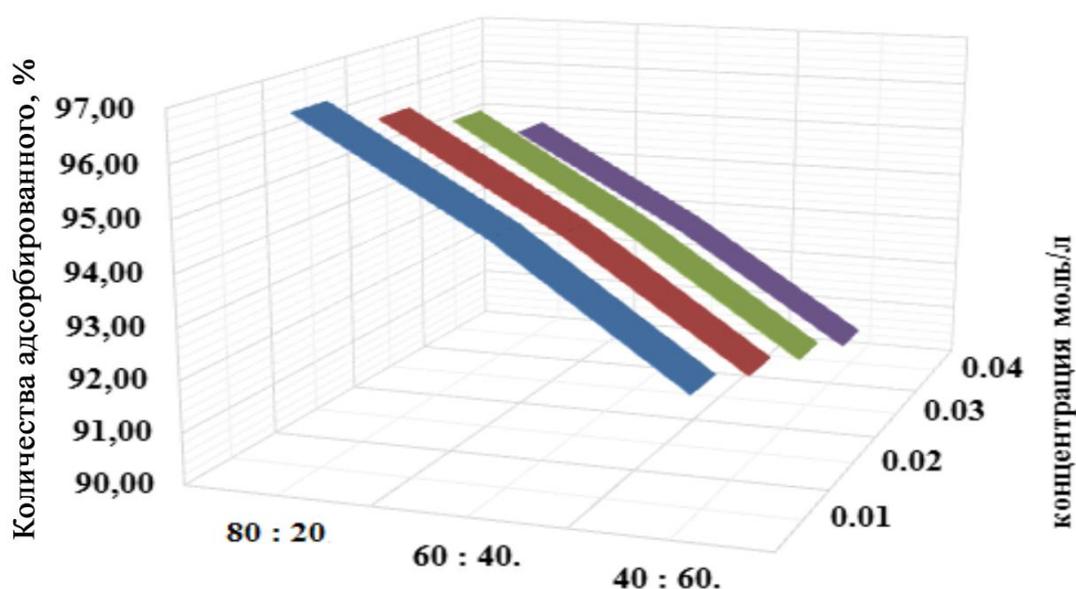
Рис. 3. Зависимость уменьшения содержания ионов железа в сточных водах, очищенных с помощью ТМД, от температуры активации дефеката и его соотношения

Таблица 8

Влияние концентрации раствора и массового соотношения на адсорбцию ионов Cu^{2+} из раствора сульфата меди

№	Конц-я, мг/л	Оставшееся количество в растворе, мг/л	Адсорбированное количество, мг/л
массовое соотношение ТМД и бентонита = 80:20			
1	0.01	0.000314	0.009686
2	0.02	0.000758	0.019242
3	0.03	0.001314	0.028686
4	0.04	0.002072	0.037928
массовое соотношение ТМД и бентонита = 60:40			
5	0.01	0.000518	0.009482
6	0.02	0.001166	0.018834
7	0.03	0.001938	0.028062
8	0.04	0.002852	0.037148
массовое соотношение ТМД и бентонита = 40:60			
9	0.01	0.000768	0.009232
10	0.02	0.001654	0.018346
11	0.03	0.002658	0.027342
12	0.04	0.003780	0.036220

Полученные результаты показывают, что температура активации дефеката и различные соотношения дефекат-композиций по отношению к сточным водам способствуют увеличению очистки сточных вод от ионов железа (рис. 3). Например, при активации дефеката при 450°C и соотношении сточных вод к дефекату 100:1 степень очистки железа составляет 68,66%, в то время как при том же температуре и соотношении 100:3 степень очистки железа достигает 71,54%. При соотношении сточных вод и активированного дефеката 100:4, активация дефеката при 400°C обеспечивает очистку на 77,65%, при 500°C - на 92,39%, а при 600°C - на 99,05% от ионов железа.



Массавое соотношение дефеката и Навбахорского бентонита

Рис. 4. Адсорбция ионов Cu^{2+} на композициях из ТМД и бентонита

В следующем исследовании показано, что с увеличением массового соотношения дефеката в композитах на основе ТМД и Навбахорского бентонита увеличивается количество адсорбированных ионов меди из раствора сульфата меди. Результаты показывают, что полученные образцы могут удалять до 96,86% ионов Cu^{2+} из раствора. Этот метод можно использовать для очистки промышленных сточных вод от металлов.

В **четвертой главе** диссертации под названием «**Технология получения и применения сорбционных материалов для очистки сточных вод**» рассмотрены технологии получения термически модифицированного дефеката (ТМД) и композиций на основе термически модифицированного дефеката и бентонита для очистки промышленных сточных вод, а также приведены технико-экономические показатели.

Процесс модификации и активации первоначально полученного отхода дефеката, а также процесс смешивания полученного ТМД с обогащенным бентонитом для получения композиционного реагента-сорбента включают следующие технологические этапы:

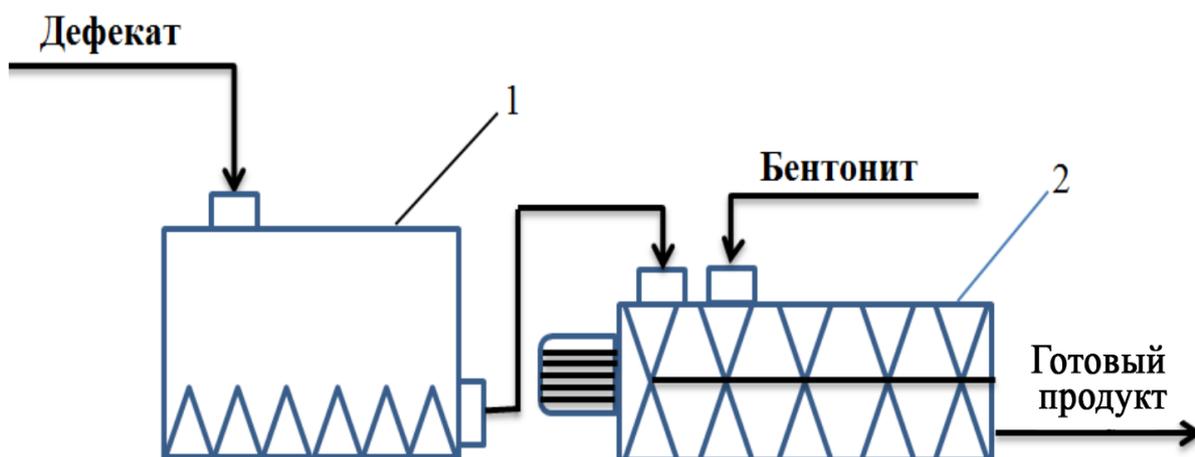


Рис. 5. Технология получения реагента-сорбента на основе термически модифицированного отхода дефеката и бентонита (1-кальцинирующая печь, 2-смеситель)

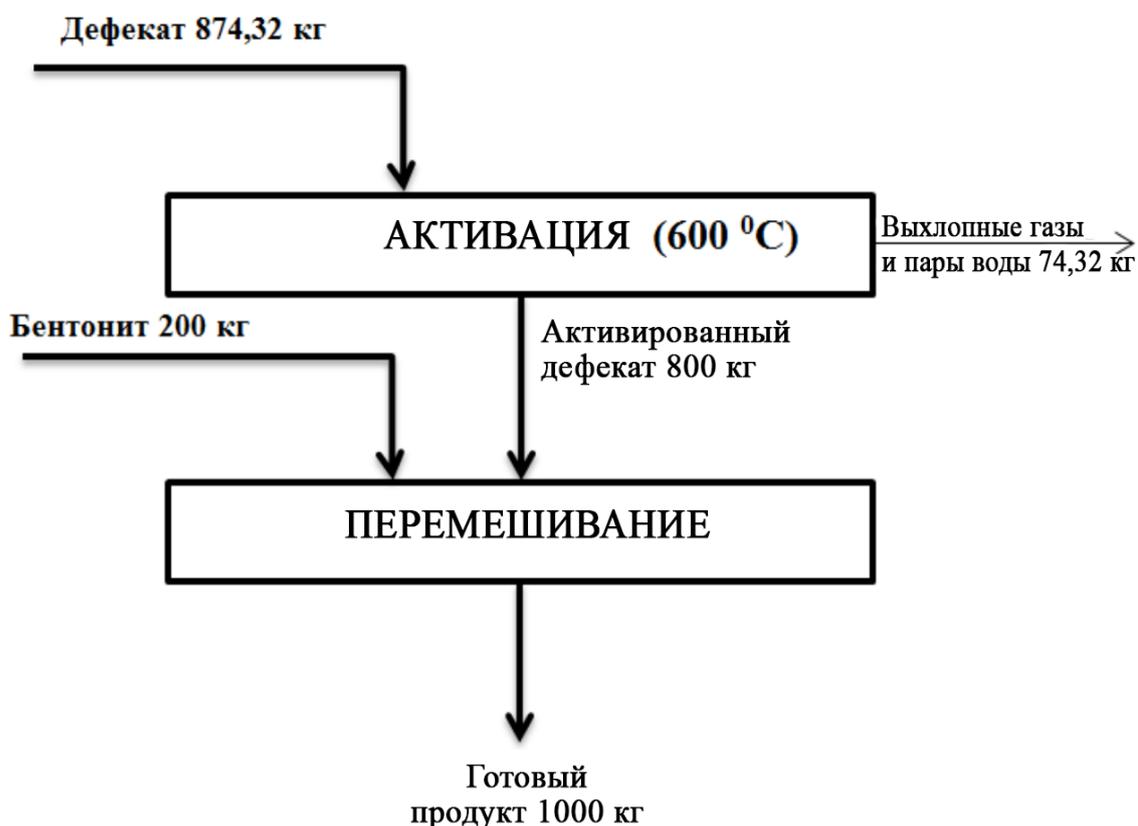


Рис. 6. Материальный баланс процесса получения готового реагента-сорбента на основе термически модифицированного дефеката и бентонита

При проведении экономических расчетов процесса получения реагента-сорбента на основе ТМД и бентонита было установлено, что в процессе активации дефеката, за счет выделяющихся выхлопных газов и водяного пара, 85% дефеката преобразуется в ТМД. Результаты проведенных исследований показали, что оптимальное соотношение смеси дефеката и

бентонита составляет 80:20. Таким образом, для получения 1000 кг реагента-сорбента необходимо использовать 874,32 кг дефеката и 200 кг бентонита.

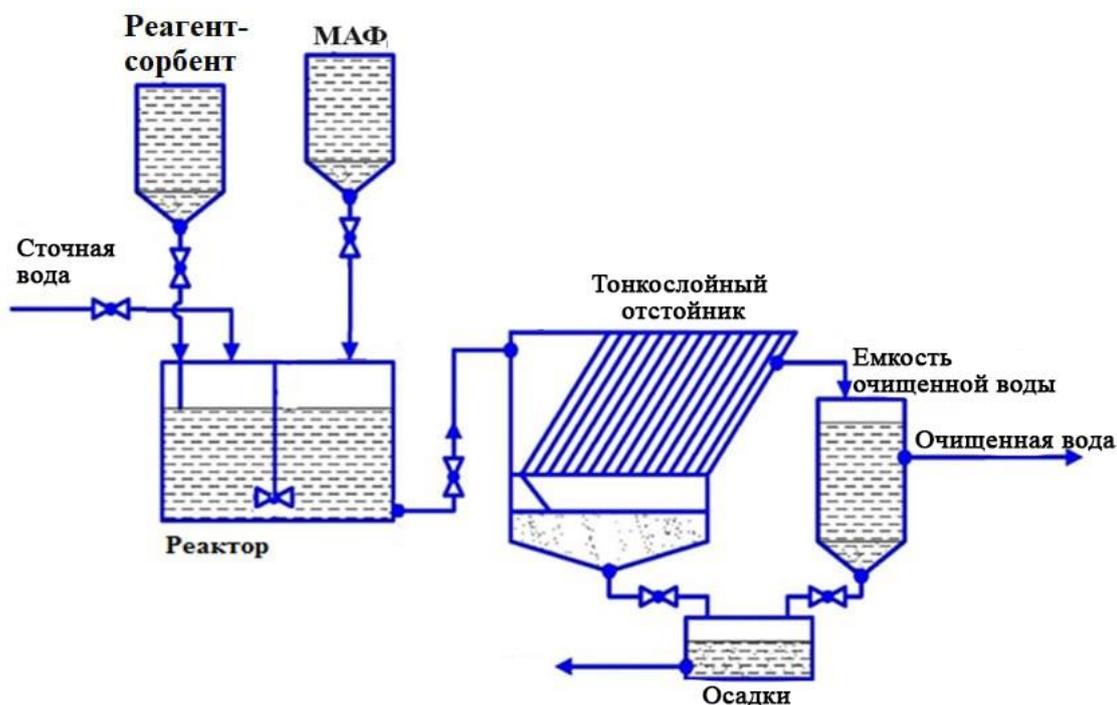


Рис. 7. Технология очистки сточных вод с помощью предложенных композиций

Первоначально дефекат подвергается термической обработке в печи, после чего он отправляется в бункер. Затем сточные воды и рассчитанное количество 10% раствора моноаммонийфосфата одновременно поступают в реактор и перемешиваются в течение 20 минут. После этого полученная суспензия направляется в тонкослойный отстойник, где очищенная вода отделяется от осадка.

Таблица 8

Стоимость очистки 1000 м³ сточных вод на основе ТМД, бентонита и МАФ

Исходные материалы	Коэффициент потребления для очистки 1000 м ³ сточных вод (тонна)	Цена за 1 тонну исходных материалов, сум	Сумма, сум
На основе ТМД			
Общие расходы на очистку 1000 м ³ сточных вод, сум	-	-	3080000
ТМД	20,0 (2%)	140000	2800000
Дополнительные расходы на очистку 1000 м ³ сточных вод, сум	-	-	280000
На основе ТМД и бентонита			

Общие расходы на очистку 1000 м ³ сточных вод, сум	-	-	3784000
ТМД	16,0 (1,6%)	140000	2240000
Бентонит	4,0 (0,4%)	300000	1200000
Дополнительные расходы на очистку 1000 м ³ сточных вод, сум	-	-	344000
На основе ТМД и МАФ			
Общие расходы на очистку 1000 м ³ сточных вод, сум	-	-	2242500
ТМД	10,0 (1%)	140000	1400000
МАФ	0,1 (10% раствор 10 мл/л)	3250000	325000
Дополнительные расходы на очистку 1000 м ³ сточных вод, сум	-	-	517500
На основе ТМД, бентонита и МАФ			
Общие расходы на очистку 1000 м ³ сточных вод, сум	-	-	2684500
ТМД	8,0 (0,8%)	140000	1140000
Бентонит	2,0 (0,2%)	300000	600000
МАФ	0,1 (10% раствор 10 мл/л)	3250000	325000
Дополнительные расходы на очистку 1000 м ³ сточных вод, сум	-	-	619500

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Обоснованы возможности получения сорбционного материала из промышленного отхода – дефеката, а также влияние термической модификации на его физико-химические свойства.

2. По результатам дифференциального термического анализа было установлено, что интенсивное горение углерода начинается при температуре 615°С и заканчивается при 700°С. Для предотвращения полного сгорания углерода, который по своей структуре близок к коксу, было доказано, что термическую пиролиз необходимо проводить при температуре 580-600°С.

3. По результатам рентгенографического анализа в составе композиций на основе ТМД и бентонита были обнаружены пики, соответствующие алюмосиликату, оксиду кальция, карбонату кальция, а также углероду, образованному в результате горения органической составляющей.

4. Было установлено, что степень поглощения метиленового синего при низких концентрациях растворов составляет 80-90% при концентрации 1-5 мг/л и 70-75% при концентрации 10-20 мг/л.

5. В композициях ТМД и бентонита с массовым соотношением 80:20 степень поглощения ионов Cu²⁺ из раствора концентрацией 0,01 м/л

составила 96,86%. В композициях с соотношением 60:40 – 94,82%, а в композициях с соотношением 40:60 – 92,32%.

6. Установлено, что при очистке сточных вод металлургической промышленности с добавлением 2-5% ТМД, из воды удаляются ионы Mn - 99,9%; As - 99,1%; Mo - 98%; U - 100%; Be и Al - 97,2%.

7. Доказано, что при активации ТМД при 550°C и добавлении его в сточные воды в соотношении 100:1, из воды удаляются 68,66% ионов железа, а при соотношении 100:3 – 71,54% ионов железа.

8. Выявлено, что очищение от ионов металлов с помощью ТМД происходит за счет сорбционных, коагуляционных и реагентных методов.

9. Разработана технология получения реагента-сорбента путем термической модификации дефеката (ТМД).

10. Разработана технология очистки промышленных сточных вод от ионов металлов с использованием композиций на основе ТМД и бентонита.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC
DEGREES DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 AT INSTITUTE OF GENERAL
AND INORGANIC CHEMISTRY**

INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

AZIMOVA DURDONA ABDULLOYEVNA

**PRODUKTION AND APPLICATION OF ADSORBENT BASED ON
DEFECAT AND BENTONITE FOR PURIFICATION OF METALS
CONTAINED IN INDUSTRIAL WASTERWATER**

02.00.11 - Colloid and membrane chemistry

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2024

The dissertation subject of Doctor of philosophy (PhD) is registered by the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan with registration numbers B2024.2.PhD/T4578.

The dissertation has been carried out at the Institute of General and Inorganic Chemistry.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian and English) is posted on the web page of Scientific council at the address of www.inp.uz and Information-educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisors:	Salikhanova Dilnoza Saidakbarovna doctor of technical sciences, professor
Official opponents:	Yuldosh Yakubov Yusupbayevich doctor of chemical sciences, professor Eshmetov Rasul Jumyazovich doctor of technical sciences
Leading organization:	Namangan institute of engineering and technology

The defense will take place «27 » August 2024 at 14⁰⁰ o'clock at the meeting of on-time scientific Council No.DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 at General and Inorganic Chemistry Institute (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel.: (+99 871) 262-56-60, fax: (+99 871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the General and Inorganic Chemistry, (is registered under № 19). Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90).

Abstract of dissertation sent out on «12» August 2024 y.
(mailing report №19 from «12» August 2024 y.)




B.S. Zakirov
Chairman of the scientific Council awarding
scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor


D.J. Jumaeva
Scientific secretary of the scientific Council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor


I.D. Eshmetov
Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific
Council on the award of a scientific degree, doctor of
technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work: is to obtain a sorbent-reagent based on defecate and bentonite and its application for purifying wastewater from the metallurgical industry of metal ions.

The object of the research work: are sugar industry waste – defecate (D), thermally modified defecate (TMD), bentonite, and their composites.

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

Differential thermal analysis established that the intensive combustion of carbon begins at 615 °C and ends at 700 °C, indicating the similarity of the carbon structure formed during the calcination of defecate (D) to coke. It has been proven that thermal pyrolysis must be conducted at temperatures of 580-600 °C to prevent ignition;

It was found that the adsorption rate of methylene blue by TMD in low-concentration solutions (1-5 mg/l) is 80-90%, and in solutions with concentrations of 10-20 mg/l it is 70-75%;

Compositions of thermally modified defecate (TMD) and bentonite in a weight ratio of 80:20 were determined to absorb Cu^{2+} ions from a solution with a concentration of 0.01 mol/l by 96.86%, compositions in a ratio of 60:40 by 94.82%, and in a ratio of 40:60 by 92.32%;

It was established that when treating metallurgical industrial wastewater with TMD (with an addition of 2-5%), the removal efficiency of Mn ions is 99.9%, As is 99.1%, Mo is 98%, U is 100%, and Be and Al are up to 97.2%;

A technology for obtaining a sorbent-reagent based on thermally modified defecate (TMD) and bentonite was developed;

A technology for purifying industrial wastewater from metal ions using compositions of thermally modified defecate and bentonite was developed.

Implementation of research results. Based on the results obtained on the production and application of adsorbents based on defecate and bentonite for the purification of wastewater from metals:

The method of modification of defecate, waste from the sugar industry, for the production of sorbent reagent was introduced into the production of JSC Navoi Mining and Metallurgical Plant (reference of JSC Navoi Mining and Metallurgical Plant 23/01-01-07/371 dated July 15, 2024). This makes it possible to recycle industrial waste and obtain a chemical sorbent reagent.

The technology of using compositions based on carbonized defecate and bentonite for the sorption of metal ions from wastewater is included in the "List of promising developments for implementation in 2025-2030" of JSC Electrochemical Plant (reference of JSC Electrochemical Plant No. 436/1 dated December 15, 2023). This allows the treated wastewater to be returned to the system as process water.

The structure and scope of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a bibliography and an appendix. The volume of the thesis is 118 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Салиханова Д.С., Эшметов И.Д., Азимова Д.А. Изучение свойств термоактивированного дефеката при очистке кислых стоков // Қўқон давлат педагогика институти илмий хабарлари 2021 № 1 13-18б. (02.00.00. №4)

2. Азимова Д.А., Салиханова Д.С., Эшметов И.Д., Умиров Ф.Э. Использование дефеката в процессах очистки сточных вод металлургического комбината // Ўзбекистон кимё журналари 2021 № 1 41-46 б. (02.00.00. №6)

3. Salikhanova D.S., Eshmetov I.D., Agzamova F.N., Azimova D.A., Ismoilova M.A. Purification of Waste Water of Oil-And-Fat Production By Compositions of Reagent-Adsorbents // International Journal Of Multidisciplinary Research And Analysis Volume 04 Issue 11 November 2021 Page No.- 1691-1694 (02.00.00. №10)

4. Азимова Д.А., Салиханова Д.С., Эшметов И.Д. Очистка Промышленных Сточных Вод На Основе Термоактивированного Дефеката // Наманган Давлат Университети илмий ахборотномаси 2022 №7 64-69 б (02.00.00. №18)

5. Салиханова Д.С., Азимова Д.А., Кадирова Б.Н. Термик модификацияланган дефекат асосида Cu^{2+} иони адсорбциясини ўрганиш // Фарғона политехника институти Илмий техникавий журналари 2022й. №15, 194-198б. (05.00.00. №20)

6. Azimova D.A., Salikhanova D.S., Bakhranova N.S., Eshmetov I.D., Temirov U.S.H. Treatment of Industrial Wastewater with Activated Samples Based on Defekate and Bentonite // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol.10, Issue 9, September 2023, (05.00.00. №8)

II бўлим (II часть; part II)

7. Азимова Д.А., Салиханова Д.С. Расширение области применения отходов дефеката // Инновационные материалы и технологии-2021 Материалы международной научно-технической конференции молодых ученых г. Минск, Республика Беларусь 19-21 января 2021г.

8. Азимова Д.А., Салиханова Д.С. Дефекат асосида олинган адсорбент ёрдамида таркибида Cu бўлган чиқинди сувларни тозалаш // Кимёнинг долзарб муаммолари -Тошкент 2021 й. 4-5 февраль.

9. Азимова Д.А., Салиханова Д.С. Шакар ишлаб чиқариш чиқиндиси дефекат асосида юқори самарали сорбентлар олиш // Қорақалпоғистон Республикасида кимё ва кимёвий технология соҳаларининг долзарб муаммолари – Нукус 2021 й. 24 март. 418-419б.

10. Азимова Д.А., Салиханова Д.С., Исмоилова М.А., Агзамова Ф.Н., Очистка термолизным дефекатом производственных сточных вод // Махаллий хомашёлар ва иккиламчи ресурслар асосидаги инновацион технологиялар – Урганч 2021 й. 19-21 апрель.220-221 б.

11. Азимова Д.А., Салиханова Д.С., Карабаева М.И., Использование дефеката процессах очистки сточных вод металлургического комбината // Международной книжное издание стран Содружества Независимых Государств “Лучшие в образовании-2021” Нурсултан -2021г. ст.38-41.

12. Азимова Д.А.,Салиханова Д.С. Куйдирилган дефекат ва бентонит композициялари ёрдамида Cu^{2+} ионларини сорбциясини ўрганиш //«Kimyo va kimyoviy texnologiya yo'nalishidagi dolzarb muammolar» Toshkent, 2021y 20-21 dekabr 286-287 b.

13. Азимова Д.А., Салиханова Д.С., Карабаева М.И., Мирсалимова С.Р., Применение композиции на основе угольного адсорбента и дефеката для очистки сточных вод //«Инновацион Техника ва Технологияларнинг Қишлоқ Хўжалиги Озиқ-Овқат Тармоғидаги Муаммо ва Истикболлари» Тошкент-2022й 22-23 апрель 478-479 б.

14. Азимова Д.А., Салиханова Д.С, Кўмирлаштирилган дефекатнинг конго кизилдаги адсорбцияси // «Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов» Ташкент 2022 г. 12-14 май, С.800-801.

15. Азимова Д.А.,Салиханова Д.С., Кўмирлаштирилган дефекатда конго кизил адсорбция кинетикаси // “Фан, таълим ва ишлаб чиқаришнинг интеграцияси – ривожланиш ва тараққиёт гарови” НГМК Навоий ш, 2022й. 9-10 июнь, 19-21 б.

16. Азимова Д.А.,Салиханова Д.С. , Агзамова Ф.Н., Термик фаоллашган дефекат асосидасаноат чиқинди сувларини тозалаш. // “Кимё ва кимё таълими муаммолари” Республикаси илмий-амалий анжуман материаллари Кўкон 2022й.112-114 б.

17. Азимова Д.А.,Салиханова Д.С., Агзамова Ф.Н., Саноат чиқинди сувларини термик фаоллашган дефекат асосида тозалаш //“Bioorganik kimyo fani muammolari” Namangan sh. 2022y. 25-26 noyabr 3-5 b.

18. Азимова Д.А.,Салиханова Д.С. , Изучение степени очистки сточных вод от ионов металлов обугленным дефекатом // «Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и Материалы – 2022» (МНТК «Имтом – 2022») Казань 2022г. 8 декабря ст.4-7

19. Азимова Д.А.,Салиханова Д.С , Термик модификацияланган дефекат асосида олинган сорбент –реагентларни адсорбцион хоссаларини аниқлаш.// «Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов» «Стекло-2022» Ташкент-2022 ст.418-419

20. Азимова Д.А.,Салиханова Д.С. , Саноат чиқинди сувларини термик фаоллашган дефекат асосида тозалаш //“Кимё технология, кимё ва озиқ-овқат

саноатидаги муаммолар ҳамда уларни бартараф этиш йўллари” Наманган-2022 175-177 б.

21. Azimova D., Salikhanova D., Eshmetov I., Umirov F. , Temirov U. , Wastewater treatment using heat-treated defectate and MAP solution // ICECAE-2022 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Free the Science Week 2023 April 2-9.

22. Azimova D., Salikhanova D., Nomozova G., Eshmetov I., Temirov U. Treatment of waste water contaminated with iron ions on the basis of activated defecate // ICECAE-2022 E3S Web of Conferences 377, 03005 (2023).

23. Азимова Д.А., Салиханова Д.С. , Очистка промышленных сточных вод на основе термоактивированной дефеката // International conference on innovative development of education Tashkent 2-January 2023 year pp.388-390

24. Азимова Д.А., Салиханова Д.С. Чиқинди Сувларини Фаоллаштирилган Дефекат Асосида Тозалаш // “Нодир ва ноёб металлар кимёси ва технологияси: бугунги ҳолати, муаммолари ва истиқболлари” Термиз-2023 й. 28-29 апрель 58-61 б.

25. Азимова Д.А., Салиханова Д.С. Саноат чиқинди сувларини оғир металлардан тозалаш учун дефекат асосида адсорбент олиш // “Озиқ овқат ва кимё саноатида инновацион технологияларни жорий қилиш.” Наманган 2023й, 2-3 июнь 110-112 б.

26. Азимова Д.А., Салиханова Д.С., Агзамова Ф.Н. Очистка промышленных сточных вод активированными образцами на основе дефекат и бентонита // актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана, Ташкент 2023г. 16-17 ноябрь

27. Азимова Д.А., Салиханова Д.С., Агзамова Ф.Н. Термик Модификацияланган дефекат асосида Cu^{2+} иони адсорбиясини ўрганиш // Физикавий ва коллоид кимё фанларининг фундаментал ва амалий муаммолари ҳамда уларнинг инновацион ечимлари” Namangan 2024 у. 9-10 fevral.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналы» таҳририятида таҳрирдан ўтказилди.