

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.02.30.12.2019.К/Т35.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ**

СЕЙТНАЗАРОВА ОКСАНА МУРАТБАЕВНА

**БЕНТОНИТ ГИЛМОЯСИНИ МОДИФИКАЦИЯЛАШ ВА
ОРГАНОБЕНТОНИТ ИШТИРОКИДА БЎЎВЧИ МОДДАЛАРНИНГ
АДСОРБЦИЯ ЖАРАЁНИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ**

02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси

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

Тошкент – 2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Content of the dissertation abstract of doctor of Philosophy (PhD)

Сейтназарова Оксана Муратбаевна

Бентонит гилмоясини модификациялаш ва органобентонит иштирикода
бўёвчи моддаларнинг адсорбция жараёнини тадқиқ этиш.....3

Сейтназарова Оксана Муратбаевна

Модификация бентонитовой глины и исследование процесса адсорбции
текстильных красителей органобентонитом.....21

Seytnazarova Oksana Muratbaevna

Modification of bentonite clay and research of the adsorption of coloring
substances by organobentonite.....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/Т35.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ**

СЕЙТНАЗАРОВА ОКСАНА МУРАТБАЕВНА

**БЕНТОНИТ ГИЛМОЯСИНИ МОДИФИКАЦИЯЛАШ ВА
ОРГАНОБЕНТОНИТ ИШТИРОКИДА БЎЎВЧИ МОДДАЛАРНИНГ
АДСОРБЦИЯ ЖАРАЁНИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ**

02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси

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

Тошкент – 2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.2.PhD/T2213 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетида бажарилаган .

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш ве-саҳифасида www.ionx.uz ва «Ziyonet» ахборот таълим порталида (www.zionet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Ихтиярова Гулнара Акмаловна
кимё фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Эргашев Ойбек Каримович
кимё фанлари доктори

Эркабаев Фуркат Ильясович
техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот:

Фарғона политехника институти

Диссертация химояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги DSc.02.30.12.2019.K/T35.01 рақамли Илмий кенгашнинг «б» июль 2021 йил соат 13⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек 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 (3-рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60); факс: (+99871) 262-79-90.

Диссертация автореферати 2021 йил «22» июнь куни тарқатилди.
(2021 йил «22» июньдаги № 3 -рақамли реестр баённомаси).

Б.С.Закиров

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш раиси, к.ф.д.

Д.С.Салиханова

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш котиби, т.ф.д., проф.

С.А.Абдурахимов

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Ҳозирги вақтда дунёда саноат тармоқларининг жадал ривожланиши атроф-муҳитга сезиларли даражада антропоген таъсирнинг ортишига олиб келмоқда. Кўплаб саноат тармоқлари, шу жумладан тўқимачилик ва енгил саноат корхоналарининг фаолият юритиши катта миқдордаги захарли газлар, оқава сувлар ва каттик кўринишида чиқиндилар пайдо бўлишига сабаб бўлади. Оқава сувларни тозалаш ва қайта жараёнга қайтариш учун адсорбентлардан фойдаланиш орқали атроф-муҳитнинг сунъий ифлосланишини камайтириш катта аҳамиятга эга ҳисобланади.

Дунёда саноат оқава сувларини тозалаш учун адсорбентлар олиш мақсадида табиий ва синтетик хомашёни фаоллантириш ва модификациялаш технологияларини яратиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада гилли минералларнинг кимёвий ва минералогик таркибини аниқлаш, гилларни сорбция хусусиятларига кўра бойитиш, фаоллантириш ва модификациялашнинг мақбул шартларини аниқлаш, самарали модификацияловчи реагентларни аниқлаш, адсорбентлар юзасида турли моддаларнинг адсорбцияланиш механизмини аниқлашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикада табиий ресурслар, хусусан, маҳаллий табиий гилли минераллар асосида юқори сорбциялаш имкониятига эга модификацияланган адсорбентларни олиш, шунингдек улар ёрдамида органик ва ноорганик ифлослантирувчи моддалардан сорбцион тозалашда фойдаланиш бўйича қатор илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишига кўра "юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни жадал ривожлантириш"¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, янги юқори самарали сорбцион материалларини яратиш, улар асосида саноат оқава сувларини ҳар ҳил ифлослантирувчи моддалардан комплекс зарарсизлантириш технологияларини яратиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури» ҳамда 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПҚ-4947 «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони

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

Муаммоларнинг ўрганилганлик даражаси. Ҳозирги кунда сорбцион технологиялар ёрдамида сувни тозалашнинг назарий масалалари чуқур ўрганилган. Ғовакли материаллар ёрдамида оқава сувларни ифлослантирувчи моддалардан тозалаш масалаларига кўплаб тадқиқотлар бағишланган бўлиб, уларнинг таҳлили органик ҳамда минерал сорбентлар ишлаб чиқариш билан боғлиқ тадқиқотларни ёритиб бериш имконини беради. Минерал, органик сорбцион ҳамда ион алмашувчи материалларни олиш услубиёти Лысенко А.А., Карнаухов А.П., Земнухова, Комаров В.С., Ратько А.И., Клушин В.Н., Никитина Т.В., Ермаков Д.В., Воловичева Н.А., Брызгалова Л.В., Амфлета Ч., Ергожина Е.Е., Акимбаева А.М. Тиньгаева Е.А., Кузнецова И.О., Andini S., Shawky H., Chang M., Gupta V., Chen H., Garg U., Grimm A., Gurgel L., Malkos E., Dahlan I., Dinu M., Liu A., Vieira M. ва бошқалар томонидан ўрганилган.

Ўзбекистонда адсорбентларни тадқиқ этиш ва яратиш соҳасидаги етакчи олимлардан бири Ахмедов К.С. раҳбарлигида илмий мактаб ташкил этилган бўлиб, соҳа вакиллари Арипов Е.А., Глекел Ф.Л., Хамраев С.С., Аминов С.Н., Агзамходжаев А.А., Ахмедов У.К., Раҳматқариев Г.У., Муминов С.З., Хамидов Б.Н., Гуро В.П., Нарметова Г.Р., Туробджанов С.М., Ихтиярова Г.А., Эшметов И.Д., Эргашев О.К., ва бошқалар унинг ривожига салмоқли ҳисса қўшдилар.

Бир вақтда, турли мақсадлар учун органоминерал сорбентлар олиш, шу жумладан, сувни тозалаш ва фойдаланишга яроқли ҳолга келтириш борасида бир қатор илмий ишлар олиб борилмоқда.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат техника университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ Ф3 2019081633 «Маҳаллий *Apis Millifera* жонсиз асаларилардан хитин ва хитозан синтез қилиш ҳамда улар асосида биопарчаланувчи полимер плёнкалар олиш» мавзусидаги фундаментал лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади Крантау гили асосида юқори самарали органобентонитлар олиш технологиясини яратиш ва уларнинг асосий физик, кимёвий ва адсорбцион хоссаларини аниқлашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

органобентонитлар олиш учун маҳаллий самарали хом ашёни танлаш;
гилларнинг органик модификаторларини танлаш, модификациялаш учун мақбул шароитларни ўрганиш;

органобентонит адсорбентларнинг физик (ғоваклик, зичлик, сорбцион хусусиятлари) ва механик (пластиклик, мустаҳкамлик) хоссаларини ўрганиш;
органобентонит адсорбентларнинг гидрофил ва гидрофоб адсорбатларга нисбатан сорбцион хусусиятларини ўрганиш;

органик бўёқларга нисбатан адсорбция кўрсаткичларини аниқлаш;
гексадецилтриметиламмоний бромид, хитозан модификаторлари ёрдамида органобентонитлар олиш технологиясини яратиш ҳамда олинган органобентонитлар ёрдамида рангли оқава сувларни тозалаш технологиясини ишлаб чиқиш;

тўқимачилик саноати оқава сувларини тозалаш иншоотларининг филтрлаш тизимларида сорбент сифатида органобентонитнинг самарадорлигини аниқлаш бўйича саноат синовларини ўтказиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Крантау ишқорий бентонити, мазкур бентонит ҳамда гексадецилтриметиламмоний бромид ва хитозан асосида олинган органобентонитлар, текстиль саноати оқава сувлари олинган.

Тадқиқотнинг предметини органобентонит адсорбентларни олиш шунингдек уларнинг коллоид-кимёвий ва адсорбцион хусусиятлари ҳамда адсорбент-адсорбатнинг ўзаро таъсир механизмларини аниқлаш ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида физик-кимёвий (рентгенфаза таҳлили, электрон сканерловчи микроскопия, ИҚ спектроскопия) ва коллоид-кимёвий усуллар (калориметрия, порометрия, фотометрия) ҳамда тажриба маълумотларини статистик қайта ишлаш усулларидадан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилigi куйидагилардан иборат:

гил ва гексадецилтриметиламмоний бромиднинг 10:1,3, гил ва хитозаннинг 10:0,7 оғирлик нисбатларида Крантау гили асосидаги органобентонитлар синтезининг мақбул шартлари аниқланган;

олинган адсорбентларнинг турли адсорбатлар – бензол, сув, пиридин, катионли ва анионли бўёқлар, анионли ва ион тутмаган сирт фаол моддалар (СФМ)га нисбатан адсорбцион хоссалари аниқланган;

статик ва динамик шароитларда бўёқлар ва сирт фаол моддаларнинг органобентонитларда адсорбцияланиш механизмлари ҳамда адсорбент сиртида адсорбатнинг аралаш қатламларининг шаклланиши аниқланган;

БЭТ назарияси ва Ленгмюр тенгламалари ёрдамида структуравий ва сорбцион кўрсаткичлари ҳамда ғоваклик ҳажмларини тавсифлаш орқали ГДТМА-КР ва Х-КР намуналари микро ва мезоғовакли тузилишга эга эканлиги исботланган;

адсорбцион ва технологик хусусиятлари юқори бўлган органобентонитлар ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси ишлаб чиқилган;

органобентонитли адсорбентлар ёрдамида саноат оқава сувларини органик ва ноорганик бирикмалардан комплекс тозалашнинг мақбул шартлари аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари куйидагилардан иборат:

гексадецилтриметиламмоний бромид ва хитозан ёрдамида Крантау гилини модификациялашнинг мақбул шартлари яратилган;

тўқимачилик саноати рангли оқава сувларини комплекс тозаловчи органобентонит адсорбентларни олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги фойдаланилган кимёвий

(аналитик усуллар) ва физик-кимёвий (рентгенография, электрон-сканерловчи микроскоп, ДТТ, ИҚ-спектроскопия) таҳлил натижалари ва тажриба-саноат қурилмаларида синовдан ўтганлиги билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти маҳаллий бентонит минералини СФМ лар билан модификациялаб органобентонит адсорбентлар олиш ва уларни текстил саноати оқова сув таркибидаги анион ва катион бўёқлар ва анион СФМ лар билан ўзаро таъсир қонуниятлари ва комплекс тозалаш механизмини аниқлаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти импорт ўрнини босувчи маҳаллий бентонит гиллари асосида органобентонит адсорбент олиш технологиясини ишлаб чиқиш ҳамда кимё ва кимёвий технология соҳасидаги таълим муассасалари ўқув жараёнида магистрлар ва бакалаврларни тайёрлашга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Бентонитлар ва органик модификаторлар асосида модификацияланган адсорбентлар олиш ва уларнинг сорбция хоссаларини аниқлаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Крантау бентонити асосида органик СФМлар билан модификацияланган органобентонит адсорбентларни олиш технологияси «BOSTON MEGA TEKSTIL» МЧЖда амалиётга жорий этилган (Қорақалпоғистон Республикаси атроф-муҳити ва экологияни муҳофаза қилиш қўмитасининг 2021 йил 10 февралдаги 02/18-1-296-сон маълумотнома). Натижада, турдош импорт асосидаги адсорбентларга нисбатан 3 баробар арзон органобентонит адсорбентларни ишлаб чиқариш имконини берган;

олинган органобентонит адсорбентлари ёрдамида тўқимачилик корхоналарининг саноат оқова сувларини бўёвчи моддалар ва СФМлардан тозалаш технологияси «BOSTON MEGA TEKSTIL» МЧЖда амалиётга жорий қилинган (Қорақалпоғистон Республикаси атроф-муҳити ва экологияни муҳофаза қилиш қўмитасининг 2021 йил 10 февралдаги 02/18-1-296-сон маълумотномаси). Натижада, оқова сувларни бўёқ моддалар ва СФМлардан тозалаш 90% дан ортиқ қийматга етиши натижасида ишлаб чиқаришнинг технологик циклига тозаланган сувни қайтариш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари, жумладан 2 та халқаро ва 9 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 18 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 7 та мақола, жумладан, 4 таси республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртда боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ишнинг ва тадқиқотларнингнинг долзарблиги асосланган, мақсад ва вазифалари тавсифланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан-техника тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги билан амалий натижалари боғлиқлиги баён этилган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, тажриба-саноат синовлари, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Гилли минераллар ва уларнинг модификацияланган шакллари тўқимачилик саноати оқава сувларини тозалашда адсорбент сифатида таҳлил қилиш**» деб номланган биринчи бобида гил минераллари, уларни модификациялаш усуллари, бентонит гилларининг адсорбцион хусусиятларини тартибга солишнинг физик-кимёвий усуллари, шунингдек, гилларнинг энг муҳим органик модификаторлари, органомодификацияланган гилларнинг қўлланилиш тармоқлари, органобентонит адсорбентларнинг хусусиятларини назорат қилиш ҳақидаги мавжуд ғоялар ўрганилган. Оқава сувларни сорбцион тозалашнинг замонавий усуллари, уларнинг самарадорлиги ва замонавий ишлаб чиқариш учун аҳамияти таҳлил қилинади. Бўёқ ишлаб чиқариш корхоналари ва тўқимачилик саноатининг бўяш цехлари ишлаб чиқарадиган оқава сувларни тозалаш учун адсорбентлар яратишнинг коллоид-кимёвий асослари ҳақидаги маълумотлар батафсил келтирилган.

Адабиётлар таҳлилида тўқимачилик саноати оқава сувларини зарарсизлантиришга мўлжалланган органобентонит сорбентларни яратиш учун маҳаллий бентонит гиллари ва органик модификаторлардан фойдаланиш имконияти кўрсатилган. Адабиётлар таҳлили ушбу ишнинг мақсад ва вазифаларини шакллантириш имконини берди.

Диссертациянинг «**Табиий ва модификацияланган бентонитнинг структуравий ва асосий кимёвий-технологик хусусиятлари**» деб номланган иккинчи бобида Крантау ва Навбаҳор бентонит гилларининг кимёвий ва минералогик таркиблари, физик-механик ва адсорбцион хусусиятлари ҳамда бентонит гиллари асосида органобентонит адсорбентларни яратишнинг коллоид-кимёвий асосларига оид маълумотлар келтирилган.

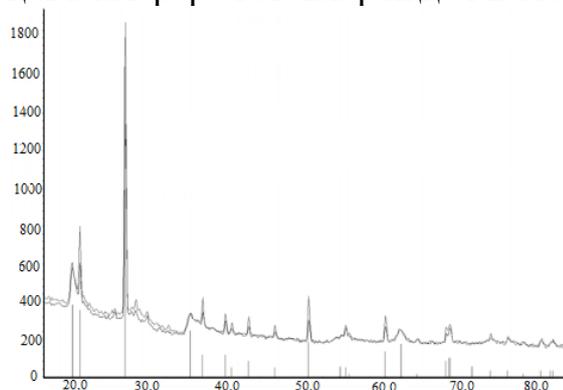
Бентонитларнинг минералогик таркибини ҳар тарафлама ўрганиш рентген, электрон микроскопик ва термогравиметрик таҳлил усуллари орқали амалга оширилди. Рентгенограмма тасвирлари кукунсимон рентген дифрактометри XRD-6100 (Shimadzu, Japan) ёрдамида олинди. Термогравиметрик ўрганишлар Paulik-Paulik-Erdey тизимидаги дериватограф ёрдамида амалга оширилди. Қиздириш ҳарорати 10°/мин, намуна оғирлиги –

100 мг ни ташкил этди. Электрон микроскопик тадқиқотларлар намунанинг микдорий элементар таркибни аниқлаш ва рангли микрографларни олиш имконини берадиган (СЭМ) EVO MA10 SEM Carl Zeiss электрон сканерловчи микроскопда олиб борилди.

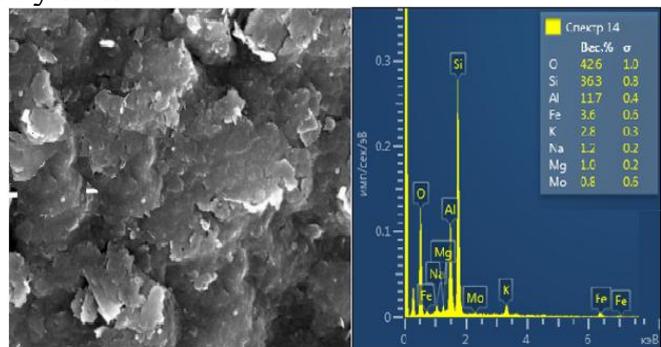
Тажрибалар Крантау кони (КР) гил намунаси таркибининг асосий қисми натрийли монтмориллонит эканлигини кўрсатди (1,5450; 1,2923; 0,4484; 0,2592; 0,2489; 0,1767; 1,502 нм). Монтмориллонитга хос чизиклар (1-расм) жуда ёрқин ифодаланган бўлиб, бу ҳол унинг асосий ташкил қилувчи минерал эканлигидан далолат беради. Монтмориллонитга тегишли чизиклардан ташқари, шунингдек иллитга (1,0091; 0,445; 0,3795; 0,3236; 0,2971; 0,1639; 0,1502 нм), каолинитга (0,7161; 0,2592; 0,1502 нм), гидрослюдага (0,4566; 0,3607; 0,2592; 0,1767; 0,1559 нм), дала шпати (0,3236; 0,2330; 0,1731)га хос чизиклар мавжуд. Рефлекснинг $d_{001} = 1,236$ нм қиймати (1-расм) монтмориллонитнинг натрийли шаклини исботлайди.

Олинган термик таҳлил маълумотлари РФА натижаларига мос келади. КР термограммасида 90-110°C ҳарорат оралиғида кучли эндотермик таъсир кузатилиб, бу ҳол адсорбцион ва қатламлараро молекуляр сувнинг ажралиши билан изоҳланади. Максимал 500-520°C ҳарорат оралиғида кузатилган кўшимча пик структуравий сувнинг чиқиб кетиши билан боғлиқ. 850-890°C ҳароратдаги учинчи заиф пик монтмориллонитнинг сувсиз модификациясининг парчаланишига тўғри келади.

КР намунасининг электрон микроскопик тасвирлари 2-расмда келтирилган бўлиб, тасвирда бутун ҳажм бўйлаб бир текис тақсимланган қатламлараро ғоваклар яққол намоён бўлган.



1-расм. КР намунасини дифрактограммаси.



2-расм. КР намунасининг электрон микроскопик тасвири.

Гилнинг нозик фракциялари кимёвий таҳлили ГОСТ 2642-81 бўйича бажарилган бўлиб, унга кўра SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , MnO , CaO , Na_2O , K_2O и P_2O_5 ларнинг оғирлик фоизлари аниқланди. Ўтказилган кимёвий таҳлил маълумотларига кўра, ўрганилаётган гил ишқорий металлларнинг ионларига бой. 1-жадвалда шунингдек назорат намунаси сифатида таъкидлаб ўтилган Навбаҳор ишқорий бентонити (НИБ)нинг кимёвий таркиби тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

1-жадвал.

Гил намуналарининг кимёвий таркиби

Гил	Қуруқ моддага нисбатан миқдори, % да
-----	--------------------------------------

намунаси	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	б.к.м.
КР	60,3	16,8	6,6	1,1	1,9	3,6	2,4	0,2	0,3	0,1	6,7
НИБ	57,91	14,04	5,10	0,48	1,84	1,53	1,75	0,43	0,75	0,2	15,97

Дисперс таркибини аниқлаш бир неча таҳлилий усуллар билан амалга оширилди. Гилли фракция унумини аниқлаш оғирлик кучи таъсирида турли ҳил (заррача ўлчамига қараб) чўкиш суръатларига асосланган томизгич усулида олиб борилди.

Таҷрибаларда дисперсликни аниқлаш учун седиментацион таҳлил усулидан ҳам фойдаланилган бўлиб, бу усул ўртача дисперслик ҳамда дисперс фаза заррачаларининг ўлчамлар бўйича тарқалиш хусусиятларини аниқлаш имконини беради. Бентонит сув суспензиясининг седиментацион чўкмасини узлуксиз тортиш бурама (торсион) тарозилар ёрдамида амалга оширилди (15, 30, 60, 120, 300 с). Мазкур тадқиқот натижалари 2-жадвалда келтирилган.

Тиндириш сонининг ортиши 50 мкм дан йирик КР фракциялари сонининг 55,1 дан 11,8% га ва 59,1 дан 12,9% га камайишига олиб келади. Бинобарин, ўрганилаётган объектларнинг дисперслигига гилларни тиндириб бойитиш, мазкур жараённинг ҳарорати ва бошқа омиллар каби механик омиллар таъсир кўрсатади, лекин гилларнинг гранулометриқ таркиби кўпроқ уларнинг кимёвий ва минералогик таркибига боғлиқ. Маълум бўлишича, турли фракциялар таркибига кўра КР намунаси майда донали хомашё гуруҳига киради (ГОСТ 9169-92).

2-жадвал.

Табиий гилларнинг гранулометриқ таркиби, %

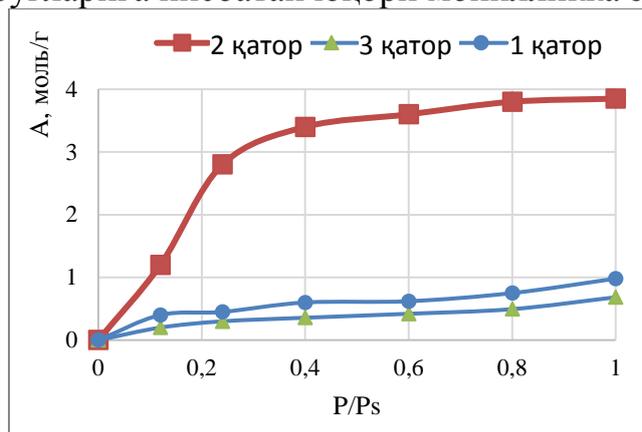
Гил намунаси	Заррачалар ўлчами, мкм			
	50-10	10-5	5-1	1 дан кичик
КР	25,0	8,2	8,9	2,8
НИБ	21,1	7,2	9,5	3,1

Бентонит гиллари ва уларнинг модификацияланган шаклларини тўқимачилик корхоналаринининг мураккаб таркибли оқава сувларига ишлов беришда яроқлилигини аниқлаш мақсадида сув, бензол ва пиридин буғлари, эритмадаги органик бўёқлар ва бошқаларга нисбатан адсорбцион имкониятлари ўрганилди.

Сув, бензол ва пиридин буғларинининг сорбцион ўлчовлари $1,33 \times 10^{-3}$ Па қолдиқ босим ва 298 К ҳароратда симобли тўсиқ ҳамда кварц тарозига эга юқори вакуумли Мак-Бен қурилмаси ёрдамида амалга оширилди. Қурилмадаги кварц пружиналарининг чўзилиши КМ-8 катетометри ёрдамида кузатиб борилди.

3-расмда табиий КР намунасида сув, бензол ва пиридин буғлари адсорбцион қийматларининг ўзгариши тасвирланган диаграммалар келтирилган. Маълумки, монтмориллонитли гиллар структуравий тузилиши жиҳатидан юқори даражада гидрофиллик ҳусиятига эга. Шунинг учун

монтмориллонит паст нисбий босим ($P/P_s=0,2$) қийматларида ҳам сув буғларига нисбатан юқори мойилликка эга.



3-расм. КР намунасида турли адсорбтивлар буғлари адсорбцияси изотермалари: 1) пиридин; 2) сув; 3) бензол.

КР намунасида бензол буғларининг адсорбция қийматлари пиридиннинг адсорбцияланиш миқдоридан сезиларли кичик бўлиб, бу ҳолат пиридин молекулаларининг қутбланувчанлигига боғлиқ, шу туфайли сорбент сиртига нисбатан юқори мойилликка эга. Адсорбция изотермалари асосида синов намунасининг тузилиш кўрсаткичлари қиймати ҳисобланди (3-жадвал).

Мазкур тадқиқотлар натижасида табиий КР намунаси кўп миқдордаги микроғоваклар ҳамда заррача диаметри 2-3 нм бўлган кам миқдордаги мезоғоваклар билан ажралиб туриши аниқланди. Бу қиймат кўшни қатламлар орасидаги ўртача масофага тўғри келади.

3-жадвал.

Сув *, бензол ва пиридин** буғлари адсорбция изотермаларидан ҳисобланган КР намунасининг текстур хоссалари

Адсорбат	Монокават сифими, A_m	$S_{\text{сол}}$, м ³ /г	Микроғовак ҳажми, W_1 , см ³ /г	Мезоғовак ҳажми, W_2 , см ³ /г	Тўйиниш ҳажми, V , см ³ /г	Ғовак радиуси, нм
H ₂ O	1.879	122.19	0.0693	0.0033	0.072	1.13
C ₆ H ₆	0.212	51.03	0.0440	0.0200	0.064	2.37
C ₅ H ₅ N	0.354	82.37	0.0600	0.0200	0.080	1.91

*- Ленгмюр чизиқли тенгламаси асосида ҳисобланган;

**-. БЭТ чизиқли тенгламаси асосида ҳисобланган.

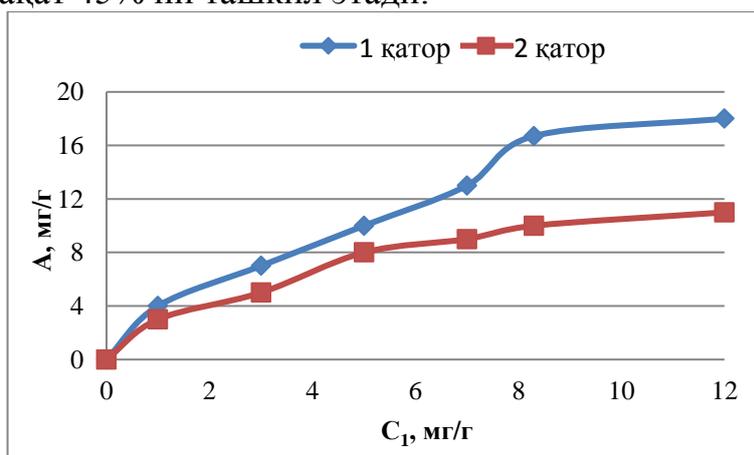
Кўплаб илмий адабиётларда келтирилган маълумотларига кўра, бентонитлар юзасининг геометрик тузилиши ва текстур хусусиятларини ўрганишнинг энг сермахсул усули сувли эритмалардан анорганик ва органик моддаларнинг адсорбцияси асосида ўрганиш ҳисобланади.

Тадқиқотларда молекулаларнинг табиати ва ўлчамлари билан фарқ қилувчи қуйидаги адсорбатлардан фойдаланилди: катионли бўёқ - метилен кўки (МК); анионли бўёқ - метил зарғалдоғи (МЗ). Табиий бентонитнинг бўёқларга нисбатан адсорбцион имконияти статик шароитда аниқланди. Адсорбциядан олдинги ва кейинги бўёқлар концентрацияси КФК-3-01 лаборатория фотоколориметрида фотометрик усулда аниқланди.

Табиий КР намунасидаги бўёқлар адсорбциясининг кинетик эгри чизиқлари турлича кўринишда бўлиши лаборатория тажрибалари натижасида аниқланди (4-расм). Лекин сорбцияланган бўёқларнинг табиати ва молекуляр

оғирлигидан қатъий назар, ўрганилаётган бўёқлар учун адсорбцион мувозанатнинг ўрнатилиши 4-5 соатдан сўнг содир бўлади. Адсорбция жараёнларининг давомийлиги, аввало, адсорбат молекулаларининг катталиги ва уларнинг концентрацияси билан боғлиқ бўлиши эҳтимолдан холи эмас. Чунки, МЗ бўёғининг КР даги адсорбция жараёнини таснифловчи эгри чизик нисбатан кичик қийматларга эга. МК бўёғининг адсорбциясининг кинетик эгри чизиклари поғонасимон кўринишга эга. МК ва МЗ нинг табиати турли хил бўлишига қарамасдан адсорбция эгри чизигининг биринчи қисмида тахминан 2 соат давом этади ва поғонали эгри чизикнинг иккинчи қисмида кейинги 2-3 соат давомида МК учун адсорбция қиймати кескин ортади, шу билан бирга адсорбцион мувозанатнинг ўрнатилишига бир хил вақт сарфланади.

Олинган адабиётлар ва маълумотларни таққослаш қуйидагича хулоса қилишга имкон беради: табиий КР гили катионли бўёқга нисбатан юқори мойилликка эга, бу унинг катта миқдордаги катион алмашилиши, шунингдек катионли алмашилиш марказлари мавжудлиги билан боғлиқ. Ютилувчи ионлар концентрациясининг (МК) ва уларнинг сувли эритмаларда бирикиш даражасининг ортиши адсорбция қийматларининг камайишига олиб келади. Бундай ҳолларда, КР намунаси учун сирт юзани фойдаланиш самарадорлиги фақат 45% ни ташкил этади.



4-расм. КР намунасида бўёқлар адсорбциясининг изотермаси: 1) МК; 2) МЗ.

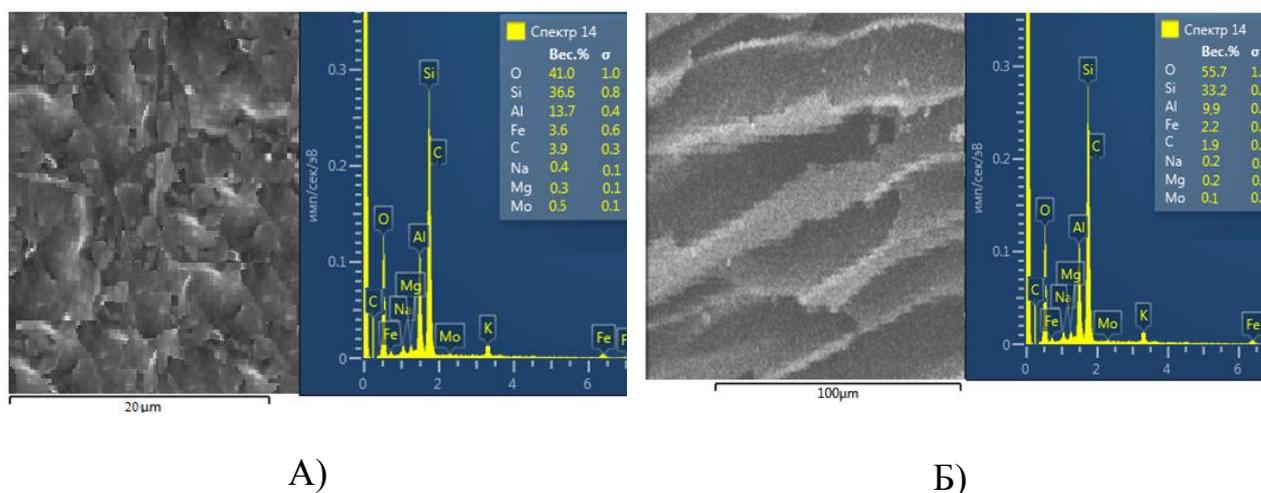
Органогиллар синтезининг тўғри ташкил этилиши гилли минераллар ва органик бирикмаларнинг фойдали хусусиятларини умумлаштиришга ёрдам беради. Гилларни модификациялаш жараёнида заиф тузилишга эга бўлган ва органик муҳитларда бўкмайдиган гиллар органик муҳитларда осон бўкувчи шаклларга айланади. Бўкувчанлик ҳамда тиксотропик геллар ҳосил бўлиш қобилияти гиллар юзасига ютилган органик моддалар табиатига боғлиқ.

Оргабентонит препаратлари аорганик ва органик хомашёнинг турли нисбатларида тайёрланган. Бунинг учун гил минералларининг намуналари дистилланган сув ёрдамида тиндириш йўли билан сувда эрувчан тузлар ва кумлардан тозаланган. Бойитилган бентонит бўтқаси центрифугалаш йули билан суюқ зардобидан ажратилиб, сунг гил 105°C ҳароратда қуритилди. Зарур ҳолларда, гилнинг натрий билан алмаштирилган шакллари қўлланилади. Қуритилган гил модификаторнинг сувли эритмаси (триметилэтиламмоний бромид, хитозан ва гексадецилтриметилламмоний

бромид) билан 0,3 моль/л концентрацияда ва 600 айл/мин тезлик билан 50°С ҳароратда 6 соат давомида узлуксиз ҳолда аралаштирилди. Кўплаб тажрибалар натижасида мақбул миқдорда модификаторлар олинди, бу суспензиядаги натрий монтмориллонит оғирлигига нисбатан 10-20% ни ташкил этади.

Модификациядан кейин олинган аралашма модификатор қолдигидан ювилиб, суюқ фазадан центрифугалаш йўли билан ажратиб олинди. Ажратиб олинган қаттиқ фаза ҳаво қуритгичларда 363 К да 2 соат давомида қуруқ-ҳаво шароитида қуритилди. Синтезланган органобентонитлар шартли равишда ГДТМА-КР (гексадецилтриметиламмоний бромид), Х-КР (хитозан), ТМЭА-КР (триметилэтиламмоний бромид) деб номланди.

Модификацияланган бентонитларнинг структуравий хусусиятларини ҳар тарафлама ўрганиш шуни кўрсатдики, ТМЭА-КР намунаси асосан чўзиқ кўпбурчаклар шаклидаги гил заррачаларининг алоҳида бирлашмалари билан ифодаланади. Маълум бўлдики, молекуляр оғирликнинг ортиши ҳар икки базал юзаларни қоплаш учун етарли бўлган қўш қалинликдаги катионларни модификацияловчи ассоциатларнинг ҳосил бўлиш даражасини оширади. Хитозан-полимер модификаторида монтмориллонит кристалларининг ташқи юзаларининг гидрат-ионли қатламлари ўрнига бир қаватли модификатор катионлари қалинлигига эга бўлган ассоциатлар ҳосил бўлиши кузатилади. Шу билан бирга модификатор молекулалари ўлчамининг ортиши силикат қатламларини қоплашда уч ўлчамли тартиб даражасининг ортишига ёрдам беради. Электрон микроскоп остида йирик Х-КР заррачаларининг асосан 1 мкм ўлчамга яқин бўлган тўғри бурчакли шаклга эга эканлиги кўринади (5-расм). Ушбу тахминлар рентгенфазавий таҳлили натижаларига тўлиқ мос келади. Рентген дифракцияси тасвиридан кўриниб турибдики, ГДТМА-КР ва Х-КР учун монтмориллонит қатламларининг қаватлараро масофаси d_{001} текисликка кўра мос равишда 12,4 Å дан 25,9 Å ва 21,0 Å гача ортган. Лекин, ТМЭА-КР намунаси учун d_{001} нинг жойлашуви сезиларли даражада ўзгармади.



5-расм. Органобентонитларнинг электрон микроскопик тасвири: А) ГДТМА-КР; Б) Х-КР.

Органобентонитларнинг структуравий-механик хоссаларини ўрганиш шуни кўрсатадики, ГДТМА-КР-2 ва Х-КР-2 (заррача ўлчамлари 1 дан 3 мм гача) намуналари мос равишда қуйидаги мақбул кўрсаткичлари билан тавсифланади: майдаланиш даражасининг ўртача қиймати $1,4 \pm 0,1$ ва $3,0 \pm 0,1$ % (ГОСТ бўйича 4% дан кўп эмас) ва сийқаланиш даражаси – $0,23 \pm 0,1$ ва $0,28 \pm 0,1$ % (ГОСТ бўйича 0,5% дан кўп эмас).

Гексадецилтриметиламмоний бромид билан ишлов берилган ММ нинг табиий шакли асосида олинган ГДТМА-КР намунаси бошқа намуналарга нисбатан юқори солиштирма юза, ғовакларнинг ўртача диаметри ва катта хажмда микроғовакларга эга. Бензол, сув ва пиридин буғи адсорбцияси миқдори бўйича ҳисобланган ГДТМА-КР солиштирма юзаси мос равишда 377,52; 137,08 ва 532,19 м²/г ни ташкил этди, Х-КР учун эса 236,07; 150,62 ва 488,33 м²/г қийматга эга. Солиштирма сирт юзаларининг бундай турлича қийматларини адсорбат молекулаларининг органобентонитларга юқори мойиллиги билан тушунтириш мумкин. Лекин, хитозан асосида модификацияланган монтмориллонитнинг кристаллокимёвий тузилишидаги ўзгаришларга қарамай (d_{001} рефлекси унумининг ҳамда интенсивлигининг юқори қийматлари), унинг гидрофоблик қобилияти ГДТМАБга нисбатан паст кузатилади. КР намунасини модификаторлар – гексадецилтриметиламмоний бромид ва хитозан билан модификациялаш гидрофоб хоссали бензолнинг адсорбцияланиш миқдорини мос равишда 7,53 ва 4,63 марта ортишига олиб келди. Бинобарин, дастлабки гил (натрий ёки калцийли) туридан қатъий назар гексадецилтриметиламмоний бромид асосида олинган органобентонитлар кўпроқ гидрофоб қобилиятга эга. Ушбу тахмин ГДТМА-КР ва Х-КР ларнинг мос равишда 3,85 ва 4 моль/г миқдордаги сув буғларига нисбатан адсорбция имконияти билан ҳам тасдиқланади. Эҳтимол, намунанинг сувга нисбатан адсорбцияланишининг юқори қийматлари хитозан таркибида қутбли гуруҳлар мавжудлиги билан ҳам боғлиқ, буни бентонитни модификациялаш жараёнида ўзгаришга учрамаганлик ва шу сабабли сув молекулаларига водород боғлари ёрдамида боғланганлини билан изоҳлаш мумкин.

Ушбу диссертация ишининг мақсадларидан бири катионли ва анионли бўёқларга нисбатан адсорбцион кўрсаткичларни ўрганиш ва синтез қилинган органобентонитларнинг адсорбцион мувозанатини тавсифлашдан иборатдир.

КР намунасида катионли бўёқ метилен кўк (МК) нинг адсорбцияси монтмориллонит кристалларининг таъсирлашувчи заррачалари орасида вужудга келган ғоваклар (мезоғоваклар) ҳисобига минералнинг ташқи базал юзасида содир бўлади, бунга сабаб эса табиий минералнинг микроғоваклар ҳажми кичиклиги, асосан қаватлараро фазода ва нисбатан ташқи базал юзаларда жойлашган Na⁺ алмашинув катионларининг катион алмашинув марказлари сифатида ифодаланганлигидир. Шу туфайли табиий бентонит хусусан юқори адсорбцион имкониятларини намоён қилмайди. Сорбентларда МК адсорбциясининг қийматлари ГДТМА-КР>Х-КР>КР тартибида ўзгаради.

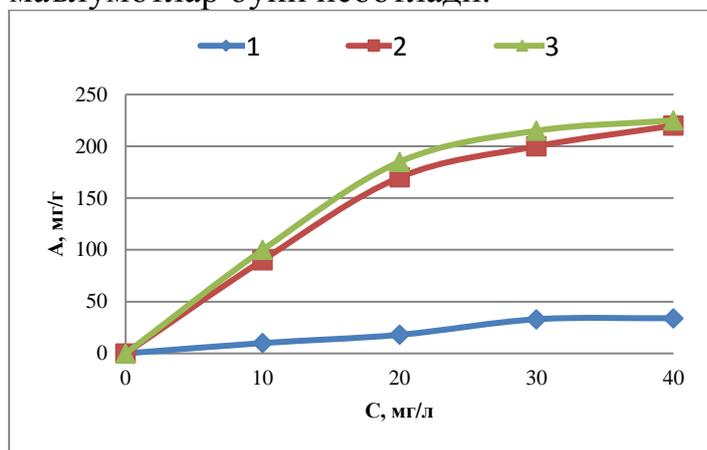
Текисликлараро масофанинг ҳамда аниқ солиштирма сирт юзасининг юқори қийматларига қарамай, Х-КР намунаси ГДТМА-КР намунасига

нисбатан камроқ адсорбция сифимиға эга. Бу, эҳтимол, циклик бўғинлардан иборат устунлар ҳосил бўлиши туфайли МГ молекулаларининг сорбент микроғовакларига ютилиши чекланганлиги билан боғлиқ. Шунинг учун Х-КР намунасидаги микроғовакларнинг фақат арзимаган қисмида заррачаларни адсорбция қилиш имкони мавжуд.

ГДТМА-КР намунасидаги МК адсорбцияси миқдорининг ортиши, аввало, мавжуд катионли марказлар сонига, шу қаторда, монтмориллонит юзасининг гидрофобланишига ҳам боғлиқ бўлиб, у нафақат катионли бўёқнинг, балки бошқа органик моддаларнинг адсорбцияси жараёнига ҳам ижобий таъсир кўрсатади.

Табиий гил намунасининг анион алмашиниш хоссалари уларнинг таркибида гидроксил гуруҳлари Al-OH, Fe-OH нинг мавжудлиги билан боғлиқ бўлиб, уларнинг изоэлектрик нуқталаридан паст рН қийматларида (нол заряд нуқтаси) асосий типга кўра диссоциаланади.

КР бентонитини модификациялаш унинг анион алмашиниш имкониятини сезиларли даражада ортишига олиб келган бўлиб, 6-расмдаги маълумотлар буни исботлади.



6-расм. Намуналарда МЗ абсорбцияси изотермаси: 1. КР; 2. ГДТМА-КР; 3. Х-КР (20°С ва рН=7 да, адсорбент сарфи 1 г/л, МГ эритмасининг дастлабки концентрациялари 1-200 мг/л).

Табиий КР намунаси МЗ га нисбатан кам адсорбцион сифимга эга бўлиб, бу намунадаги анион алмашинув марказлари Al-OH ва Fe-OH нинг озлиги билан тушунтирилади. Каттароқ солиштирма юза ва катта ўлчамдаги бирламчи тирқишсимон микроғовакларга эга Х-КР сорбентида анион алмашинув адсорбциясининг энг юқори қиймати кўзатилади.

Эритмада МЗ концентрациясининг ортиши молекулалар якка тартибининг пасайишига ҳамда бирлашмаларининг ҳосил бўлишига олиб келади. МЗ анионларнинг якка тартибдаги адсорбцияси ГДТМА-КР нинг актив марказлари ва микроғовакларида содир бўлади. МЗ миқдорининг ортиши билан адсорбтив молекулаларининг адсорбцияланиши бундан кейин адсорбат моноқаватларида рўй бериб, ГДТМА-КР адсорбция изотермасининг эгри чизиғи бундан далолат беради. Олинган эгри чизиқлар таҳлили шуни кўрсатдики, ГДТМА-КР ва Х-КР нинг анионларга нисбатан адсорбцион фаоллиги табиий гилга нисбатан мос равишда 6,47 ва 6,7 марта юқори.

Ўрганилаётган объектларнинг адсорбцион кўрсаткичларига рН таъсирини ўрганиш шуни кўрсатдики, ўрганилаётган объектлар ўзларининг ҳос рН қийматларига эга, лекин рН қийматининг 10 дан юқори бўлиши бентонит

гилининг табиий ва модификацияланган шакллари тузилишини кимёвий жараёнлар асосида емирилиши содир бўлади. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, рН муҳитининг 2 гача туширилиши адсорбент+МК системасида ГДТМА-КР ва Х-КР учун адсорбция миқдорини мос равишда 5 ва 48% га оширади. рН муҳитининг МЗ адсорбциясига таъсири МК ҳолатидагидек равшан эмаслиги маълум бўлди. Шундай қилиб, адсорбция миқдори кўпроқ эришиладиган рН муҳитининг оптимал кўрсаткичлари ГДТМА-КР намунаси учун 5-7 ни, Х-КР учун эса 4-8 ни ташкил этади.

Диссертациянинг «Тўқимачилик саноати оқава сувларини органобентонит билан тозалаш самарадорлигига турли технологик омилларнинг таъсирини ўрганиш» деб номланган учинчи бобида тўқимачилик саноати чиқинди сувларининг технологик хусусиятларини ўрганиш натижалари келтирилган (4-жадвал).

4-жадвал.

«SOF MEGA TEKSTIL» корхонаси оқова сувларининг таркиби ва технологик хусусиятлари (умумий ишлаб чиқариш оқими)

Сувнинг сифат кўрсаткичлари	Ўртача қиймат
Муаллақ моддалар, мг/л	55-220
Курук қолдик, мг/л	600-1500
Курук қолдикнинг қуллик даражаси, %	35-56
Кислородга кимёвий талаб (ККТ), мг/л	450-660
Биокимёвий кислород сарфи (БКС) ^{тўлик} , мг/л	90-190
рН	6,2-8,5
Аммонийли азот, мг/л	22-30
СФМ (ПАФ) миқдори, мг/л: анионли	98-312
ион бўлмаган	100-145
Хид чегараси (суюлтириш бўйича)	1:30-1:50
Ранг интенсивлиги (шаффоф ҳолгача суюлтириш)	1:50-1:250

Маълум бўлишича, оқава сувлар ўз таркибининг ўзгарувчанлиги билан тавсифланади, яъни бўйаш цехининг алоҳида оралик вақт ва сменалари давомида рангнинг интенсивлиги, сирт фаол моддалар (СФМ) миқдори, ёғ-мой ва муаллақ моддалар миқдори кескин ўзгаради. Шунинг учун бўёвчи моддалар адсорбцияси шароити ва ушбу жараёнларнинг боришига турли СФМ ва ёғ-мой моддаларнинг таъсирини тўлиқ ўрганиш зарур.

Умумий оқим ҳамда бўйаш цехи оқими бўйича фақат анионли ва ион бўлмаган сирт фаол моддалар миқдори кенг чегарада ўзгариб туради. Фаол (реактив) бўёқлар билан бўйалгандан сўнг тўқимачилик материали гидролизланган бўёқдан тозалаш учун СФМ эритмаси билан ишланади, бу эса бўйаш цехининг оқава сувида кўп миқдорда бўёқ ва СФМлар ифлосланишига олиб келади. Шунинг учун органобентонитларда турли СФМ ва уларнинг аралашмаси адсорбция жараёнларини ўрганиш мақсадга мувофиқдир.

СФМ аралашмаси Х-КР адсорбентида анионли бўёқлар сорбциясини бироз камайтириши аниқланди, лекин жараён вақти ортиб бориши билан сорбция сифими ортади ва сулфонол аралашмасининг 40-70 мг/л концентрация оралиғида бўёқ молекулалари ҳажмига қараб 10 соатдан ортиқ вақт давомида бўёқдан тозаланишнинг максимал даражаси 70-90% га етади. Маълум бўлишича, бўёқли системада нисбатан йирик ўлчамдаги ёрқин қизил 6В молекулаларининг адсорбцион мувозанатининг вужудга келиши учун ёрқин кўк 2В бўёғига нисбатан узокроқ вақт (10 соатдан ортиқ) сарфланади.

МКК га нисбатан юқори концентрацияларда уларни ажратиш даражаси ортиши туфайли иккала бўёқ эритмалари учун тиниқлашиш даражаси ҳам кескин ошади. Бундай кескин ўзгариш буёвчи моддаларнинг катта ўлчамли молекулаларининг СФМдаги гидрофоб радикаллар ва адсорбент орасидаги қисман солюбилизацияси туфайли бўлиши мумкин.

ГДТМА-КР намунаси юқори адсорбцион имкониятга эга эканлиги СФМ миқдорини 160 мг/л гача оширилишидан яққол кўринади. Лекин, тадқиқот натижалари кўрсатганидек, сирт фаол моддалар концентрациясининг янада ортиши бўёқ эритмаларининг тиниқлашиш даражасига салбий таъсир кўрсатади. Эҳтимол, адсорбция марказларига сирт фаол модда ионларининг боғланиши ҳамда модификацияланган монтмориллонит сиртини қоплаши ҳисобига ёрқин қизил ВБ ва ёрқин кўк 2В бўёқларининг йирик молекулаларига кириш имконини чеклайди.

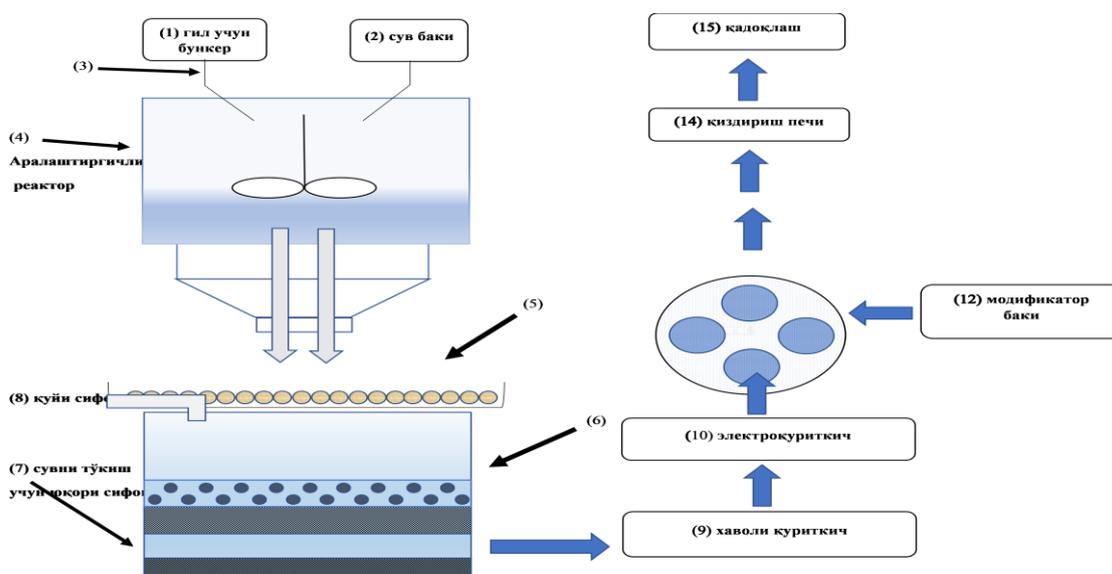
Тадқиқот давомида модификацияланган ГДТМА-КР, Х-КР и ТМЭА-КР органобентонит намуналарининг гранулалари ёрдамида бўёқчилик цехининг дастлабки сув намуналари ва "Sof Mega Textile" корхонасининг умумий оқими, шунингдек уларнинг филтратлари кўрсаткичларининг кимёвий-аналитик тавсифларини қиёсий таҳлили ўтказилди.

Статик ва динамик тозалашнинг қиёсий таҳлили шуни кўрсатадики, турли ифлослантирувчи моддаларни олиб ташлаш самарадорлиги уларнинг табиатига ва молекулаларнинг ҳажмига боғлиқ. Динамик тозалаш шароитида оқава сувларни адсорбент қатлами орқали ҳаракатлантиришда нисбатан йирик ўлчамдаги молекулалар (сирт фаол моддалар, бўёқлар, мураккаб ионлар) яхши ушланиши аниқланди. Шундай қилиб, 1 см баландликдаги адсорбент қатламидан 4,25 литр оқава сув ўтганда (адсорбентнинг истеъмоли 2 г / л атрофида), сирт фаол моддалар, катта молекуляр ўлчамли бўёқлар ва уларнинг бирлашмалари тўлиқ тутиб қолинади.

Шу билан бирга диссертациянинг мазкур бобида органобентонитларнинг антимикроб қобилиятларининг тадқиқоти келтирилган. Бўяш цехининг оқава сувларини органобентонитлардан фойдаланган ҳолда адсорбцион тозалаш оқава сувларни нафақат зарарсизлантириш, балки уларни органик қолдиқлардан тозалаш ва микроорганизмлар ривожланишини олдини олиш имконини ҳам беради. Микроорганизмлар қолдиғидан юқори (40°C дан юқори) ва паст (10°C дан паст) ҳароратларда сувни тозалашнинг мақбул шароити ва органобентонитларнинг сарфи ўрганилди. Статик шароитларда 96% гача юқори натижада микроорганизмлардан (*E.coli*, умумий колиформ

бактериялар ва замбуруғлар) тозалаш учун адсорбентнинг оқава сув билан 25 дақиқа ўзаро таъсирлашиши етарли эканлиги аниқланди. Бунда тозалаш самарадорлиги замбуруғлар учун 97% ва умумий колиформ бактериялар учун 93% ни ташкил этади.

Диссертациянинг «**Органобентонитлар ишлаб чиқарилишининг технологик схемасини ишлаб чиқиш ва ушбу технологияни жорий қилишнинг экологик-иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш**» деб номланган тўртинчи бобида тўқимачилик саноати оқава сувларини тозалашга мўлжалланган гранулаланган органобентонит адсорбентларни ишлаб чиқариш технологик тармоғини ишлаб чиқиш бўйича илмий-услубий тартибни яратиш натижалари (7-расм) келтирилган.



7-расм. Табиий бентонитлар ва органик модификаторлар асосида адсорбентларнинг тажриба партиясини ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси:

1) гил учун бункер; 2) сув баки; 3) дозаторлар; 4) аралаштиргичли реактор; 5) элак; 6) чўктириш баки; 7) сувни тўкиш учун юқори сифон; 8) қуйи сифон; 9) хаволи қуриткич; 10) электроқуриткич; 11) планетар аралаштиргич; 12) модификатор баки; 13) гранулятор; 14) қиздириш печи; 15) қадоқлаш.

Органобентонит адсорбентларнинг лаборатория ва тажриба-саноат синовлари ўтказилди (18.12.2020 й.даги тажриба-саноат синовлари акти). Бўяш цехининг оқава сувларини тозалаш учун импорт ўрнини босувчи органобентонит (ГДТМА-КР)дан фойдаланишнинг экологик ва иқтисодий самарадорлик (ЭИС) қийматлари ҳисобланди. Оқава сувларини юқори даражада зарарсизлантириши ҳамда хом-ашё харажатларининг камайиши туфайли органобентонит адсорбентидан фойдаланишнинг нисбий ЭИС анча юқорилиги аниқланди. Бир хил миқдордаги ифлослантирувчиларни рухсат этилган концентрацияларгача камайттириш учун органобентонит адсорбентларни жорий этиш импорт адсорбентларни қўллашга нисбатан сарфланган харажатларни 5,34 марта камайттиради.

ХУЛОСА

Илмий ва амалий тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар олинди:

1. Крантау бентонити ва гексадецилтриметиламмоний бромид асосида органобентонитли адсорбент синтезининг мақбул шартлари аниқланди. Суспензиядаги натрий монтмориллонит оғирлигига нисбатан 10-20% миқдорда модификаторлар сарфланганда адсорбентларнинг юқори технологик кўрсаткичларига эришиш мумкин.

2. КР намунасини модификаторлар – гексадецилтриметиламмоний бромид ва хитозан билан модификациялаш гидрофоб хоссали бензолнинг адсорбцияланиш миқдорини мос равишда 7,53 ва 4,63 марта ортишига олиб келди. Бинобарин, дастлабки гил туридан қатъий назар гексадецилтриметиламмоний бромид асосида олинган органобентонитлар кўпроқ гидрофоблик қобилиятига эга.

3. Бўяш цехининг оқава сувларини ГДТМА-КР и Х-КР органобентонитларидан фойдаланган ҳолда адсорбцион тозалаш оқава сувларни нафақат зарарсизлантириш, балки уларни органик қолдиқлардан тозалаш ва микроорганизмлар ривожланишини олдини олиш имконини беради. Статик шароитларда 96% гача юқори натижада микроорганизмлардан (*E.coli*, умумий колиформ бактериялар ва замбуруғлар) тозалаш учун адсорбентнинг оқава сув билан 25 дақиқа ўзаро таъсирлашиши етарли эканлиги аниқланди. Бунда тозалаш самарадорлиги замбуруғлар учун 97% ва умумий колиформ бактериялар учун 93% ни ташкил этади.

4. Комплекс тадқиқотлар натижасида табиий бентонит ва органик модификаторлардан экструзия усулида ва кейинчалик 380°C га қиздириш орқали донадор сорбент ишлаб чиқариш технологияси таклиф этилди.

5. Ишлаб чиқилган адсорбентлар асосида бўёқ цехининг оқава сувларини адсорбцион усулда тозалаш самарадорлиги: бўёқ моддаларга нисбатан ГДТМА-КР ва Х-КР мос равишда 94,5 ва 93,0% ни ташкил этди. ККТ ва БКС қийматларига кўра ўртача тозалик даражаси корхоналарнинг ювиш мосламаларига қўйилган талабларга жавоб беради, бу эса тўқимачилик корхоналарининг ишлаб чиқариш циклларида қайта-қайта ишлов берилган оқава сувлардан фойдаланиш имконини беради.

6. Тўқимачилик саноатинининг оқава сувларни адсорбцион тозалашда органобентонитларни қўллашнинг экологик-иқтисодий самарадорлик кўрсаткичлари ҳисоблаб чиқилди. Органобентонит адсорбентини қўллаш натижасида бир миқдордаги ифлослантирувчиларнинг рухсат этилган максимал концентрациясини йўқотиш учун сарфланган харажатлар мавжуд адсорбентлар қўлланиланиш даврига нисбатан 5,34 марта кам бўлиб, бунга адсорбцион тозалаш баҳосининг 3 мартадан ортиқ камайиши ҳисобига эришилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02.30.12.2019.К/Т35.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ И
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. ИСЛАМА КАРИМОВА**

СЕЙТНАЗАРОВА ОКСАНА МУРАТБАЕВНА

**МОДИФИКАЦИЯ БЕНТОНитОВОЙ ГЛИНЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ
ПРОЦЕССА АДсорбЦИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ
ОРГАНОБЕНТОНитОМ**

02.00.11 – Коллоидная и мембранная химия

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

Ташкент – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2021.2.PhD/T2213.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном университете им. Ислама Каримова.

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

Научный руководитель:

Ихтиярова Гульнара Акмаловна
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Эргашев Ойбек Каримович
доктор химических наук

Эркабаев Фуркат Ильясович
доктор технических наук

Ведущая организация:

Ферганский политехнический институт

Защита состоится «6» июля 2021 г. в «13⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.02.30.12.2019.K/T35.01 при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: ionxanruz@mail.ru

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии за № 3, с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а). Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90.

Автореферат диссертации разослан «22» июня 2021 года
(реестр протокола рассылки № 3 от «22» июня 2021 года.

Закиров Б.С.

Председатель научного совета по присуждению
ученой степени, д.х.н.

Салиханова Д.С.

Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученой степени, д.т.н.

Абдурахимов С.А.

Председатель Научного семинара при
научном совете по присуждению ученой
степени, д.х.н., проф.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время в мире стремительное развитие отраслей промышленности приводит к заметному увеличению антропогенного воздействия на окружающую среду. Функционирование большинства производств, в том числе и предприятий текстильной и легкой промышленности, связано с образованием больших количеств отходов в виде выбросов ядовитых газов, сточных вод и твердых материалов. Следовательно, имеет большое значение уменьшение искусственного загрязнения окружающей среды за счет использования адсорбентов для очистки сточных вод и их возврата в цикл.

Во всем мире ведутся научные исследования для создания технологий активации и модификации природных или синтетических сырьевых материалов с целью получения адсорбентов для очистки производственных сточных вод. В связи с этим особое внимание уделяется установлению химико-минералогического состава глинистых минералов, определению оптимальных условий обогащения, активации и модификации глин в зависимости от их сорбционных характеристик, определению эффективных модифицирующих реагентов, установлению механизма адсорбции различных веществ на поверхности адсорбентов.

В Республике достигается ряд научных и практических результатов по получению модифицированных адсорбентов с высокой сорбционной способностью на основе местных природных ресурсов, в частности, местных природных углей и глинистых минералов, а также по их применению в сорбционных очистительных процессах от примесей органических и неорганических поллютантов. Согласно третьему направлению Стратегии развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах определены приоритетные задачи по «производству высококачественной готовой продукции, в первую очередь, на основе глубокой переработки местного сырья, развития высокотехнологичного перерабатывающего производства»¹. В связи с этим большое значение имеет создание новых высокоэффективных сорбционных материалов и разработка на их основе технологии комплексного обезвреживания сточных вод от различных загрязнителей.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах» и Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе ускоренного развития химической промышленности на 2017-2021 годы», № ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан УП-4947 “О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы”

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

Степень изученности проблемы. В настоящее время достаточно глубоко проработаны теоретические вопросы очистки воды с использованием сорбционных технологий. Вопросам удаления загрязнений из воды с использованием пористых материалов посвящено много работ, анализ которых позволяет выделить исследования, связанные с получением как органических, так и минеральных сорбентов. Методологией получения минеральных, органических сорбционных и ионообменных материалов занимались Лысенко А.А., Карнаухов А.П., Земнухова, Комаров В.С., Ратько А.И., Клушин В.Н., Никитина Т.В., Ермаков Д.В., Воловичева Н.А., Брызгалова Л.В., Амфлета Ч., Ергожина Е.Е., Акимбаева А.М. Тиньгаевой Е.А., Кузнецова И.О., Andini S., Shawky H., Chang M., Gupta V., Chen H., Garg U., Grimm A., Gurgel L., Malkos E., Dahlan I., Dinu M., Liu A., Vieira M. и др.

В Узбекистане под руководством одного из ведущих ученых в области исследования и создания адсорбентов К.С.Ахмедова, была создана научная школа, ее представители Э.А.Арипов, Ф.Л.Глекел, С.С.Хамраев, С.Н.Аминов, А.А.Агзамходжаев, У.К.Ахмедов, Г.У.Рахматкариев, С.З.Муминов, Б.Н.Хамидов, В.П.Гуро, Г.Р.Нарметова, Туробджанов С.М., Ихтиярова Г.А., Эшметов И.Д., Эргашев О.К., и другие внесли весомый вклад в ее развитие.

Одновременно, ведутся ряд научных работ в области получения органоминеральных сорбентов для различных целей, в том числе для водоочистки и водоподготовки.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ фундаментального проекта Ташкентского государственного технического университета по теме Ф3 2019081633 «Синтез хитина и хитозана из местного подмора пчел *Apis Millifera* и получение на их основе биоразлагаемых полимерных пленок.

Целью исследования является создание технологий получения высокоэффективных органобентонитов на основе Крантауской глины и определение их основных физико-химических и адсорбционных способностей.

Задачи исследования:

подбор местных эффективных сырьевых ресурсов для получения органобентонитов;

подбор органических модификаторов глин, исследование оптимальных условия модификации;

исследование физических (пористость, плотность, сорбционные характеристики) и механических (пластичность, прочность) свойств органобентонитовых адсорбентов;

исследование сорбционных характеристик органобентонитовых адсорбентов по отношению к гидрофильным и гидрофобным адсорбатам;

определение адсорбционных показателей органобентонитов по отношению к органическим красителям;

разработка технологии получения органобентонитов с использованием модификаторов – гексадецилтриметиламмонийбромида, хитозана и разработка технологии очистки окрашенных сточных вод с использованием полученных органобентонитов.

проведение промышленных испытаний эффективности органобентонита в качестве сорбента в фильтрующих системах станции очистки сточных вод текстильной промышленности.

Объектом исследования являются Крантауский щелочной бентонит и органобентонитовые адсорбенты, полученные на основе данного бентонита и гексадецилтриметиламмоний бромида и хитозана, сточные воды текстильной промышленности.

Предметом исследования являются методы получения органобентонитовых адсорбентов, а также их коллоидно-химические и адсорбционные свойства и механизмы взаимодействия адсорбент-адсорбат.

Методы исследования. В диссертационной работе использовались физико-химические (рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия, ИК-спектроскопия), коллоидно-химические методы (калориметрия, порометрия, фотометрия) и методы статистической обработки экспериментальных данных.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определены оптимальные условия синтеза органобентонитов на основе Крантауской глины при массовом соотношений глины и гексадецилтриметиламмонийбромида 10:1,3; а соотношение глина:хитозан 10:0,7;

определены адсорбционные свойства полученных адсорбентов по отношению к различным адсорбатам – бензол, вода, пиридин, катионные и анионные красители, а также анионные и неионогенные ПАВ;

установлены механизмы адсорбции красителей и ПАВ на органобентоните в статических и динамических условиях, а также формирование смешанных слоев адсорбата на поверхности адсорбента;

описанием структурно-сорбционных показателей и объемов пор с использованием уравнений теории БЭТ и Ленгмюра изотерм адсорбции, было доказано, что ГДТМА-КР и Х-КР имеют микро- и мезопористую структуру;

разработана технологическая схема получения органобентонитов с высокими адсорбционными и технологическими характеристиками;

определены оптимальные условия комплексной очистки промышленных сточных вод от органических и неорганических соединений с помощью органобентонитовых адсорбентов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

определены оптимальные условия модификации Крантауской глины с

использованием в качестве модификатора гексадецилтриметиламмоний бромида и хитозана;

разработана технология получения органобентонитовых адсорбентов для комплексной очистки окрашенных сточных вод текстильной промышленности.

Достоверность результатов исследования обосновываются результатами использованных химического (аналитические способы) и физико-химического (рентгенография, сканирующая электронная микроскопия, ДТА, ИК-спектроскопия) анализов и испытаниями на опытно-промышленных установках.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования объясняется получением органобентонитовых адсорбентов путем модификации местного бентонитового минерала с ПАВ и определение закономерностей взаимодействия с анионными, катионными красителями и анионными ПАВ в сточных водах текстильной промышленности и комплексным механизмом очистки.

Практическая значимость результатов исследований служит для разработки технологии производства импортозамещающих органобентонитовых адсорбентов на основе местных бентонитовых глин и в учебном процессе при подготовке магистров и бакалавров в образовательных учреждениях в сфере химии и химической технологии.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных научных результатов по производству модифицированных адсорбентов на основе бентонитов и органических модификаторов и определению их сорбционных свойств:

внедрена технология получения оргобентонитовых адсорбентов на основе Крантауского бентонита глины путем модификации с органическими ПАВ на ООО «BOSTON MEGA TEKSTIL» (Справка Комитета по охране окружающей среды и экологии Республики Каракалпакстан № 02/18-1-296 от 10 февраля 2021 г.). В результате данная разработка способствовала получению органобентонитовых адсорбентов, характеризующихся в 3-раза меньше себестоимостью по сравнению с импортными аналогами;

внедрена технология очистки сточных вод текстильной промышленности от красителей и ПАВ с использованием разработанных органобентонитовых адсорбентов на ООО «BOSTON MEGA TEKSTIL» (Справка Комитета по охране окружающей среды и экологии Республики Каракалпакстан № 02/18-1-296 от 10 февраля 2021 г.). В результате очистка сточных вод от красителей и ПАВ достигают значений более 90%, за счет чего представляется возможность возврата очищенной воды в технологический цикл производства.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 2 международных и 9 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации

опубликованы всего 18 научных работ, из них 7 научных статей, в том числе 4 в республиканских и 3 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для публикации научно-практических конференциях.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность работы и востребованность проведенного исследования, характеризуются цель и задачи, излагается соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов исследования, опытно-промышленные испытания, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Анализ глинистых минералов и их модифицированных форм в качестве адсорбента для очистки сточных вод текстильной промышленности»** рассмотрены глинистые минералы, способы их модификации, физико-химические способы регулирования адсорбционных характеристик бентонитовых глин, а также рассмотрены наиболее важные органические модификаторы глин, отрасли применения органомодифицированных глин, изучены существующие представления об управлении поведением органобентонитовых адсорбентов в различных средах и адсорбционных процессах, протекающих в них. Проанализированы современные методы сорбционной очистки сточных вод, их эффективность и значительность для современного производства. Подробно представлены данные о коллоидно-химических основах создания адсорбентов для очистки сточных вод производства красителей и красильных цехов текстильной промышленности.

Анализ литературы предопределяет возможность применения местных бентонитовых глин и органических модификаторов для создания органобентонитовых сорбентов, предназначенных для обезвреживания сточных вод текстильной промышленности. Анализ литературы позволил сформулировать цель и задачи настоящей работы.

Во второй главе диссертации **«Структурные и основные химико-технологические свойства природного и модифицированного бентонита»** приведены данные о химико-минералогических составах и физико-механических, а также адсорбционных характеристиках бентонитовых глин Крантауского и Навбахорского месторождений и коллоидно-химических основах создания на основе бентонитовых глин органобентонитовых адсорбентов.

Комплексное исследование минералогических составов бентонитов осуществлялось методами рентгенографического, электронно-

микроскопического и термогравиметрического анализов. Съемка рентгенограмм проводилась с помощью рентгеновского порошкового дифрактометра XRD – 6100 (Shimadzu, Japan). Термогравиметрические исследования были выполнены при помощи дериватографа системы Paulik-Paulik-Erdey. Скорость нагревания образцов составила 10°/мин, масса навески – 100 мг. Электронно-микроскопические исследования были проведены на электронном сканирующем микроскопе (СЭМ) EVO MA10 SEM Carl Zeiss, который делает возможным просмотр образца на СЭМ, определение его количественного элементного состава, а также получение цветных микрофотографий.

Эксперименты показали, что образец глины Крантауского месторождения (КР) содержит в основном натриевый монтмориллонит (1,5450; 1,2923; 0,4484; 0,2592; 0,2489; 0,1767; 1,502 нм). Линии, характерные для монтмориллонита (рис. 1), весьма интенсивны, и он в данном случае является основным порообразующим минералом. Кроме линии монтмориллонита, существуют также другие, характерных для иллита (1,0091; 0,445; 0,3795; 0,3236; 0,2971; 0,1639; 0,1502 нм), каолинита (0,7161; 0,2592; 0,1502 нм), гидрослюды (0,4566; 0,3607; 0,2592; 0,1767; 0,1559 нм), полевого шпата (0,3236; 0,2330; 0,1731). Натриевую форму монтмориллонита доказывает наличие рефлекса $d_{001} = 1,236$ нм (рис. 1).

Данные термического анализа соответствуют результатам РФА. На термограмме КР при температурах 90-110°С наблюдается интенсивный эндотермический эффект, обусловленный выделением адсорбционной и межслоевой молекулярной воды. Наличие дополнительного эффекта при температурах максимумом 500-520°С вызвано удалением структурной воды. Третий самый слабый эффект при температуре 850-890°С соответствует разрушению безводной модификации монтмориллонита.

На рис. 2 приведены электронно-микроскопические снимки образца КР, где отчетливо видны межслоевые поры, равномерно распределенные по всему объему.

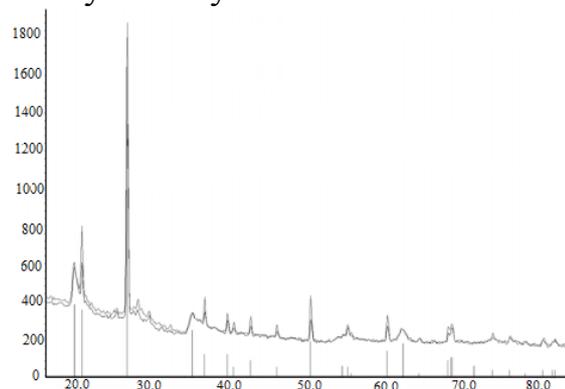


Рис. 1. Дифрактограмма образца КР.

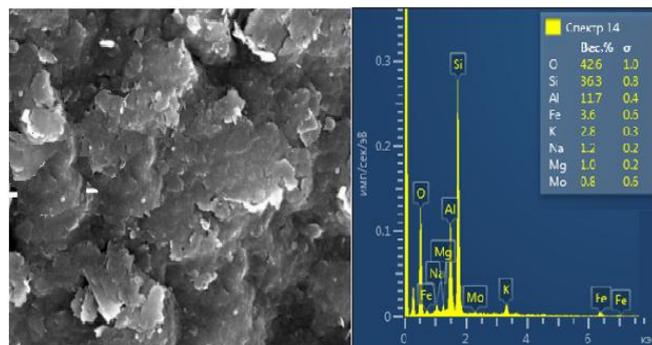


Рис. 2. Электронно-микроскопический снимок образца КР.

Химический анализ тонких фракций глины выполнялся по ГОСТ 2642-81, согласно которому определяют весовые проценты SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , MnO , CaO , Na_2O , K_2O и P_2O_5 . Из данных проведенного химического анализа следует, что исследуемая глина богата ионами

щелочных металлов. В табл. 1 также приводятся данные о химическом составе Навбахорского щелочного бентонита (НЩБ), как было уже отмечено в качестве контрольного образца.

Таблица 1.

Химический состав образцов глин

Глина	Содержание, % на сухое вещество										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	п.п.п
КР	60,3	16,8	6,6	1,1	1,9	3,6	2,4	0,2	0,3	0,1	6,7
НЩБ	57,91	14,04	5,10	0,48	1,84	1,53	1,75	0,43	0,75	0,2	15,97

Определение дисперсного состава проводилось несколькими методами анализов. Определение выхода глинистой фракции проводился методом пипетки, основанным на различных (в зависимости от размера частиц) скоростях осаждения под воздействием силы тяжести.

В экспериментах для определения дисперсности также использовался метод седиментационного анализа, который позволяет определять усредненные характеристики дисперсности и распределение частиц дисперсной фазы по размерам. С помощью торсионных весов проводилось непрерывное взвешивание седиментационного осадка водной суспензии бентонита (15, 30, 60, 120, 300 с). Результаты данных исследований приводятся в табл. 2.

Увеличение число отмучиваний приводит к уменьшению количеств фракций более 50 мкм от 55,1 до 11,8 % для КР и от 59,1 до 12,9% для НЩБ. Следовательно, на дисперсность исследуемых объектов влияет механические факторы, т.к. обогащение глин отмучиванием, температура данного процесса и др. факторы, но все же гранулометрический состав глин больше зависит от их химико-минералогического состава. Как оказалось, по содержанию различных фракций образец КР относится к группе мелкозернистого сырья (ГОСТ 9169-92).

Таблица 2.

Гранулометрический состав природных глин, %

Глина	Размеры частиц, мкм			
	50-10	10-5	5-1	Менее 1
КР	25,0	8,2	8,9	2,8
НЩБ	21,1	7,2	9,5	3,1

Для установления пригодности бентонитовых глин и их модифицированных форм для очистки сточных вод текстильных предприятий со сложным составом были исследованы адсорбционные способности по отношению к парам воды, бензола, пиридина, органическим красителям в растворе и др.

Сорбционные измерения паров воды, бензола и пиридина проводились с применением высоковакуумной установки Мак-Бена с ртутными затворами и кварцевыми весами при остаточном давлении $1,33 \cdot 10^{-3}$ Па и температуре 298

К. Удлинение пружин установки контролировалось с помощью катетометра КМ-8.

На рис. 3 приведены диаграммы иллюстрирующие изменения значений адсорбции паров воды, бензола и пиридина на природном образце КР. Известно, что монтмориллонитовые глины за счет структуры строения обладают высокими значениями гидрофильности. Поэтому монтмориллонит обладает высоким сродством по отношению к парам воды даже при низких значениях относительного давления ($P/P_s=0,2$).

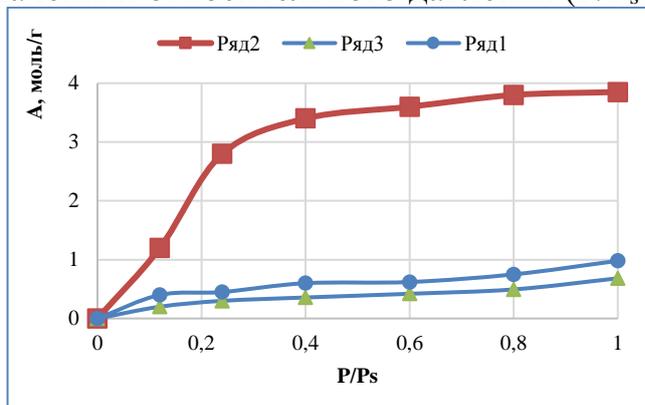


Рис. 3. Изотермы адсорбции паров различных адсорбтивов на образце КР: 1) пиридин; 2) вода; 3) бензол

Значения адсорбции паров бензола на образце КР значительно меньше чем количество адсорбции пиридина, что связано с полярностью молекул последнего, за счет чего обладает более высоким сродством по отношению к поверхности сорбента. На основе изотерм адсорбции были рассчитаны значения текстурных показателей исследуемого образца (табл. 3).

В результате данных исследований установлено, что природный образец КР характеризуется большим содержанием мезопор с диаметром частиц 2-3 нм и незначительным содержанием микропор. Данная величина соответствует среднему расстоянию между соседними слоями.

Таблица 3.

Текстурные свойства образца КР, рассчитанные по изотермам адсорбции паров воды*, бензола и пиридина**

Адсорбат	Емкость монослоя, A_m	$S_{уд}$, $M^3/Г$	Объем микропор, W_0 , $CM^3/Г$	Объем мезопор, W_1 , $CM^3/Г$	Общий объем пор, V , $CM^3/Г$	Радиус пор, нм
H_2O	1.879	122.19	0.0693	0.0033	0.072	1.13
C_6H_6	0.212	51.03	0.0440	0.0200	0.064	2.37
C_5H_5N	0.354	82.37	0.0600	0.0200	0.080	1.91

*- рассчитанные по линейному уравнению Ленгмюра;

** - рассчитанные по линейному уравнению БЭТ.

Согласно данным многочисленных научных литератур наиболее содержательным при изучении геометрической структуры и текстурных характеристик поверхности бентонитов является метод, основанный на определении адсорбции из водных растворов неорганических и органических веществ.

В исследованиях в качестве адсорбатов вступили: катионный краситель - метиленовый синий (МС); анионный краситель - метиловый оранжевый (МО), которые различаются по природе и размерам молекул. Адсорбционные

способности природного бентонита по отношению к красителям определялись в статических условиях. Концентрация красителей до и после адсорбции определялась фотометрически на лабораторном фотоколориметре КФК-3-01.

В результате лабораторных экспериментов установлено, что кинетические кривые адсорбции красителей на природном образце КР имеют различные формы (рис. 4). Однако, независимо от природы и молекулярной массы сорбируемых красителей, адсорбционное равновесие наступает через 4-5 ч для исследуемых красителей. Вероятно, продолжительность процессов адсорбции связаны, прежде всего, с размерами молекул адсорбата и их концентрацией. Так, кривая характеризующая процесс адсорбции красителя МО на КР имеет сравнительно небольшие значения. Кинетические кривые адсорбции красителя МГ характеризуются ступенчатым характером. Независимо от различной природы МГ и МО на первом участке кривой адсорбция продолжается примерно 2 ч, на втором участке ступенчатой кривой в течение последующих 2-3 ч величина адсорбции для МГ резко возрастает, в то же время для установления адсорбционного равновесия затрачивается примерно одинаковое время.

Сопоставление литературных и полученных данных, позволяет сделать вывод: что природная глина КР обладает высоким сродством по отношению к катионному красителю, ввиду наличия больших количеств обменных катионов, а также катионоактивных адсорбционных центров. Увеличение концентрации сорбируемых ионов (МГ) и степени их ассоциации в водных растворах приводит к снижению величин адсорбции. В таких случаях эффективность использования поверхности для образца КР составляет всего 45 %.

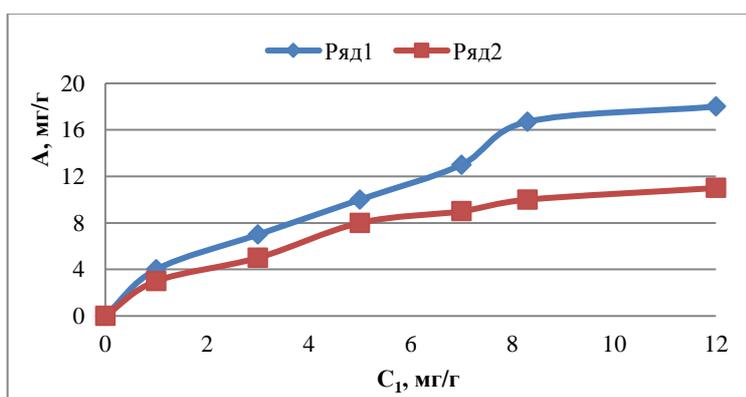


Рис. 4. Изотермы адсорбции красителей на образце КР: 1) МГ; 2) МО.

Правильно организованный синтез органоглин способствует совмещению полезных характеристик глинистых минералов и органических соединений. В процессе модификации глины, обладающие хрупкой структурой, не набухающие в органических средах, преобразуются в формы, легко набухающих в органических средах. Набухаемость и способность образование тиксотропных гелей зависит от характера органических веществ, сорбированных на поверхности глин.

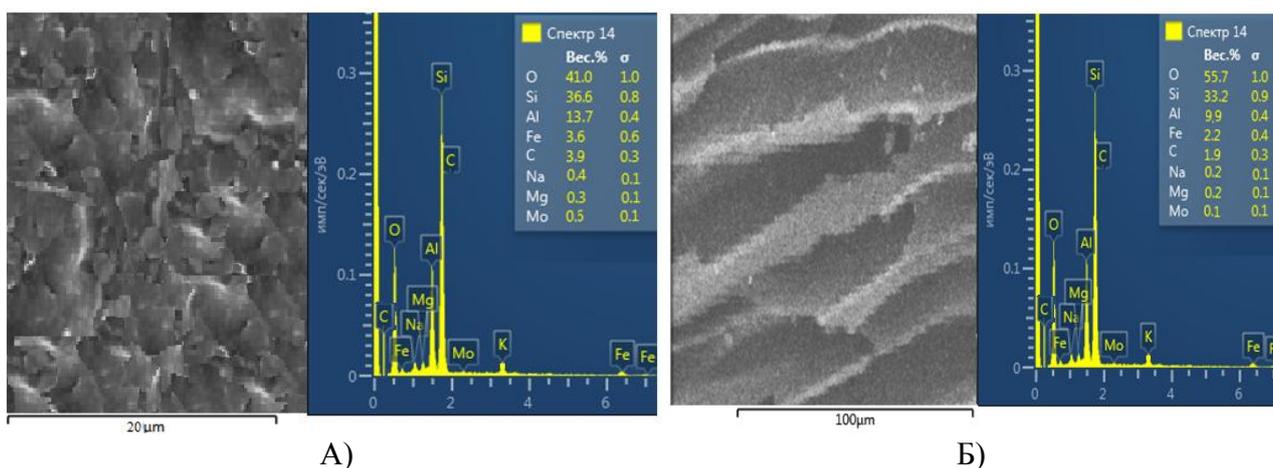
Готовились препараты оргобентонита при разных соотношениях неорганических и органических сырьевых материалов. Для этого образцы

глинистых минералов очищались от водорастворимых солей и песка отмучиванием дистиллированной водой. Обогащенная масса бентонита отделялась от жидкого центрифугирования, затем глина высушивалась при температуре 105°C. При необходимости используются натрий замещенные формы глин. Высушенная глина смешивалась с водным раствором модификатора (триметилэтиламмоний бромид, хитозан и гексадецилтриметиламмоний бромид) концентрацией 0,3 моль/л и при непрерывном перемешивании со скоростью 600 об/мин при температуре 50°C в течение 6 часов. В результате многочисленных опытов было выведено оптимальное количество модификаторов, которое составляет 10-20% от веса натриевого монтмориллонита, находящегося в суспензии.

Полученная после модификации смесь отмывалась от остаточного модификатора, отделялась от жидкой фазы центрифугированием. Выделенная твердая фаза высушивалась на калориферных сушилках при 363 К в течение 2 часов до воздушно-сухого состояния. Синтезированные органобентониты условны названы ГДТМА-КР (модификатор гексадецилтриметиламмоний бромид), Х-КР (модификатор хитозан), ТМЭА-КР (модификатор триметилэтиламмоний бромид).

Комплексное исследование структурных особенностей модифицированных бентонитов показало, что образец ТМЭА-КР представлен в основном отдельными агрегатами глинистых частиц, которые имеют форму удлиненных многоугольников. Как оказалось, увеличение молекулярной массы повышает степень формирования ассоциатов модифицирующих катионов удвоенной толщины, которых достаточно для покрытия обеих базальных поверхностей. В случае хитозана – полимерного модификатора наблюдается образование ассоциатов толщиной в один слой, вместо гидратно-ионных слоев наружных поверхностей кристаллов монтмориллонита. Вместе с тем повышение размеров молекул модификатора способствует увеличению степени трехмерного порядка в упаковке силикатных слоев. Под электронным микроскопом видно, что крупные частицы Х-КР в основном обладают прямоугольной формой с размерами около 1 мкм (рис. 5). Данные предположения полностью согласуются с результатами рентгенофазового анализа. Как видно на рентгеновской дифрактограмме, межплоскостное расстояние слоев монтмориллонита от плоскости d_{001} для ГДТМА-КР и Х-КР увеличилось с 12,4 Å до 25,9 и 21, соответственно. Однако, для образца ТМЭА-КР месторасположения d_{001} изменилось не значительно.

Исследования структурно-механических свойств органобентонитов показали, что образцы ГДТМА-КР-2 и Х-КР-2 (размеры частиц от 1 до 3 мм) характеризуются следующими оптимальными показателями прочности: среднее значение измельчаемости составляет $1,4 \pm 0,1$ и $3,0 \pm 0,1$ % (не более 4 % по ГОСТу), а истираемости – $0,23 \pm 0,1$ и $0,28 \pm 0,1$ % (не более 0,5 % по ГОСТу).



**Рис. 5. Электронно-микроскопический снимок оргобентонитов:
А) ГДТМА-КР; Б) X-КР.**

Образец ГДТМА-КР, полученный из природной формы ММ, обработанной гексадецилтриметиламмоний бромидом, имеет большую удельную поверхность, средний диаметр пор и больший объем микропор по сравнению с другими образцами. Удельная поверхность составила в ГДТМА-КР – 377,52; 137,08 и 532,19, рассчитанные по количеству адсорбции бензола, воды и пиридина, соответственно, в то время как в X-КР она равна 236,07; 150,62 и 488,33 м²/г. Такое различие в значениях удельной поверхности можно объяснить более высоким сродством модифицированных объектов к данным адсорбатам. Однако, несмотря на изменения в кристаллохимической структуре монтмориллонита при модифицировании с хитозаном (более высокие значения выхода и интенсивности рефлекса d_{001}) гидрофобизирующая способность последнего наблюдается менее по сравнению с ГДТМАБ. Модифицирование образца КР с модификаторами – гексадецилтриметиламмоний бромидом и хитозаном, привело к увеличению количества адсорбции гидрофобного бензола в 7,53 и 4,63 раза, соответственно. Следовательно, более гидрофобными способностями обладают оргобентониты, полученные на основе гексадецилтриметиламмоний бромида, вне зависимости от типа исходной глины (натриевая или кальциевая). Данное предположение подтверждается и результатами исследования сорбционных способностей ГДТМА-КР и X-КР по отношению к парам воды, которые составляют 3,85 и 4 моль/кг, соответственно. Вероятно, более высокие значения адсорбции образца по отношению к парам воды также связано с наличием полярных групп в составе хитозана, которые не подверглись изменению при модифицировании бентонита и в связи, с чем с молекулами воды связываются посредством водородных связей.

Одним из моментов цели данной диссертационной работы является исследования адсорбционных показателей по отношению к катионным и анионным красителям и описание адсорбционного равновесия системы с оргобентонитами.

Адсорбция катионного красителя метиленового голубого (МГ) на образце КР протекает на внешней базальной поверхности кристаллов

монтмориллонита в порах, образованных пустотами между контактирующими частицами (мезопоры), т.к. объем микропор у природного минерала небольшой, а катионообменные центры представлены в основном обменными катионами Na^+ , сосредоточенными в основном межплоскостном пространстве и менее на внешних базальных поверхностях. За счет этого природный бентонит не проявляет особо высоких адсорбционных способностей. Величина адсорбции МГ на сорбентах меняется в ряду ГДТМА-КР>Х-КР>КР.

Несмотря на большую удельную поверхность и высокие значения межплоскостного расстояния образец Х-КР имеет меньшую адсорбционную емкость по сравнению с образцом ГДТМА-КР. Вероятно, это объясняется ограничением доступа молекул МГ в микропоры сорбента за счет образования столбика из циклических звеньев. Поэтому только незначительная часть микропор образца Х-КР является доступной для адсорбции частиц МГ.

Увеличение количества адсорбции МГ у образца ГДТМА-КР связано, прежде всего, с количеством доступных катионоактивных центров, а также гидрофобизацией поверхности монтмориллонита, что также положительно отразится на процессах адсорбции не только катионного красителя, но и других органических веществ.

Анионообменные свойства природного образца глины обусловлены наличием в их структуре гидроксильных групп Al-OH , Fe-OH , которые при значениях рН ниже их изоэлектрических точек (точка нулевого заряда) диссоциируют по основному типу.

Модифицирование бентонита КР привело к значительному увеличению его анионообменной способности, что доказывают данные рис. 6.

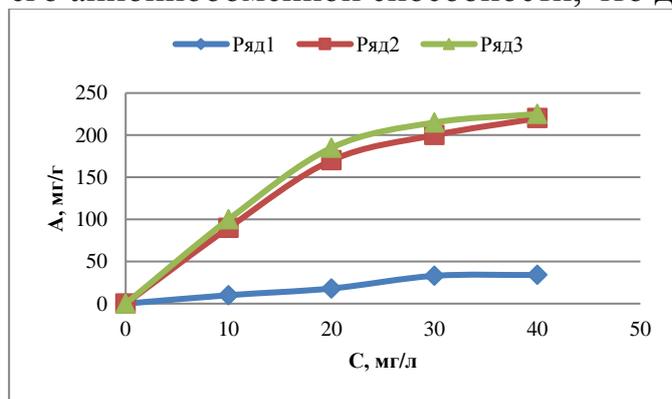


Рис. 6. Изотермы адсорбции МО на образцах: 1. КР; 2. ГДТМА-КР; 3. Х-КР (при 20°С и рН=7, дозе адсорбента 1 г/л, исходной концентраций раствора МГ 1-200 мг/л).

Природный образец КР обладает низкой адсорбционной емкостью по отношению к МО, что обусловлено незначительным количеством его анионообменных центров Al-OH и Fe-OH . Наибольшая величина анионообменной адсорбции наблюдается для сорбента Х-КР, обладающего наибольшей удельной поверхностью и большим размером первичных щелевидных микропор.

По-видимому, увеличение концентрации МО в растворе приводит к снижению индивидуальности молекул и образованию их ассоциатов. Адсорбция индивидуальных анионов МО происходит на активных центрах и

в микропорах адсорбента ГДТМА-КР. Увеличение количества МО приводит к дальнейшим адсорбциям молекул адсорбтива, уже на адсорбатах монослоя, о чем свидетельствует вид кривой изотермы адсорбции ГДТМА-КР. Анализ полученных кривых показал, что адсорбционная активность ГДТМА-КР и Х-КР по отношению к анионам выше в 6,47 и 6,7 раза по сравнению с природной глиной.

Исследование влияния рН среды на адсорбционные показатели исследуемых объектов показало, что они имеют свои характерные значения рН, однако при значениях рН более 10 происходят химические процессы, разрушающие структуру бентонитовой глины и её модифицированных форм. Как показали результаты исследований снижение рН среды до 4 в системе адсорбент+МГ увеличивает количество адсорбции для ГДТМА-КР и Х-КР на 5 и 48 %. Как оказалось, влияние рН среды на адсорбцию МО не так явны, как в случае МГ. Так оптимальное значение рН среды, при которых достигается наибольшее количество адсорбции для образца ГДТМА-КР составляет 5-7, в то время как для Х-КР равно 4-8.

В третьей главе диссертации «Исследование влияний различных технологических факторов на эффективность очистки сточных вод текстильной промышленности органобентонитом» приведены результаты исследования технологических характеристик сточных вод текстильной промышленности (табл. 4).

Таблица 4.

Состав и технологические свойства сточных вод предприятия «SOF MEGA TEXTILE» (общий производственный сток)

Показатели качества воды	Среднее значение
Взвешенные вещества, мг/л	55-220
Сухой остаток, мг/л	600-1500
Зольность сухого остатка, %	35-56
ХПК, мг/л	450-660
БПК _{полн} , мг/л	90-190
рН	6,2-8,5
Азот аммонийный, мг/л	22-30
Концентрация ПАВ, мг/л: анионных неионогенных	98-312 100-145
Порог запаха (по разбавлению)	1:30-1:50
Интенсивность окраски (по разбавлению до бесцветной)	1:50-1:250

Как оказалось, сточные воды характеризуется непостоянством их состава, т. е. в периоды отдельных часов и смен красильного цеха резко изменяются интенсивность окраски, количество ПАВ, масложировых и взвешенных веществ. Поэтому необходимо полное исследование условий адсорбции красителей и влияния различных ПАВ и масложировых веществ на ход данных процессов.

Как было установлено, содержание только анионных и неионогенных ПАВ колеблется в широких пределах как для общего стока, так и стока

красильного цеха. После крашения активными (реактивными) красителями текстильный материал подвергается воздействию раствора ПАВ для удаления гидролизованного красителя, что также приводит к образованию больших количеств смесей красителей и ПАВ в сточных водах красильного цеха. Поэтому целесообразно исследование процессов адсорбций различных ПАВ и их смесей на органобентонитах.

Установлено, что примесь ПАВ несколько снижает сорбцию анионных красителей на адсорбенте X-КР, однако с увеличением времени сорбции сорбционная емкость увеличивается, а максимальная степень извлечения красителя достигает 70–90% для интервала концентрации примесного сульфанола 40–70 мг/л в течение более 10 часов в зависимости от размеров молекул красителя. Как оказалось, в системе с красителем сравнительно большими размерами молекул, т.к. ярко красный 6В продолжительность процесса до наступления адсорбционного равновесия намного больше (более 10 ч) по сравнению с красителем ярко синий 2В, меньшими размерами молекул.

При более высоких концентрациях, чем ККМ, степень осветления резко увеличивается для растворов обеих красителей, за счет повышения их степени извлечения. Такое резкое изменение вероятно связано с частичной соллюбилизацией больших молекул красителя между гидрофобными радикалами ПАВ и адсорбента.

Более высокими адсорбционными способностями обладает образец ГДТМА-КР, что отчетливо видно при увеличении концентрации ПАВ до 160 мг/л. Однако, как показали результаты исследований дальнейшее увеличение концентрации ПАВ негативно влияет на степень осветления растворов красителей. Вероятно, за счет связывания активных ионов ПАВ адсорбционными центрами и перекрывая поверхность модифицированного монтмориллонита ограничивает доступ крупных молекул красителей ярко красный 6В и ярко синий 2В.

При выполнении исследований был проведен сравнительный анализ химико-аналитических показателей исходных проб воды красильного цеха и общего стока предприятия «SOF MEGA TEXTIL», а также их фильтратов через гранулы образцов модифицированных органобентонитов ГДТМА-КР, X-КР и КР.

Сравнительный анализ статической и динамической очистки показал, что эффективность удаления различных поллютантов зависит от их природы и размеров молекул. Оказалось, в динамических условиях очистки, при передвижении сточной воды через слой адсорбента лучше удерживаются молекулы сравнительно большими размерами (ПАВ, красители, комплексные ионы). Так при прохождении 4,25 л сточной воды через слой адсорбента высотой 1 см (расход адсорбента составляет около 2 г/л) полностью удерживаются ПАВ, красители с большими размерами молекул и их ассоциаты.

Вместе с тем в данной главе диссертационной работы приводятся результаты исследования антимикробных способностей органобентонитов.

Адсорбционная очистка сточных вод красильного цеха с применением органобентонитов представляет возможность не только нейтрализовать сточные воды, а также очистит их от органических остатков и предупредить развитие микроорганизмов. Исследованы оптимальные условия и расходы органобентонитов для очистки вод от остатков микроорганизмов при высоких (выше 40°C) и низких (ниже 10°C) температурах. Установлено, что для высоких результатов очистки до 96% от микроорганизмов (*E.coli*, общих колиформных бактерии и грибов) достаточно в статических условиях 25 мин взаимодействия адсорбента со сточной водой. Достижимая при этом эффективность очистки составляет 97% для грибов и 93 % для общих колиформных бактерий.

В четвертой главе диссертации «Разработка технологической схемы производства органобентонитов и расчет эколого-экономической эффективности от внедрения данной технологии» приведены результаты создания научно-методических принципов для разработки технологической линии производства гранулированных органобентонитовых адсорбентов (рис. 7), предназначенных для очистки сточных вод текстильной промышленности.

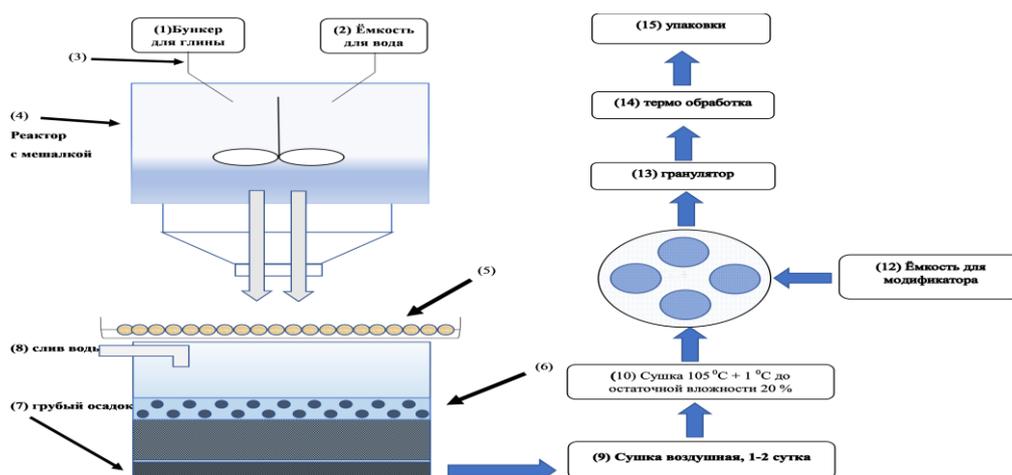


Рис. 7. Технологическая схема изготовления опытной партии адсорбентов на основе природных бентонитов и органических модификаторов:

- 1) бункер для глины; 2) емкость для воды; 3) дозаторы; 4) реактор с мешалкой; 5) сита;
- 6) емкость для седиментации; 7) верхний сифон для слива воды; 8) нижний сифон; 9) емкость для воздушной сушки; 10) электросушка; 11) планетарная мельница; 12) емкость для модификатора; 13) гранулятор; 14) печь для обжига; 15) упаковщик.

Проведены лабораторные и опытно-промышленные испытания органобентонитовых адсорбентов (акт опытно-промышленных испытаний от 18.12.2020 г.). Рассчитаны значения эколого-экономической эффективности от использования органобентонита (ГДТМА-КР) взамен импортному аналогу для очистки сточных вод красильного цеха. Оказалось, что относительная ЭЭЭ намного больше в случае использования органобентонитового адсорбента за счет уменьшения расходов на сырье и сравнительно большей степени обезвреживания сточной воды. При внедрении органобентонитового адсорбента удельные затраты на удаления одинакового количества

загрязнителей до ПДК в 5,34 раз ниже, чем на стадии с использованием импортного адсорбента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании теоретических положений и проведенных экспериментальных исследований были получены следующие результаты:

1. Определены оптимальные условия синтеза органобентонитового адсорбента на основе Крантауского бентонита и гексадецилтриметиламмоний бромида. Установлено, что при расходах модификаторов в количестве 10-20% от веса натриевого монтмориллонита, находящегося в суспензии, достигаются высокие технологические показатели получаемых адсорбентов.

2. Модифицирование образца КР с модификаторами – гексадецилтриметиламмонийбромидом и хитозаном, привело к увеличению количества адсорбции гидрофобного бензола в 7,53 и 4,63 раза, соответственно. Следовательно, более гидрофобными способностями обладают органобентониты, полученные на основе гексадецилтриметиламмонийбромида, вне зависимости от типа исходной глины.

3. Адсорбционная очистка сточных вод красильного цеха с применением органобентонитов ГДТМА-КР и Х-КР даёт возможность очистить их от органических остатков и предупредить развитие микроорганизмов. Установлено, что для высоких результатов очистки до 96% от микроорганизмов (*E.coli*, общих колиформных бактерии и грибов) достаточно в статических условиях 45 мин взаимодействия адсорбента со сточной водой. Достигаемая при этом эффективность очистки составляет 97% для грибов и 93 % для общих колиформных бактерий.

4. В результате комплексных исследований предложена технология получения гранулированного сорбента методом экструзии и с последующим обжигом до 380°C из природного бентонита и органических модификаторов.

5. Эффективность адсорбционной очистки сточных вод красильного цеха с использованием разработанных адсорбентов: ГДТМА-КР и Х-КР по отношению к красителям составляет 94,5 и 93,0 %, соответственно. Средний степень очистки по значениям БПК и ХПК отвечают требованиям предприятий для мытья оборудования, что дает возможность многократного использования очищенной сточной воды в производственных циклах текстильных предприятий.

6. Рассчитаны показатели эколого-экономической эффективности от внедрения органобентонитов для адсорбционной очистки сточных вод текстильной промышленности. При внедрении новой технологий удельные затраты на удаления одинакового количества загрязнителей до ПДК в 5,34 раза ниже, чем на стадии с использованием существующих адсорбентов, что достигается снижением себестоимости адсорбционной очистки в более 3 раза.

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

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER
ISLAM KARIMOV**

SEYTNAZAROVA OKSANA MURATBAEVNA

**MODIFICATION OF BENTONITE CLAY AND RESEARCH OF THE
ADSORPTION OF COLORING SUBSTANCES BY ORGANO-BENTONITE**

02.00.11 – Colloid and membrane chemistry

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

Tashkent – 2021

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2021.2.PhD/T2213.

Dissertation was carried out at the Tashkent state technical university named after Islam Karimov.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific council website www.ionx.uz and on the website of "Ziyonet" Information and educational portal www.ziyonet.uz.

Research supervisors: **Ihtiyarova Gulnara Akmalovna**
doctor of chemical science, professor

Official opponents: **Ergashev Oybek Karimovich**
doctor of chemical science
Erkabaev Furkat Ilyasovich
doctor of technical science.

Leading organization: **Fergana polytechnic institute**

The defense will take place "6" July 2021 at 13⁰⁰ o'clock at the meeting of scientific council No. DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 at General and Inorganic Chemistry. (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, MirzoUlug'bek street, 77-a. Tel.: (+99871) 262-56-60, fax: (+99871) 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 № 3). 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 «22» June 2021 y.
(mailing report № from "22" June 2021 y.)

Zakirov B.S.

Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor

Salikhanova D.S.

Scientific secretary of the scientific council awarding
scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

Abdurahimov S.A.

Chairman of scientific seminar at scientific council on
awarding of scientific degrees, d.ch.s., professor

INTRODUCTION (abstract of DSc dissertation)

The aim of the research work: creation of technologies for obtaining highly effective organobentonites based on Krantau clay and research of their basic physicochemical and adsorption capabilities.

The object of the research work: Krantau alkaline bentonite and organobentonite adsorbents obtained on the basis of this bentonite and hexadecyltrimethylammonium bromide and chitosan.

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

the optimal conditions for the synthesis of organobentonites based on Krantau clay have been determined at a mass ratio of clay and hexadecyltrimethylammonium bromide of 10: 1,3; and the ratio of clay: chitosan is 10: 0,7;

determined the adsorption properties of the obtained adsorbents with various adsorbates - benzene, water, pyridine, cationic and anionic dyes, as well as anionic and nonionic surfactants;

the mechanisms of adsorption of dyes and surfactants on organobentonite under static and dynamic conditions, as well as the formation of mixed adsorbate layers on the surface of the adsorbent, have been established;

by describing the structural and sorption parameters and pore volumes using the equations of the theory of BET and Langmuir of adsorption isotherms, it was proved that GDTMA-KR and Ch-KR have a micro- and mesoporous structure;

a technological scheme for the production of organobentonites with high adsorption and technological characteristics has been developed;

the optimal conditions for the complex purification of industrial wastewater from organic and inorganic compounds using organobentonite adsorbents have been determined;

Implementation of the research results. Based on the results of obtaining modified adsorbents based on bentonites and organic modifiers, and studying their sorption properties:

the technology of obtaining organobentonite adsorbents based on Krantau clay by modification with organic surfactants has been introduced at BOSTON MEGA TEKSTIL LLC (Reference of the Committee for Environmental Protection and Ecology of the Republic of Karakalpakstan dated February 10, 2021, No. 02 / 18-1-296). This development contributes to the production of organobentonite adsorbents, which are 3 times lower in cost compared to imported counterparts;

the technology of wastewater treatment of colored wastewater from the textile industry using surfactants has been introduced at BOSTON MEGA TEKSTIL LLC (Reference of the Committee for Environmental Protection and Ecology of the Republic of Karakalpakstan dated February 10, 2021, No. 02 / 18-1-296). As a result, the purification of wastewater from dyes and surfactants reaches values of more than 90%, due to which it becomes possible to return the purified water to the technological cycle of production.

The structure and volume of the dissertation. The structure of the thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a bibliography and an appendix. The volume of the thesis is 130 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Сейтназарова О.М., Ихтиярова Г.А. Органически модифицированные бентонитовые глины для очистки сточных вод от активных красителей // Вестник Каракалпакского отделения АН РУз. – 2017. - №4. – С. 39-40., (05.00.00., №19).

2. Сейтназарова О.М., Ихтиярова Г.А. Получение новых органоминеральных сорбентов с использованием Навбохорских бентонитовых глин // Вестник Каракалпакского отделения АН РУз. – 2018. - №1. – С.11-14. (05.00.00., №19)

3. Ixtiyarova G.A., Hazratova D.A., Umarov B. N., Seytnazarova O.M. Extraction of chitosan from died honey bee *Apis Mellifera* // Chemical technology control and management International scientific and technical journal. – 2020. - №2 (92). – P. 15-20. (02.00.00., №10).

4. Сейтназарова О.М., Ихтиярова Г.А. Исследование адсорбционной способности органобентонита на основе Крантауской глины // Композицион материаллар Журнали. – 2020 й. - №4. – С. 249-250. (02.00.00., №4).

5. Seytnazarova O.M., Mamataliev N., Abdikamalova A.B., Ikhtiyarova G.A. Adsorption activity of organobentonite based on Krantau clay // International journal of advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2020. Vol.7, Issue 12, December. – P. 16164-16167. (05.00.00., № 8).

6. O.M.Seitnazarova, A.M.Kalbaev, N.N.Mamataliev, A.B.Abdikamalova, I.D.Eshmetov Organobentonites synthesis and their sorption characteristics research Palarch's Journal Of Archaeology Of Egypt/Egyptology. -2020. - 17(6). – P. 14266-14279. Scopus (3, 0,114).

7. Сейтназарова О.М., Калбаев А.М, Маматалиев Н.Н, Абдикамалова А.Б. Структурные характеристики бентонита Крантауского месторождения // Universum: технические науки. – 2020. - № 12 (81). – С. 49-53. (02.00.00., № 1).

II бўлим (II часть; part II)

8. Сейтназарова О.М., Джумамуратова М.Ш. Өндириллик ақаба суўлардың физико-химиялық анализин өткерий (Қонрат сода заводы мысалында) // «XXI аср- интеллектуал авлод асри» шиори остида ёш олимлар ва талабаларнинг худудий илмий-амалий конференцияси материаллари. Нукус. -2016 й. 274-278 б.

9. Сейтназарова О.М. Жоқары молекулалы флокулянтларды синтезлеў хэм олар тийкарында адсорбентлерди таярлаў // «Рациональное использование природных ресурсов приаралья» материалы V Республиканской научно-практической конференции. Нукус. – 2016. – С. 255-257.

10. Сейтназарова О.М., Ихтиярова Г.А., Эргашева Н. Оқава сувлар таркибидан фаол бўёвчи моддаларни сорбциялаш жараёни // Биорганик кимё фанлари муаммолари IX Республика ёш кимёгарлар конференцияси. Ташкент. – 2018. 167-170 б.

11. Ikhtiyarova G.A., Seitnazarova O.M., Komilova B.O., Nuritdinova F.M. Adsorption behavior of reactive dye onto organobentonite from textile waste water // Республиканская научно-техническая конф. «Ресурсо и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и нанокomпозиционные материалы». Ташкент. – 2019. – С. 79-82.

12. Ikhtiyarova G.A., Seytnazarova O.M., Valeeva N.G. Adsorption behavior of reactive dye onto modification Krantau bentonite from textile waste water // Проблемы и перспективы инновационной техники и технологий в сфере охраны окружающей среды Международной научно-технической on-line конференции T2. Ташкент. – 2020. – С. 374-376

13. Сейтназарова О.М., Ихтиярова Г.А. Адсорбция метиленового голубого на органобентоните // Международная научно-практическая on-line конференция “Актуальные проблемы и инновационные технологии в области естественных наук” 20-21 ноября. Ташкент. – 2020. – С. 80-84.

14. Ikhtiyarova G.A., Seytnazarova O.M. Adsorption behavior of reactive dye onto modification Krantau bentonite from textile waste water // ЎзРес ОЎМТ вазиралиги миқёсидаги илмий-амалий онлайн конференция. Ташкент. – 2020. – С. 91-93.

15. Ikhtiyarova G.A., Seytnazarova O.M., Kurbanaliyeva Z. Adsorption behavior of reactive dye onto organobentonite from textile waste water // Республиканская научно-техническая конференция “Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производств”. Навои. – 2018. – С. 70-72.

16. Ихтиярова Г.А., Сейтназарова О.М., Алиева М.Т. Органо Крантау бентонити иштирокида бўяш ва пардозлаш саноатидаги фаол бўёвчи моддаларни сорбциялаш жараёни // «Қорақалпоғистон республикасида кимё ва кимёвий технология соҳалари ривожининг долзарб масалалари» мавзусидаги илмий-амалий конференция. Нукус 2021 й. 433-435 б.

17. Сейтназарова О.М. Антимикробиологические способности органобентонитов // Наука и инновации. Москва. – 2021. – С. 81-85.

18. Seytnazarova O.M., Kalbaev A.M., Mamataliev N.N., Abdikamalova A.B. (Republic of Uzbekistan) Adsorption of surface active substances on organic-intercalated bentonites under static conditions // LXXIX international correspondence scientific and practical conference «International scientific review of the problems and prospects of modern science and education». Boston. USA. March 21-22, 2021. – P. 5-10.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналы» тахририятида тахрирдан
ўтказилди.

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 3. Адади 100. Буюртма № 3/21.

Гувоҳнома № 851684.
«Тирографф» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.