

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.12.2019.К/Т.66.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**МАМАДЖОНОВА МОХФОРА АБДУЛҲОКИМОВНА**

**БЕНТОНИТ ГИЛЛАРИ АСОСИДА ОЛИНГАН ЯНГИ  
ФАОЛЛАНТИРИЛГАН АДСОРБЕНТЛАРНИНГ КОЛЛОИД-  
КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИ**

**02.00.11- Коллоид ва мембрана кимёси**

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

**Наманган - 2021**

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

**Мамаджонова Мохфора Абдулхокимовна**

Бентонит гиллари асосида олинган янги фаоллантирилган  
адсорбентларнинг коллоид-кимёвий хоссалари..... 3

**Мамаджонова Мохфора Абдулхокимовна**

Коллоидно-химические свойства новых активированных адсорбентов  
полученных на основе бентонитовых глин..... 22

**Mamadjonova MahforaAbdulhokimovna**

Development of technology for bleaching distilled fatty acids with local clay  
adsorbents ..... 41

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

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

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.12.2019.К/Т.66.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**МАМАДЖОНОВА МОХФОРА АБДУЛҲОКИМОВНА**

**БЕНТОНИТ ГИЛЛАРИ АСОСИДА ОЛИНГАН ЯНГИ  
ФАОЛЛАНТИРИЛГАН АДСОРБЕНТЛАРНИНГ КОЛЛОИД-  
КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИ**

**02.00.11- Коллоид ва мембрана кимёси**

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

**Наманган - 2021**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2020.4.PhD/K354 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация иши Наманган муҳандислик-технология институти ҳамда Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

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

**Илмий раҳбар:**

**Салиханова Дилноза Саидакбаровна**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Акбаров Хамдам Икромович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Боймирзаев Азамат Солиевич**  
кимё фанлари доктори, доцент

**Етакчи ташкилот:**

Фаргона политехника институти

Диссертация ҳимояси Наманган муҳандислик-технология институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи PhD.03/30.12.2019.К/Т.66.02 рақамли илмий кенгашнинг 2021 йил « 9 » июль соат 14<sup>00</sup> да ўтадиган мажлисида бўлади (Манзил: 160115, Наманган ш., Косонсой кўчаси 7. Тел.: (+99869) 228-76-75, факс: (+99869) 228-76-71, e-mail: [niei\\_info@edu.uz](mailto:niei_info@edu.uz)).

Диссертация билан Наманган муҳандислик-технология институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (1-рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 160115, Наманган ш., Косонсой кўчаси 7. Тел.: (+99869) 228-76-75, факс: (+99869) 228-76-71.

Диссертация автореферати 2021 йил « 25 » июнь куни тарқатилди.  
(2021 йил « 25 » июнь № 1 - рақамли реестр баённомаси).



**И.Т.Шамшидинов**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгашнинг аъзоси, т.ф.д. проф.

**Д.Ш.Шерқўзиёв**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби, т.ф.н. доц.

**М.Д.Эшметов**

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

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Дунёда бугунги кунда кимё, озик-овқат ва бошқа саноат корхоналарининг жадал ривожланиши рақобатни кучайтириш билан бирга маҳсулотнинг сифатини яхшилашни талаб этмоқда. Шу билан бир қаторда олимлар атроф муҳитга чиқарилаётган зарарли газларни камайитиришга, шунингдек ишлаб чиқарилаётган озик-овқат маҳсулотларни ҳавфсизлигини таъминлаш бўйича илмий изланишлар олиб бормоқда. Бу борада, бентонитлар асосида фаоллантирилган адсорбентлар олиш ва уларнинг адсорбцион, коллоид-кимёвий хоссаларини аниқлаш ва амалиётда қўллаш муҳим аҳамияга эга.

Бугунги кунда жаҳонда табиий бентонитлардан фаоллантирилган адсорбентлар олиш ва амалиётда қўллаш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, танлаб ютиш хусусиятига эга адсорбентлар олиш учун мос келувчи хом ашёларни танлаш; табиий ва фаоллантирилган бентонитларга сув ва органик моддалар буғлари адсорбцияси термодинамикасини аниқлаш; алмашинувчи катионларнинг адсорбция жараёнларига таъсири қонуниятларини аниқлаш; тўлиқ молекуляр адсорбция механизмининг асослаш; фаоллантирилган бентонитлар саноатда қўллашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда кимё ва озик овқат саноати учун маҳаллий хомашёлар асосида адсорбентлар олиш, уларни саноатда ҳамда экологик мақсадларда қўллаш борасида илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар Стратегиясининг учинчи йўналишида «юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хом-ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш орқали саноатни янада модернизация ва диверсификация қилиш»<sup>1</sup> муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан маҳаллий бентонитлар асосида фаоллантирилган адсорбентлар олиш ҳамда уларда адсорбцион хоссаларини, адсорбент-адсорбат таъсир механизмининг, адсорбцион мувозанатининг назарий ва амалий муаммоларини ечишда муҳим аҳамият касб этади.

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

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПФ-4947 «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасининг ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги фармони.

**Тадқиқотларнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Илмий-техник адабиётларда бентонитлар асосида фаоллантирилган ва модификацияланган адсорбентлар олиш ва уларнинг адсорбцион хоссаларини ўрганиш бўйича дунёда қўйидаги олимлар томонидан Н. Favre, G. Layaly, Lizhong Zhu, Senlin Tian, Yao Sh I. ва Ю.И. Тарасевич, Ф.Д. Овчаренко, В.А. Заматырина, Г.В.Цицишвили, Е.Е. Ергожин, А.М. Акимбаевалар ва Ўзбекистонда илмий мактаб яратган республикамиз олимларидан: академик Ахмедов К.С., проф. Арипов Э.А., проф. Хамраев С.С., проф. Агзамходжаев А.А., проф. Муминов С.З., проф. Нарметова Г.Р., проф. Рахматкариев Г.У., проф. Аминов С.Н., проф. Ахмедов У.К., т.ф.н. Рябова Н.Д., к.ф.н. Гумаров Р.Х., Хамидов Б.Н., проф. Эшметов И.Д. ва бошқалар улкан илмий-тадқиқот ишлари олиб боришган.

Пахта мойларини адсорбция усулда оқлаш технологик жараёнларни мукамаллаштириш бўйича (акад. Глушенкова А.И., проф. Абдурахимов С.А., проф. Кадиров Ю.К., проф. Мажидов К.Х, проф. Салиханова Д.С.) олимлар шуғулланиб келишмоқда. Лекин маҳаллий кўмир ва гил минералларидан олинган адсорбентларнинг йўқлиги сабабли, асосий технологик жараёнлар хорижий адсорбентларни ишлатишга қаратилган бу эса ўз навбатида маҳсулотнинг сифатини тушишига ва тан нархини кўтарилишига олиб келади.

Бизнинг шароитда маҳаллий гил минералларидан фойдаланиб, адсорбентларни хоссаларини назорат қилиб, танлаш хусусиятига эга гил адсорбентлари олиш ҳисобланади. Шу билан бирга янги турдаги бентонит гилларининг наноғоваклиги, термик барқарорлигини, юқори сорбцион сифимини, яъни фаоллаштириш орқали адсорбцион хоссаларини бошқариш ва сув буғи ва бензол буғлари адсорбцияси ва адсорбция иссиқлиги орқали адсорбент-адсорбат таъсир механизмлари ва қонуниятлари бўйича тадқиқотлар, адсорбция термодинамикасига оид тизимлаштирилган илмий тадқиқот ишлари ҳозирги вақтга қадар ўтказилмаган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Наманган муҳандислик-технология институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №МУ-ФЗ-2017102584- «NaLTA, CaLTA ва содалит молекуляр ғалвирларида мехмон-мезбон таъсирлашиши» ва №ФА-Ф-7-010 «Наноструктурали фожазит типдаги цеолитлар панжараси юзасида ион-молекуляр кластерларни энергетикаси, тузилиши ва жойлашиши» мавзуларидаги фундаментал лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** бентонит гиллари асосида олинган янги фаоллантирилган адсорбентларнинг коллоид-кимёвий хоссаларини

аниқлашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

самарали танлаб сорбциялаш хусусиятига эга адсорбентларни олиш мақсадида маҳаллий гил минераллар ичидан олинган хомашёлар таркибини ва хоссаларини ўрганиш бўйича илмий-тадқиқотлар комплексини амалга ошириш;

танлаб олинган бентонитни фаоллаштириш жараёнида уларнинг таркиби ва хоссалари ўзгаришини ўрганиш;

маҳаллий танлаб олинган хомашё ресурсларидан фаоллаштирилган гил адсорбентлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш;

адсорбция изотермаларини тадқиқ қилиш ва адсорбентларнинг адсорбцион-структура хоссалари ҳамда микро- ва мезофоваклар ҳажмларини аниқлаш;

адсорбентлар адсорбцион қобилиятига термик ва кислотали ишлов бериш жараёнининг таъсирини ҳамда термик барқарорлик ҳароратларини аниқлаш;

фаоллантирилган адсорбентларда углерод (IV) оксиди ва бензол буғлари қаватлараро адсорбциясини ўрганиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида маҳаллий табиий Навбахор, Аскамар, Дехканобод, Каттақургон гил минераллари ва улар асосида олинган адсорбентлар; адсорбатлар – углерод (IV) оксиди ва бензол буғлари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** Адсорбент-адсорбат таъсирланиш термодинамикаси,  $\pi$ -комплекслар, ион-молекуляр комплексларнинг ҳосил бўлиш энергияси ва адсорбция механизмлари қонуниятларини аниқлаш ташкил этган.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишини бажаришда тадқиқотларнинг физик-кимёвий ва коллоид-кимёвий усулларида рентгенографик, калориметрик, юқори вакуумли Мак-Бен тарозиси, адсорбция изостераларини аниқлаш қурилмаси каби тадқиқот ва таҳлил усулларида фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

кимёвий таркиби ва структурасини аниқлаш асосида Аскамар бентонитини ўсимлик мойларини оқловчи адсорбент олишга хомашё эканлигини назарий ва амалий асосланган;

сув билан бойитиш жараёнидан сўнг, бентонит таркибида монтморилонит миқдори деярли 2 барабар, яъни 48,8% дан 79,5% га кўпайиб, аксинча кварц миқдори 35,4 % дан 8,9% га камайиши аниқланган;

бойитилган Аскамар бентонитини 15% ли  $H_2SO_4$  кислотаси ёрдамида 4 соат мобайнида фаоллаштириб олинган оқловчи адсорбентнинг адсорбцион хусусиятлари 3 баробар ошиши аниқланган;

танлаб олинган бентонит намуналарида бензол ва углерод (IV) оксид молекулалари адсорбциясининг тўлиқ термодинамик тавсифлари ( $\Delta H$ ,  $\Delta G$  ва  $\Delta S$ ), изотермалари БЭТ ва Ленгмюр тенгламалари ёрдамида сирт юзалари аниқланган;

Покистон ва Аскамар бентонити намуналарида бензол молекулалари адсорбцияси иссиқлиги тўлқинсимон поғонали кўринишда бўлиши аниқланган;

сульфат кислота билан активлантирилган Аскамар бентонити Покистон бентонитига нисбатан бензолни кўпроқ адсорбция қилиши исботланган;

гил минераллари ички қаватидан базал (ташқи) қаватга металл ( $\text{Ca}^{2+}$  ва  $\text{Na}^+$ ) катионларининг кўчиши исботланган.

#### **Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:**

махаллий гил минераллари асосида сульфат кислотаси ёрдамида фаоллантириб, адсорбент олишнинг мақбул шароитлари ишлаб чиқилган;

Аскамар бентонити асосида олинган оқловчи адсорбентлар ёрдамида ўсимлик мойларини оқлаш жараёнининг мақбул шароитлари яратилган;

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Фойдаланилган кимёвий (аналитик кимё) ва физик-кимёвий (калориметрик, рентгенфазази) таҳлил натижалари, тажриба-лаборатория қурилмаларида ва саноат-тажриба синовдан ўтганлиги билан тасдиқланган.

#### **Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти, адсорбентларда органик кислоталар ёрдамида адсорбцион хусусиятларини ошириш ва моддалар бўғларининг адсорбцияси дифференциал изостерик иссиқлик ва энтропиялари асосида адсорбентлар фаол марказлари билан адсорбат-адсорбент таъсирланиш термодинамикаси қонуниятлари физик адсорбциянинг назарий ривожланиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти маҳаллий хомашё бентонитлар асосида фаоллантирилган микро-, мезоғовакли адсорбентлар олишда, ўсимлик мойлари таркибидан госсипол, хлорофилл, ва бошқа бўёвчи моддалар дан тозалашда, адсорбцион техника қурилмалари иссиқлик баланси жараёнларини амалий ҳисобларида, ОТМ магистрантлари учун махсус курслар, магистрлик диссертациялари ҳамда адсорбция механизмини ёритишда ўқув жараёнларида бу маълумотлар манба сифатида хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилинганлиги.** Бентонит гиллари асосида олинган янги фаоллантирилган адсорбентларнинг коллоид кимёвий хоссалари аниқлаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

махаллий Аскамар бентонитларини ноорганик кислоталар ёрдамида фаоллаштириш асосида оқловчи тупроқ олиш технологияси Ёғ-мой саноати корхоналари уюшмасининг «2022-2023 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати» га киритилган (Ўзбекистон Республикаси Ёғ-мой саноати корхоналари уюшмасининг 2021 йил 26 апрелдаги КС/3-456-сон маълумотномаси). Натижада, импорт ўрнини босувчи 2-3 баробар арзон, юқори сорбцион маҳаллий адсорбент олиш имконини берган;

Аскамар бентонитидан олинган адсорбент ёрдамида ўсимлик мойларини адсорбцион тозалаш технологияси Ёғ-мой саноати корхоналари

уюшмасининг «2022-2023 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати» га киритилган (Ўзбекистон Республикаси Ёғ-мой саноати корхоналари уюшмасининг 2021 йил 26 апрелдаги КС/3-456-сон маълумотномаси). Натижада, тозаланган ўсимлик мойини рангини 14,2 қизил бирликдан 7,2 қизил бирликкача, яъни 2 барабар тушириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 4 та халқаро ва 3 та Республика ва илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 15 та илмий иш чоп этилган Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этган илмий нашрларда 6 та, жумладан, 3 та Республика ва 3 та хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 104 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида ишнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва асосий вазифалари тавсифланган, тадқиқотнинг объекти ва предмети аниқланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Гил адсорбентлар олиш усуллари, таркиби, хоссалари ва саноатда қўллашнинг истиқболлари**» деб номланган биринчи бобида илмий-техник нашрлар ва патент адабиётлари материаллари асосида гил минераллари ҳақида маълумот ва улар асосида гилмояли адсорбентларни олиш технологияси, уларни сорбцион хусусиятлари, бентонит минералларида содир бўладиган сорбцион жараёнлар механизми, қўллаш соҳалари ва ҳозирги ҳолати бўйича назарий ва амалий тадқиқотлар ҳақида умумий маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Тажриба техникаси, хомашё ва ёғларни физик-кимёвий таҳлил қилиш усуллари**» деб номланган иккинчи бобида гил минералларининг кимёвий, минералогик таркиби, ёғларнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари, уларнинг сифат кўрсаткичларини аниқлаш усуллари, гил минералини фаоллаштириш ва оқлаш жараёнлари лаборатория ускуналарини тавсифлашга бағишланган.

Диссертациянинг «**Махаллий бентонитларни физик-кимёвий, коллоид кимёвий хоссалари тадқиқ этиш**» деб номланган учинчи бобида фаоллантирилган адсорбент олиш усуллари, уларнинг таркиби ва

тузилишлари, фаоллантирилган адсорбентлар қўллаш соҳалари, адсорбентларнинг адсорбцион кинетикаси ва механизмларини ўрганишга бағишланган.

Бир қанча маҳаллий бентонитларни кимёвий таркиби ўрганилди. Олинган натижалар 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

**Маҳаллий бентонитларнинг кимёвий таркиби**

Кон номи	Кимёвий элемент таркиби, %												
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P	S	N	C	SiO <sub>2</sub> / R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Аскамар	60,5	20,9	5,20	0,67	2,60	2,95	0,06	2,07	0,04	0,01	0,09	0,07	1,96
Навбахар ишқорий бентонити	59,24	17,81	8,33	0,55	3,74	2,94	0,47	1,53	0,31	0,03	0,04	0,03	2,1
Дехканабад	61,2	19,18	9,38	0,73	2,18	4,92	0,16	1,27	0,05	0,00	0,09	1,61	2,08
Каттакурган	61,59	18,01	7,31	0,76	3,15	3,58	0,12	1,67	0,35	0,02	0,06	0,04	2,1

1-жадвалдан кўришиб турибдики, тадқиқот олиб борилган намуналарда кремний оксиди миқдори деярли бир хил, лекин метал миқдори ҳар хил. Кремнийни металл оксидларига нисбати 1,96-2,1 ташкил этиши аниқланди. Деярли барча бентонит намуналарида K<sub>2</sub>O оксиди Na<sub>2</sub>O га нисбатан кўплиги гидрослюда табиатли эканлигини кўрсатади. SiO<sub>2</sub>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> нисбатан ҳисобланганда, 3:1 нисбатда эканлигини кўрсатмоқда. SiO<sub>2</sub> баъзи намуналарда кўплиги опал ва кварцнинг ҳисобига эканлиги аниқланди. Темир миқдорининг бентонит таркибида мавжудлиги, уни монтморилонит минерали турига киришидан далолатдир. Маълумки, темир ва магний монтморилонит панжарасига қисман алюминийни ўрнига ўтиради. Бентонит таркибида темир моддасининг баъзи миқдорининг мавжудлиги, лимонит ва ярозит, шунингдек глауконит мавжудлигидан дарак беради.

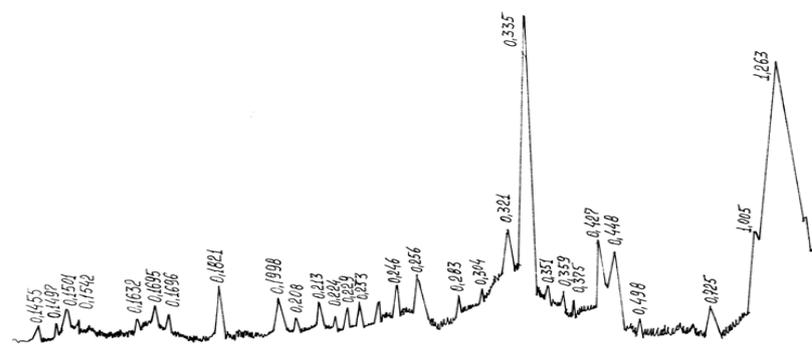
Юқоридаги минералларнинг кимёвий, дисперсион таҳлиллари, коллоидаллиги, бўкиш қобилятини ўрганиш натижасида кейинги тадқиқотлар учун Аскамар бентонитида тадқиқотларни олиб бориш режалаштирилди.

Аскамар бентонитнинг минералогик таркибини ўрганиш мақсадида унинг рентген таҳлиллари ўтказилди. Рентген таҳлиллари Дрон-4,0 ускунасида CuK<sub>α</sub>– ва CoK<sub>α</sub> нурланишда, Ni – фильтр билан ўтказилди.

Аскамар бентонитининг фазовий таркиби монтморилонит, яъни d = 0,44; 0,32; 0,256; 0,246; 0,167; 0,149 нм. эканлигини, d=1,26; 1,05 нм да полигорскит чизиқлари, d=0,427; 0,335; 0,199, 0,182 нм кварц борлигидан далолат беради. Шунингдек Аскамар бентонити монтморилонитнинг юқори гилли турига киришини, яъни d=0,725 ва 0,169 нм да байделит ташкил этишини кўрсатади. Бентонитнинг кимёвий таркибидан ҳам унинг таркибида 15% глинозем борлигини кўриш мумкин.

Маҳаллий бентонит минераллари физик-кимёвий, коллоид ва бошқа хусусиятлари кам ўрганилганлиги сабабли, саноат миқёсида жуда кам

турлари ишлатиб келинмоқда. Табиий ҳолатда бентонит фаоллиги суст бўлганлиги сабабли, уларни адсорбцион хусусиятлари жуда паст бўлади. Шу сабабли, улардан юқори адсорбцион хусусиятли адсорбент олиш учун турли фаоллаштириш ва модификациялаш усуллари ўтказилади.



1 - расм. Аскамар оқ бентонитининг рентгенограммаси

Бентонитларни фаоллаштиришдан олдин тозалаш ва бойитиш усуллардан фойдаланилади. Аввало, бентонитларнинг керакли қисми ажратиб олинади. Ажратиб олинган бентонит намуналари лаборатория шароитида ҳавончада яхшилаб янчилади, йирик қум ва тош бўлаклари ва янчилмаган қолдиқлар намунадан ажратиш учун элакдан ўтказилиб эланади. Сўнг ҳажми 5 литр бўлган идишларга жойланади. Устига турли (1:4 ва 1:8) нисбатларда дистилланган сув солиниб 1 суткага қолдирилади, бунда бентонит сув таъсирида фракцияларнинг ҳажми ва ўлчамига қараб чўқади, таг қисмини қолдириб, устки қисми ажратиб олинади. Яна бир марта шу жараён такрорланиб бентонитини бойитиб оламиз. Бентонит қисмини тўлиқ сувдан ажратиб олиш учун, центрифуга ёрдамида бойитилган бентонит ажратиб олинади. Шундан сўнг аввал хона ҳароратида, сўнг қуритиш шкафида 105<sup>0</sup>С ҳароратда 2 соат қуритилади.

Бойитиш жараёнидан сўнг Аскамар бентонитининг минералогик таркиби аниқланди ва 2-жадвалда келтирилди.

2-жадвал

Бентонитни бойитиш жараёнини минерал миқдорини ўзгаришига таъсири

Минерал номи	Минерал миқдори, %	
	бойитилмаган	бойитилган
монтморилонит	48,8	79,5
кварц	35,4	8,9
бейделит	7,6	6,2
пальгорскит	8,2	5,4

2-жадвалдан кўришиб турибдики, сув билан бойитиш жараёнидан сўнг бентонит таркибида монтморилонит миқдори деярли 2 барабар, яъни 48,8% дан 79,5% га кўпайиб, аксинча кварц миқдори 35,4 % дан 8,9% га камайган. Бу албатта олинган адсорбентни адсорбцион хусусиятларини оширишга олиб келади. Объект сифатида Аскамар бентонитидан фойдаланилди. Фаоллаштиришда анъанавий усулдан фойдаланилди. Яъни кислота

концентрацияси 10-20%, қаттиқ муҳит суюқ муҳитга нисбатан 1:3 ва 1:5 нисбатларда, 2-8 соат мобайнида олиб борилди. Олинган натижалар 3-жадвалда келтирилган.

3-жадвал

**Кислотали фаоллаштириш таъсирида бентонит таркибидаги асосий оксидларнинг ўзгариши**

Фаоллаштириш вақти, соат	Кислота концентрацияси, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>						Кислота концентрацияси, HCl					
	10		15		20		10		15		20	
	Оксидлар миқдори, %						Оксидлар миқдори, %					
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
2	62,3	18,7	63,1	18,4	63,5	17,8	61,9	17,9	62,4	17,1	63,5	16,8
4	67,5	17,4	68,8	15,5	68,6	14,5	66,6	16,4	67,2	16,1	66,5	15,6
6	71,8	14,9	73,8	13,4	75,7	12,6	70,2	15,9	72,4	14,4	73,8	13,7
8	80,3	12,2	81,7	11,5	82,4	10,4	75,4	14,3	76,5	13,8	77,2	13,1

3-жадвалдан кўришиб турибдики, кислотали фаоллаштиришдан сўнг бентонитнинг кимёвий таркибида сезиларли ўзгаришлар бўлди, хусусан кристалл панжарасида SiO<sub>2</sub> ошганлиги ва Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> нинг камайганлигини кузатиш мумкин. Буни Si<sup>4+</sup> ни Al<sup>3+</sup>; Al<sup>3+</sup> ни Mg<sup>2+</sup>; Fe<sup>3+</sup> ни Al<sup>3+</sup>; 2Al<sup>3+</sup> ни 3Mg<sup>2+</sup>; 3Fe<sup>2+</sup> ни 2Al<sup>3+</sup> изоморф алмашиши орқали тушиниш мумкин

Аскамар бентонитини кислотали фаоллаштириш учун HCl кислотасига нисбатан H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> кислота тўғри келиши аниқланди. Бунинг сабаби, бентонит таркибидаги CaO камлиги, HCl кислотага нисбатан яхши кўрсаткичлар кўрсатди. Шундай қилиб, гил минералларини кислотали фаоллаштириш мураккаб жараён бўлиб, алюмосиликатнинг структурасига, табиатига, кислота турига ва ишлов бериш шароитига боғлиқ бўлади. Бунда қайта ишланган материал бошланғичга нисбатан тубдан фарқ қилади.

Ҳозирги вақтда ёғ-мой саноатимизнинг турли тармоқларида ўсимлик мойларини адсорбцияли тозалаш учун фаолланган адсорбентлар хорижий давлатлардан келтирилиб фойдаланилмоқда.

Юқорида кислотали фаоллантирилган адсорбентлар ёрдамида пахта мойларини оқлаш жараёнлари ўтказилди. Юқорида кислота концентрацияси ва оқлаш учун солинаётган адсорбент миқдорлари максимал миқдорда ишлатилди. Кейинги босқичда кислота концентрацияси ва адсорбент миқдорини оптимал шароитларини топиш бўйича изланишлар олиб борилди.

Олинган натижалар қуйидаги 4-5- жадвалларда келтирилди.

Жадвал 4.

**Кислота концентрациясининг ёғнинг оқлаш жараёнига таъсири**

Кислота концентрацияси, %	Ёғнинг кислота сони, мг КОН/г	Ёғнинг ранги 35 сариқ ва 12,5 см қалинликдаги кюветада		Ёғнинг чиқиши, %
		қиз бирлик.	кўк бирлик	
10	0,2	7,6	0,2	97,9
15	0,2	7,7	0,1	97,2
20	0,1	7,6	0,1	96,8

**Адсорбент миқдорининг ёғнинг оқлаш жараёнига таъсири**

Адсорбент миқдори, %	Ёғнинг кислота сони, мг КОН/г	Ёғнинг ранги 35 сариқ ва 12,5 см қалинликдаги кюветада		Ёғнинг чиқиши, %
		қиз бирлик.	кўк бирлик	
1	0,3	7,7	0,3	98,9
2	0,2	7,5	0,2	97,6
3	0,2	7,3	0,1	96,9

Юқоридаги 4 ва 5- жадваллардан, адсорбент олишда фаоллаштиришни 15 % ли H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> кислотасидан фойдаланиб, 4 соат мобайнида фаоллаштириш энг мақбул шароит этиб белгиланди. Бундан ташқари оқлаш учун адсорбент сарфи 2% ташкил этиши аниқланган.

Пахта мойи таркибида бир неча қўшимча моддалар хлорофилл, фосфолипид ва госсипол ва унинг хосилалари бўлади. Улардан пахта мойини одатда фақат адсорбцион рафинация орқали амалга оширилади. Бунда турли хил адсорбентлардан кенг фойдаланилади. Адсорбцион рафинацияда адсорбентга ютилувчи модда табиатига, ўлчамига ва қутбилигига қараб турли тезликда сорбцияланади. Демак, уларнинг адсорбция кинетикасини ўрганиш муҳум аҳамиятга эгади.

Гетероген тизимда “мой-адсорбент” ни мувозанатга келиш вақтини аниқлаш учун адсорбцион рафинацияни лаборатория шароитида ўтказилди. Бунда юқорида олинган адсорбентнинг 2% миқдорида ташкил этди. Жараёни мақбул шароити 70-80<sup>0</sup> С ҳароратда, чунки бунда оксидланиш даражаси энг паст кўрсаткичда ушлаб туриш имконини беради.

Адсорбцион рафинация жараёнидан сўнг ёғни филтраб, унинг таркибидаги ранг берувчи қўшимча моддалар миқдори аниқлаймиз.

Адсорбция жараёнининг самарадорлигини аниқлаш учун қуйидаги формуладан фойдаланамиз:

$$A = \frac{C_{\text{даст}} - C_{\tau}}{m}; \text{ ммоль/г}$$

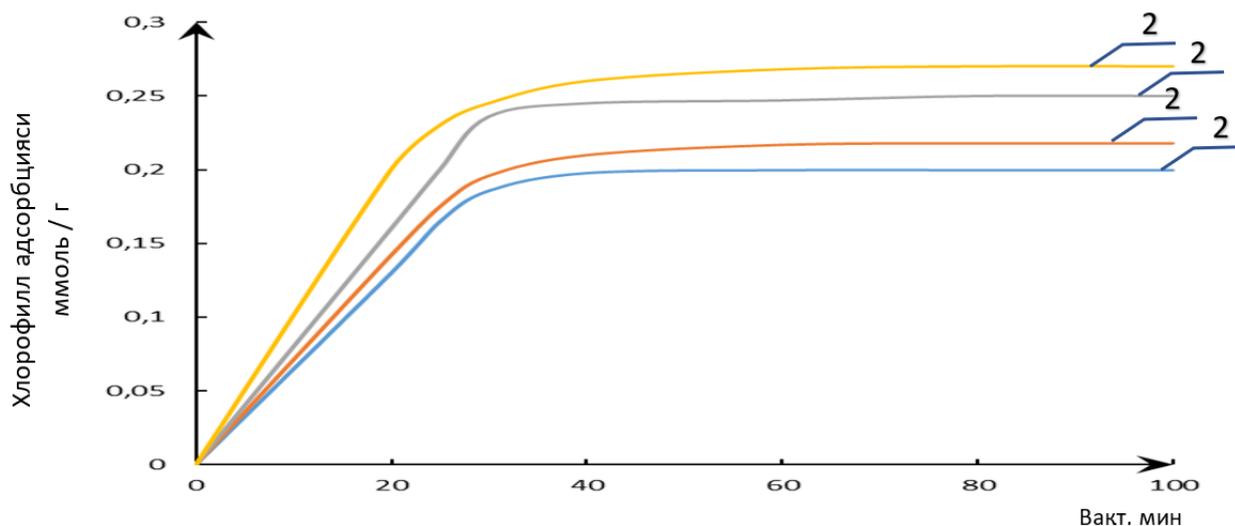
$C_{\text{даст}}$  - дастлабки ёғ таркибидаги адсортив концентрацияси;

$C_{\tau}$  - жараён бошлангандан кейин маълум  $\tau$ -вақтдан кейинги адсортив концентрацияси;

$m$  - адсорбент массаси.

Олинган намуналарнинг адсорбцион кинетик чизиқлари қуйидаги 2-расмда келтирилган.

Келтирилган расмдан ўрганилаётган адсорбтивлар учун мувозанатга келиш вақти адсорбция ҳароратида турлича бўлади. 2-расмдан кўришиб турибдики, фаоллантирилган Аскамар бентонитда (1) оқлаш жараёнини 70<sup>0</sup> С да олиб борилганда, мой таркибидаги хлорофиллни 30 дақиқагача шиддат билан 0,2 ммоль/г гача ютишини, бундан кейин эса бу кўрсаткич ўзгармай қолиши, шунингдек назорат учун олинган Покистон бентонитида бу кўрсаткич 0,22 ммоль/г ни ташкил этди.



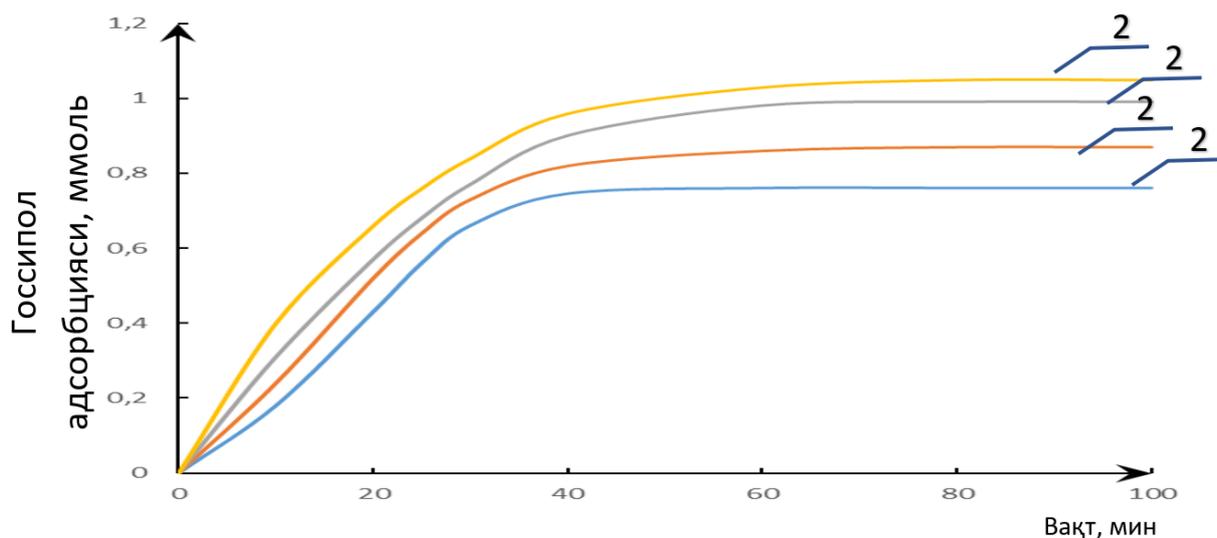
2-расм. 1 - Аскамар – 70°C; 2- Покистон – 70°C;  
1'- Аскамар – 90°C; 2'- Покистон – 90°C

Демак олинган адсорбентимиз четдан келтирилган Покистон бентонитидан қолишмаслигини яна бир бор исботлади. Энди оқлаш жараёни ҳароратини 80 °C га кўтариш натижасида мой таркибидаги хлорофиллни 30 дақиқагача шиддат билан 0,25 ммоль/г гача ютишини, бундан кейин эса бу кўрсаткич ўзгармай қолиши, шунингдек назорат учун олинган Покистон бентонитида бу кўрсаткич 0,27 ммоль/г ни ташкил этди. Буни ҳароратнинг ошиши натижасида мувозанат вақти анча қисқарганини, яъни қовушқоқликни камайиши ва масса алмашилиш жараёнининг жадаллашуви натижасида деб тушуниш мумкин.

Адсорбентнинг – адсорбат билан мувозанатлашиш вақти эса Аскамар бентонити учун 30-40 минутда ташкил этди. Бунинг кейинги вақтнинг ўзгариши адсорбентнинг умуман ютмаслигини, яъни тўйинганлигидан далолат беради.

Пахта мойининг бошқа мойлар таркибида йўқ бўлган ўзига хос госсипол ва унинг хосилалари сифат кўрсаткичларини тушуриб юборади. Шу сабабли уларни адсорбцион адсорбентлар ёрдамида тозалаш зарур. Уларни вақтга ва ҳароратга боғлиқлик кинетикаси ўрганилди. Бу қуйидаги 3-расмда кўрсатилган.

Ушбу графикдан кўриниб турибдики, госсипол миқдори ҳарорат ошиши билан 0,7 ммоль/г дан 1,0 ммоль/г гача ўзгарганини кўришимиз мумкин. Бу графикда ҳам госсиполни фаоллантириган Аскамар бентонит Покистон бентонитидан қолишмаслигини кўришимиз мумкин. Демак фаоллантирилган Аскамар бентонитимизни пахта мойларини оқлаш жараёнига тавсия этишимиз мумкин.



3-расм. 1 - Аскамар – 70°C; 2- Покистон – 70°C;  
1' - Аскамар – 90°C; 2'- Покистон – 90°C

Адсорбент ва адсорбатнинг ўзоро таъсирлашиш механизмини аниқлашдаги асосий жиҳатларни аниқланди, яъни

-адсорбентни ташқи қаватидаги плёнка орқали адсорбтивни ўтиши (ички диффузия);

-адсорбтивнинг ички қаватларига, яъни фаол марказларига ўтиши (ички диффузия);

-адсорбентнинг адсорбтив билан таъсирлашиши (физик ёки кимёвий сорбция).

Мой ҳажмидан адсорбтивни адсорбентга диффузияланиш таъсири тизимда адсорбтивнинг мой-адсорбент чегара сирт юзасида ва бутун ҳажм бўйича бир хил концентрацияда бўлиши учун жадал аралаштириш муҳум аҳамиятга эга эканлиги аниқланди.

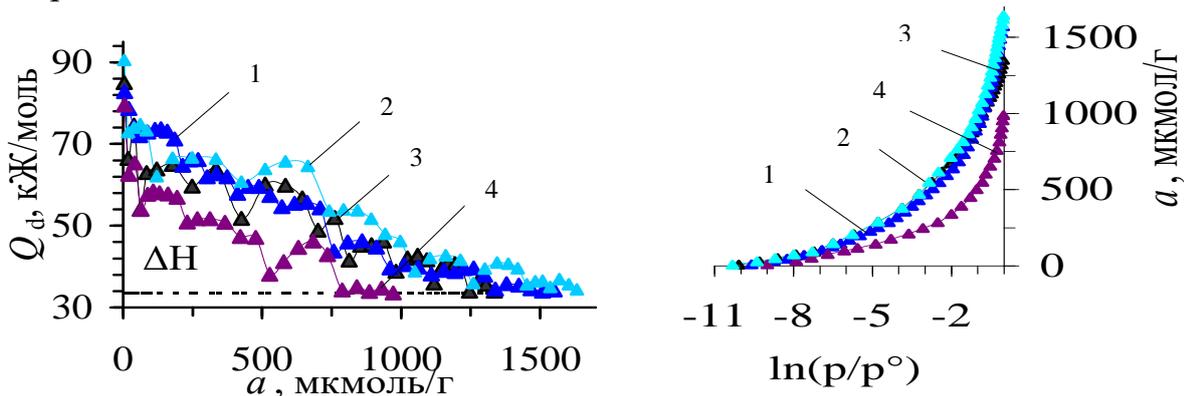
Хулоса қилиб, шуни айтиш мумкинки хлорофилл, госсипол ва унинг хосилаларини олинган маҳаллий адсорбентлар ёрдамида адсорбция жараёни ўрганиш натижасида жараёни аралаш диффузион режимда бориши, ғовақлар ва ташқи диффузиялар ўзоро адсорбция кинетикасига таъсири бўлиши аниқланди.

Адсорбция кинетикасини госсипол ва хлорофилл мисолида ўрганиш натижасида ҳароратни 70°C дан 80°C га кўтарилиши жараёнга ижобий таъсир кўрсатиши, аммо 80°C дан ҳароратни ошириш оксидланиш жараёнини тезлашиб кетишига олиб келиши аниқланган.

Диссертациянинг «Гил адсорбентларида бензол ва углерод (IV) оксиди адсорбцияси қонуниятлари» деб номланган тўртинчи бобида хорижий ва маҳаллий бентонит намуналарига бензол ва углерод (IV) оксиди молекулаларининг адсорбцион хусусиятлари тўлиқ ўрганилди.

4-расмда 1-Покистон бентонити; 2-Аскамар бентонити (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); 3-Аскамар бентонити (HCl); 4-Аскамар бентонити намуналарига бензол адсорбцияси дифференциал иссиқлиги графиклари солиштирма ҳолатида келтирилган. Графикларидан кўриниб турибдики, ҳар бир намунада

дифференциал иссиқлиги поғонали кўринишда пасайиб боради ва жараён охирида иссиқлик конденсация чизигига тенглашади.



4-расм. Бентонит намуналарида бензол адсорбцияси дифференциал иссиқлиги. Бензолнинг иссиқлик конденсацияси узук-узук чизикларда ифодаланган 1-Покистон бентонити; 2-Аскамар бентонити (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); 3-Аскамар бентонити (HCl); 4-Аскамар бентонити

5-расм. Бентонит намуналарида бензол адсорбцияси изотермалари. 1-Покистон бентонити; 2-Аскамар бентонити (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); 3-Аскамар бентонити (HCl); 4-Аскамар бентонити

Ҳар бир поғона бентонит сирт юзларидаги актив қаватларга сорбцияланишидан далолат беради. 1-Покистон бентонитда бензолнинг адсорбциясида дастлаб бошланғич соҳаларда дифференциал иссиқлик 82,9 кЖ/мольдан 64,80 кЖ/мольгача пасаяди. Адсорбция 59,2 мкмоль/г да 72 кЖ/мольни ташкил қилади. 213 мкмоль/г гача бўлган бензол адсорбциясида бентонит таркибидаги ишқорий ва ишқорий ер металлари (Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>) катионлари π-комплекслар ҳосил қилиши билан ифодаланади. Одатда бентонитлар учта қатламга бўлинади. 2-Аскамар бентонитида (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 14 мкмоль/г бензол адсорбцияланиши учун дифференциал иссиқлиги 95,58 кЖ/мольдан 72,92 кЖ/мольгача пасаяди. Кейинги бензол молекулалари адсорбция жараёнида 72,92 кЖ/мольдан 62,11 кЖ/мольга камайишиши учун 107 мкмоль/г бензол молекулалари сарфланади. Адсорбция 121 мкмоль/гдан 741 мкмоль/г гача бўлган ораликларда иккита бир хил поғона ҳосил қилиб, адсорбция 62,3 кЖ/мольдан 53,4 кЖ/мольгача камаяди. Бу поғоналарни адсорбция иссиқликларини тартибли камайиб боришида π-комплекслар ҳосил бўлиши билан изоҳлаш мумкин. 3-Аскамар бентонитида (HCl) бензол адсорбция дифференциал иссиқлиги кўрсаткичлари шуни кўрсатадики, ютилган бензол молекулалари миқдори 250 мкмоль/г.га етганда гил минералининг ички қатламлараро сиртига сорбцияланиши содир бўлади. Кейинги босқичда бензол молекулалари чекка сирт қатламида бориб, адсорбцияси 250 кЖ/мольдан 701 кЖ/мольга оралиғида боради. Бунда адсорбция иссиқлиги 60,14 кЖ/мольдан 48,9 кЖ/мольгача пасайиш билан боради. Гил минералларининг бу қатламида адсорбция жараёни мураккаб тавсифга эга бўлиб, асосан катионларнинг кўчиши билан амалга ошади. Бунда бўш катакчаларга қўшни қаватдаги катионларларнинг кўчиб ўтиши ҳисобига бензолнинг катионлар билан билан ҳосил қилувчи π-комплекслари билан тўлдирилади. 4-Аскамар бентонитида бензолнинг адсорбциясида

бошланғич соҳаларда дифференциал иссиқлик 80,0 кЖ/мольдан 62,58 кЖ/мольгача пасаяди. Кейинги бензол адсорбцияланишида иссиқлик 65,4 кЖ/мольгача бироз кўтарилади. 64 мкмоль/г га етганда иссиқлик 54 кЖ/мольни ташкил этади. 165,55 мкмоль/г бензол адсорбцияланишида дифференциал иссиқлик 58 кЖ/мольда деярли ўзгаришсиз энергия билан бориб, 229,9 ммоль/гга етганида адсорбция иссиқлиги 50,92 кЖ/мольни ташкил этади. Дастлабки 54 кЖ/мольгача борадиган иссиқлик гил минералларини ташкил қилувчи биринчи ички, яъни қатламлараро бўшилиғида боради.

5-расмда бентонит намуналарига бензол адсорбцияси изотерма графиклари солиштирма ҳолатида келтирилган. Адсорбция изотерма графикларидан 2-Аскамар бентонити ( $H_2SO_4$ ) да бензол бошқа намуналарга нисбатан кўпроқ адсорбцияланишини ва изотерма қийматлари юқори бўлиши кузатилди ва дастлабки изотерма  $\ln(p/p_0)=-10,3$  ни ташкил қилади. 4-Аскамар бентонитида бензол адсорбцияси изотерма графиги бошқа намуналарга нисбатан пастда бориши кузатилди ва дастлабки изотерма қиймати  $\ln(p/p_0)=-8,9$  бўлади. Ушбу бентонит активланмаганли сабабли бензол фақатгина юза қатламларда сорбцияланади, шунинг учун барча адсорбция кўрсаткичлари кичик бўлади.

6-расмда бентонит намуналарига бензол адсорбцияси энтропия графиклари солиштирма ҳолатида келтирилган. Барча бентонит намуналарида бензол адсорбцияси дифференциал иссиқлиги ва изотерма қийматларидан фойдаланиб энтропияни ҳисоблашда Гиббс-Гельмгольц тенгламаси формуласидан фойдаланилди.

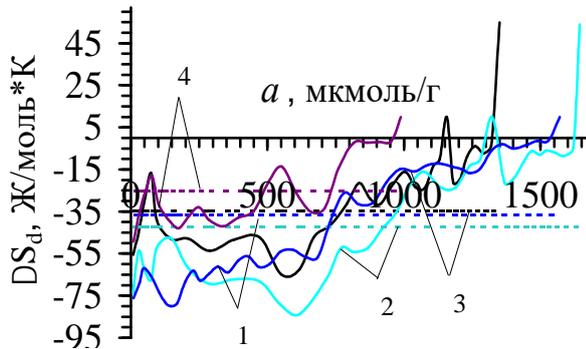
$$\Delta S_d = \frac{\Delta H - \Delta G}{T} = \frac{-(Q_d - \lambda) + A}{T}$$

$\lambda$ -иссиқлик конденсацияси,  $\Delta H$  и  $\Delta G$ -энтальпия ва эркин энергия ўзгариши,  $T$  – температура,  $Q_d$  -ўртача дифференциал иссиқлик.

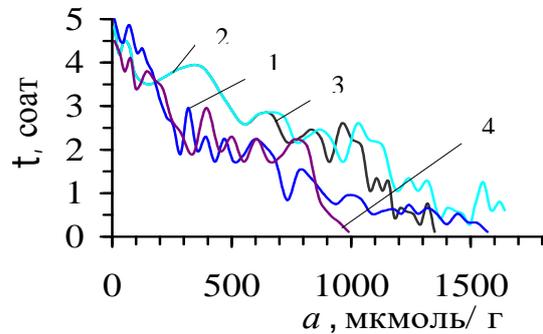
1-Покистон бентонити бензол адсорбцияси энтропияси 700 мкмоль/ггача адсорбентга локаллашганини кузатиш мумкин. 700 мкмоль/г дан кейин аста секинлик билан бензол молекулалари ҳаракатчан ҳолатга ўтади. Ўртача моляр интеграл энтропия -36,54 Ж/моль\*К га тенг, шунинг учун бензол бентонит тизимида бензолнинг ҳолати суюқликка ўхшашдир. 2-Аскамар бентонити ( $H_2SO_4$ ) бензол адсорбцияси энтропияси 1000 мкмоль/ггача кучли адсорбцияланади. Кейинги адсорбция микдорларида бензол бентонит адсорбцион қаватларида ҳаракатчан ҳолатда бўлиши энтропиянинг қийматларидан кўриниб турибди. Ўртача моляр интеграл энтропия -40,54 Ж/моль\*К га тенг бўлади. 3-Аскамар бентонити (HCl) бензол адсорбцияси Покистон бентонити адсорбцияси сон қийматларига яқин бўлади. 4-Аскамар бентонитида бензол адсорбция энтропияси адсорбция микдори ва адсорбцион қаватларида юқоридаги намуналарга нисбатан кучсиз адсорбцияланади.

7-расмда бентонити намуналарига бензол адсорбцияси термокинетикаси (мувозанат вақти) графиклари солиштирма ҳолатида келтирилган. Бошқа

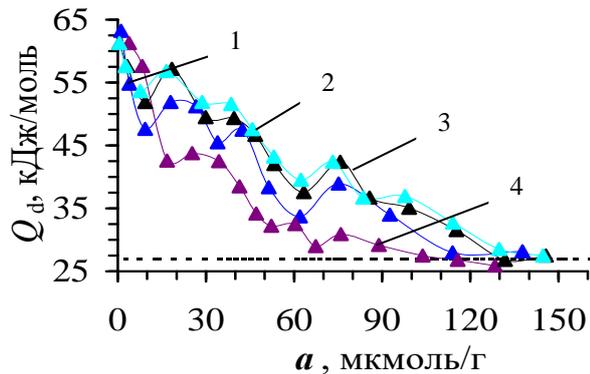
бентонит намуналарига нисбатан 2-Аскамар бентонити ( $H_2SO_4$ )ида бензол адсорбцияси мувозанат вақти юқори бўлишини кузатиш мумкин. Бу эса Аскамар бентонитини сульфат кислота билан фаоллаштирилганда ижобий натижаларга эришилганини исботлайди.



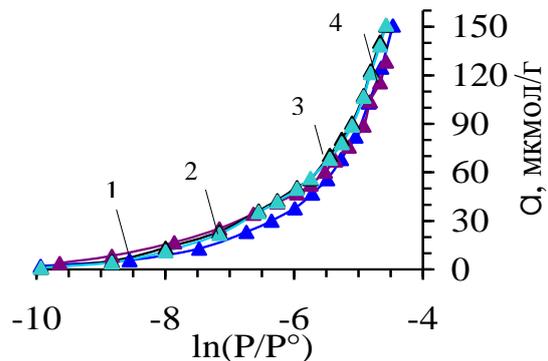
6-расм. Бентонит намуналарида бензол адсорбцияси энтропияси. Бензол адсорбциясининг ўртача интеграл энтропияси узук-узук чизиқларда ифодаланган. 1-Покистон бентонити; 2-Аскамар бентонити ( $H_2SO_4$ ); 3-Аскамар бентонити ( $HCl$ ); 4-Аскамар бентонити



7-расм. Бентонит намуналарида бензол адсорбцияси мувозанат вақти. 1-Покистон бентонити; 2-Аскамар бентонити ( $H_2SO_4$ ); 3-Аскамар бентонити ( $HCl$ ); 4-Аскамар бентонити



8-расм. Бентонит намуналарида углерод (IV) оксиди адсорбцияси дифференциал иссиқлиги. Углерод (IV) оксидининг иссиқлик конденсацияси узук-узук чизиқларда ифодаланган 1-Покистон бентонити; 2-Аскамар бентонити ( $H_2SO_4$ ); 3-Аскамар бентонити ( $HCl$ ); 4-Аскамар бентонити

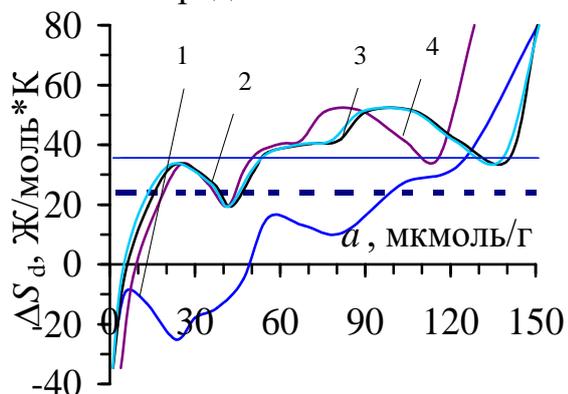


9-расм. Бентонит намуналарида углерод (IV) оксиди адсорбцияси изотермалари. 1-Покистон бентонити; 2-Аскамар бентонити ( $H_2SO_4$ ); 3-Аскамар бентонити ( $HCl$ ); 4-Аскамар бентонити

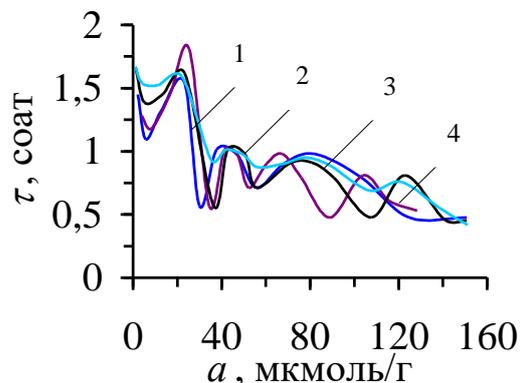
8-расмда бентонит намуналарига углерод (IV) оксиди адсорбцияси дифференциал иссиқлиги графиклари солиштирма ҳолатида келтирилган. 1-Покистон бентонитида углерод(IV)-оксиди адсорбция дифференциал иссиқлиги поғонали кўринишда боради ва бошланғич тўйинишда 63,2 кЖ/моль дан бошланиб, аста секинлик билан тўлқинсимон кўринишда адсорбция иссиқлиги камайиб боради.

Кам миқдордаги ишқорий металллар катионлар миграцияга учраганлиги сабабли, адсорбция иссиқлиги поғонали бўлиши кузатилди. 2-Аскамар

бентонити ( $H_2SO_4$ ) ва 3-Аскамар бентонити ( $HCl$ ) углерод(IV) -оксиди адсорбцияси бошланғич тўйинишда  $62,5$  кЖ/моль дан бошланиб аста секинлик билан поғонали кўринишда адсорбция иссиқлиги қийматлари камайиб боради.



10-расм. Бентонит намуналарида углерод (IV) оксиди адсорбцияси дифференциал иссиқлиги. Углерод (IV) оксидининг иссиқлик конденсацияси узук-узук чизикларда ифодаланган 1-Покистон бентонити; 2-Аскамар бентонити ( $H_2SO_4$ ); 3-Аскамар бентонити ( $HCl$ ); 4-Аскамар бентонити



11-расм. Бентонит намуналарида углерод (IV) оксиди адсорбцияси мувозанат вақти. 1-Покистон бентонити; 2-Аскамар бентонити ( $H_2SO_4$ ); 3-Аскамар бентонити ( $HCl$ ); 4-Аскамар бентонити

Адсорбция  $70$  мкмоль/гга етганда  $42,5$  кЖ/моль ни ташкил қилади. Ундан сўнг  $50$  мкмоль/г бензол адсорбцияланган сўнг адсорбция иссиқлиги  $28,5$  кЖ/моль ни ташкил қилади ва адсорбция  $130$  мкмольга етганда конденсация иссиқлигига тенглашади. Фаоллантирилган Азкамар бентонити намуналарига умумий  $150$  мкмоль/г углерод (IV) оксиди адсорбцияланади. Таркибда қолган кам сонли металл катионлари адсорбция иссиқлиги юқори бўлишини таъминлайди, ички қатламлардаги металл катионлари миграцияга учраб углерод (IV) оксиди молекулалари билан ион-молекуляр комплекс шаклланиши содир бўлади. 4-Аскамар бентонити намуналарига углерод (IV) оксиди адсорбцияси бошқа намуналарга нисбатан адсорбция иссиқлиги пастроқда боради. Бунинг асосий сабаби табиий холда бентонит намуналари таркибида металл тузлари ва бошқа қўшимча бирикмалар бўлишидир. Таркибдаги қўшимча моддалар сорбцион хусусиятларини пассивлаштиради.

9-расмда бентонит намуналарига углерод (IV) оксиди адсорбцияси изотермаси графиклари солиштирма ҳолатида келтирилган. Барча намуналарнинг дастлабки изотермалари  $\ln(p/p_0) = -9,9$  га яқин қийматда бўлади. Барча намуналарнинг изотерма графигилари бир биридан кескин фарқ қилмайди. Бу эса углерод (IV) оксиди молекулалари ўрганилган намуналарнинг бир бирига яқин актив марказларида сорбция жараёни бораётганлиги билан изоҳланади.

10-расмда; бентонит намуналарига углерод (IV) оксиди адсорбцияси энтропия графиклари солиштирма ҳолатида келтирилган. Энтропия графигидан кўриниб турибдики, учта намуналарда углерод (IV) оксиди адсорбцияси  $10$  мкмоль/г адсорбция қийматида  $0$  қийматдан пастда,

Покистон бентонитида эса 50 мкмоль/гда 0 қийматга, яъни стандарт ҳолат энтропия қийматига тенглашади. 11-расмда бентонит намуналарига углерод (IV) оксиди адсорбцияси термокинетикаси (мувозанат вақти) графиклари солиштирма ҳолатида келтирилган. Дастлабки мувозанат вақти барча намуналарда 1,7 соат атрофида бориб, кейинги углерод (IV) оксиди адсорбциясида тўлқинсимон кўринишда мувозанат вақти камайиб боради. Жараён охирида мувозанат вақти 20 дақиқагача камайиши кузатилди.

## ХУЛОСА

Диссертацияси ишини бажаришда олинган асосий илмий ва амалий натижалари қуйидагилар ҳисобланади:

1. Маҳаллий гил минералларининг кимёвий, минералогик таркиблари аниқланди. Унга кўра, Аскамар бентонити таркиби монтморилонит, кварц, бейделит ва полигорскит эканлиги аниқланди.

2. Аскамар бентонитини дистилланган сув ёрдамида бойитиш орқали бентонит таркибида монтморилонит миқдори деярли 2 барабар, яъни 48,8% дан 79,5% га кўпайиб, аксинча кварц миқдори 35,4 % дан 8,9% га камайганлиги аниқланди.

3. Кислотали фаоллаштиришни қуйидаги шароитларда, яъни кислота концентрацияси 15%, қаттиқ фаза суюқ фазага нисбати 1:4, фаоллаштириш давомийлиги 4 соатда олиб бориш керак эканлиги аниқланди. Кислота ёрдамида жараённи давом эттириш кристалл панжаранинг бузилишига ва алюминий ва баъзи оксидларни компонентларни ювилиб кетишига олиб келади.

4. Покистон бентонитида бензол адсорбцияси дифференциал иссиқлиги поғонали кўринишда бориб, дастлабки тўйинишларда 82,9 кЖ/мольни ташкил қилади. Ўртача интеграл энтропия -36,5 Ж/моль\*К бўлиб, бензол молекулаларининг ҳолати адсорбент юзаларидаги ҳолати суюқ ҳолат энтропиясига яқин бўлиши билан изоҳланди.

5. Маҳаллий Аскамар бентонитида ва ушбу бентонитни кислоталар иштирокида сульфат кислота иштирокида активлантирилганда бензолни адсорбцияси 1,6 бароварга яхшиланди.

6. Хорижий ва маҳаллий бентонит намуналарида углерод (IV) оксиди адсорбцияси дифференциал иссиқлиги тўлқинсимон поғонали кўринишда боради. Активланган бентонит намуналарида 7 ммоль/г гача углерод(IV)-оксиди адсорбцияси стандарт ҳолат энтропияси қиймати пастда бориши ва ундан кейинги адсорбция энтропияси қийматлари 0 қийматдан юқори бўлиши молекулаларнинг ҳаракатчан бўлишидан далолат беради.

7. Бентонит намуналарида ҳар иккала адсорбатлар адсорбция изотермалари БЭТ ва Ленгмюр тенгламаси ёрдамида солиштирма сирт юзалари ҳисобланди.

8. Амалга оширилган тадқиқот иши сорбцион хусусиятга эга маҳаллий хом ашёлардан унумли фойдаланиб, сорбцион ҳажмини оширишда ва янги сорбентлар олишга хизмат қилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.К/Т.66.02 ПО  
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ НАМАНГАНСКОМ  
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ  
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**МАМАДЖОНОВА МОХФОРА АБДУЛХОКИМОВНА**

**КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВЫХ  
АКТИВИРОВАННЫХ АДСОРБЕНТОВ ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ  
БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН**

**02.00.11- Коллоидная и мембранная химия**

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



## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В современном мире стремительное развитие химических, пищевых и других промышленных предприятий наряду с ростом конкуренции требует повышения качества продукции. В то же время ученые проводят научные исследования по снижению выбросов вредных газов в окружающую среду, а также обеспечению безопасности производимых пищевых продуктов. В связи с этим важно получение активированных адсорбентов, на основе бентонитов, и определение адсорбционных, коллоидно-химических свойств, а также применять их в практике.

На сегодняшний день в мире ведутся научные исследования по получению активированных адсорбентов из природных бентонитов и их применению на практике. В связи с этим особое внимание уделяется выбору подходящего сырья для получения адсорбентов с селективными адсорбционными свойствами; исследованию термодинамики адсорбции паров воды и органических веществ на природных и активированных бентонитов; исследованию механизма полной молекулярной адсорбции; необходимо выявления областей применения активированных бентонитов в промышленности.

В Республике достигается ряд научных и практических результатов по получению адсорбентов для химической и пищевой промышленности на основе местного сырья, их применения в промышленности и экологических целях в республике. Третье направление Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определяет важные задачи «дальнейшая модернизация и диверсификация промышленности за счет перевода высокотехнологичных обрабатывающих производств, прежде всего на качественно новый уровень, нацеленный на быстрое развитие производства готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местного сырья»<sup>1</sup>. В этой сфере, в т.ч., решении теоретических и практических задач адсорбционных свойств, механизм влияния адсорбент-адсорбат, баланса адсорбции в получении активированных адсорбентов, на основе местных бентонитов имеет важное значение.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Постановлении Президента Республики Узбекистан ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы», в Постановлении Президента Республики Узбекистан ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности

---

<sup>1</sup>Указ Президента Республики Узбекистан УП-4947 «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы».

в Республике Узбекистан», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологии в республике VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

**Степень изученности проблемы.** В научно-технических литературах по получению активированных и модифицированных адсорбентов на основе бентонитов и изучению их адсорбционных свойств следующими учеными мира Н. Favre, G. Layaly, Lizhong Zhu, Senlin Tian, Yao Sh I. и Ю.И. Тарасевич, Ф.Д. Овчаренко, В.А. Заматырина, Г.В. Цицишвили, Е.Е. Ергожин, А.М. Акимбаевой и ученые нашей республики, создавших Научную школу в Узбекистане академик Ахмедов К.С., проф. Арипов Э.А., проф. Хамраев С.С., проф. Агзамходжаев А.А., проф. Муминов С.З., проф. Нарметова Г.Р., проф. Рахматкариев Г.У., проф. Аминов С.Н., проф. Ахмедов У.К., к.т.н. Рябова Н.Д., к.х.н. Гумаров Р.Х., Хамидов Б.Н., проф. Эшметов И.Д. и другие провели огромную исследовательскую работу.

По совершенствованию технологических процессов отбелки хлопковых масел адсорбционным методом посвящены работы ученых - акад. А.И. Глушковой, проф. С.А. Абдурахимова, проф. Ю.К. Кадирова, проф. К. Х. Маджидова, проф. Д. С. Салихановой. Но из-за отсутствия адсорбентов полученных из местных угольных и глинистых минералов, основные технологические процессы направлены на использование иностранных адсорбентов, что, в свою очередь, приводит к снижению качества продукции и повышению себестоимости.

В наших условиях считается получение глинистых адсорбентов со свойством отбора используя местных глинистых минералов, контролирующих свойства адсорбентов. В то же время до настоящего времени не проводились исследования по управлению свойствами адсорбента путем активации нанопористости, термостабильности, высокой сорбционной способности новых видов бентонитовой глины, а также влияние механизмов адсорбент-адсорбат за счет адсорбции и теплоты адсорбции пара воды и пара бензола, систематизированных научных исследований по термодинамике адсорбции.

**Связь темы диссертации планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, в котором выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана фундаментальных проектов по темам научно-исследовательских работ Наманганского инженерно-технологического института МУ-ФЗ-2017102584 - «Взаимодействие гость-хозяин NaLTA, CaLTA и содалита в молекулярной сите» и ФА-Ф-7-010 «Энергетика, структура и расположение ионно-молекулярных кластеров на поверхности наноструктурной цеолитовой сетки типа наноструктурный фожазит».

**Целью исследования** является определение коллоидно-химических свойств новых активированных адсорбентов, полученных на основе бентонитовой глины.

**Задачи исследования:**

с целью получения адсорбентов с эффективным сорбционным свойством провести комплекс исследований по изучению состава и свойств сырья полученных из местных глинистых минералов;

изучить изменения их состава и свойств в процессе активации выбранного бентонита;

разработка технологии получения активированных глинистых адсорбентов из местного сырья;

исследование изотерм адсорбции и определение адсорбционно-структурных свойств адсорбентов и объемов микро-и мезопористости;

определить влияние процесса термической и кислотной обработки на адсорбционную способность адсорбента, а также температуру термостабильности;

изучение межслойную адсорбцию воды и паров бензола в активированных адсорбентах.

**Объектом исследования** является местные природные Навбахорский, Аскамарский, Дехканабадский, Каттакурганские глинистые минералы и адсорбенты, полученные на их основе; адсорбаты – бензол и окись углерода(IV).

**Предметом исследования** является определение термодинамики воздействия адсорбент-адсорбат, закономерности механизмов адсорбции,  $\pi$ -комплексов, энергии образования ионно-молекулярных комплексов.

**Методы исследования.** При выполнении диссертационной работы использовались физико-химические и коллоидно-химические методы исследования и анализа, т.к. рентгенографические, калориметрические, высоковакуумные весы Мак-Бен, устройство определения адсорбционных изостеров.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

на основе определения химического состава и структуры бентонита Аскамар теоретически и практически обоснована, что он является сырьем для получения адсорбентов для отбелики растительных масел;

установлено, что после процесса обогащения водой содержание монтморилонита в бентоните увеличилось почти в 2 раза, то есть с 48,8% до 79,5%, и наоборот количества кварца уменьшилось с 35,4% до 8,9% ;

установлено увеличение адсорбционных свойств в 3 раза отбеливающего адсорбента, полученного активированием в течение 4 часов с использованием 15%-ой  $H_2SO_4$  кислоты обогащенного бентонита Аскамара;

определено полная термодинамическая характеристика ( $\Delta H$ ,  $\Delta G$  и  $\Delta S$ ) поверхности молекулы оксида бензола и углерода (IV), изотермы БЭТ и с помощью уравнение Ленгмюра поверхности отобранных образцах бентонита;

установлено волнообразная ступенчатая форма теплоты адсорбции молекул бензола в образцах бентонита Пакистана и Аскамара;

доказано, что аскамарский бентонит, активированный серной кислотой, адсорбирует бензол больше, чем пакистанский бентонит;

доказан переход катионов металлов ( $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Na}^+$ ) из внутреннего слоя в базальный (внешний) слой глинистых минералов.

**Практическими результатами исследования** являются следующие:

разработаны оптимальные условия получения адсорбентов путем активации серной кислотой на основе местных глинистых минералов;

созданы оптимальные условия процесса отбеливания растительных масел с помощью отбеливающих адсорбентов, полученных на основе бентонита Аскамар.

**Достоверность результатов исследования.** Результаты использованного химического (аналитическая химия) и физико-химического (калориметрический, рентгеновский) анализов, подтверждены испытаниями на экспериментальных лабораторных устройствах.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования объясняется теоретической разработкой физической адсорбции с целью повышения адсорбционных свойств в адсорбентах с использованием органических кислот и адсорбционных законов термодинамики взаимодействия адсорбат-адсорбент на основе дифференциальной изостерической теплоты и энтропии с активными центрами адсорбентов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что в получении активированных микро-, мезопористых адсорбентов, на основе местного сырья-бентонитов служит практической основой в очистке от госсипола, хлорофилла и других красящих веществ из состава растительных масел, в специальных курсах для магистрантов ВУЗов, материалом в учебных процессах для практического расчета процессов теплового баланса адсорбционного технического оборудования.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по определению коллоидно-химических свойств новых активированных адсорбентов, полученных на основе бентонитовой глины:

технология получения отбеливающих глин на основе местного бентонита Аскамар активированной с помощью неорганических кислот «включена в перечень перспективных внедряемых разработок на 2022-2023 годы» Ассоциации «Узёғмойсаноат» Республики Узбекистан (справка КС/3-456 Ассоциация «Узёғмойсаноат» Республики Узбекистан от 26 апреля 2021 года). В результате позволило получить 2-3 раза дешевле импортозамещающий высокосорбционный местный адсорбент;

технология адсорбционной очистки растительных масел с использованием адсорбента, полученного из бентонита Аскамар, «включена в перечень перспективных внедряемых разработок на 2022-2023 годы» Ассоциации «Узёғмойсаноат» Республики Узбекистан (справка КС/3-456

Ассоциация «Узёғмойсаноат» Республики Узбекистан от 26 апреля 2021 года). В результате это позволило снизить цвет рафинированного растительного масла с 14,2 красных единиц до 7,2 красных единиц, то есть в 2 раза.

**Апробация результатов исследования.** Результаты этого исследования обсуждались на 4-х международных и 3-х республиканских научно-практических конференциях.

**Объявление результатов исследования.** Всего по теме диссертации опубликовано 15 научных работ в 6 научных изданиях, в том числе в 3 республиканских и 3 зарубежных журналах рекомендованных Высшей аттестационной комиссии Республики Узбекистан к публикации основных научных результатов докторской диссертации.

**Структура и объем диссертации.** Состав диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Она изложена на 104 страницах.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и основные задачи исследования, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и техники Республики Узбекистан, раскрыты научная новизна и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, приведены сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Методы, состав, свойства и перспективы применения глинистых адсорбентов в промышленности»** приведены сведения о глинистых минералах на основе материалов научно-технических публикаций и патентной литературы, а также о технологии получения глинистых адсорбентов на их основе, о сорбционных свойствах и механизме сорбционных процессов, протекающих в бентонитовых минералах, теоретических и практических исследованиях по направлениям.

Во второй главе диссертации под названием **«Экспериментальная техника, методы физико-химического анализа сырья и жиров»** посвящена описанию химического, минералогического состава глинистых минералов, физико-химических показателей жиров, показателей их качества, лабораторного оборудования процессов активирования и отбеливания глинистых минералов.

Третья глава диссертации под названием **«Исследования физико-химических, коллоидно-химических свойств местных бентонитов»** посвящена изучению методов получения активированных адсорбентов, их состава и строения, областей применения активированных адсорбентов, адсорбционная кинетика и механизм адсорбентов.

Изучен химический состав нескольких местных бентонитов. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав местных бентонитов

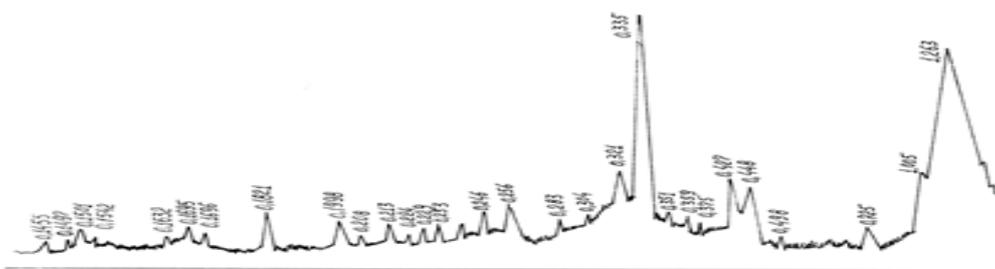
Название месторождения	Химический состав элемента, %												
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P	S	N	C	SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Аскамар	60,5	20,9	5,20	0,67	2,60	2,95	0,06	2,07	0,04	0,01	0,09	0,07	1,96
Навбахарский щелочной бентонит	59,24	17,81	8,33	0,55	3,74	2,94	0,47	1,53	0,31	0,03	0,04	0,03	2,1
Дехканабад	61,2	19,18	9,38	0,73	2,18	4,92	0,16	1,27	0,05	0,00	0,09	1,61	2,08
Каттакурган	61,59	18,01	7,31	0,76	3,15	3,58	0,12	1,67	0,35	0,02	0,06	0,04	2,1

Как видно из таблицы 1, содержание оксида кремния во всех образцах почти одинаково, но содержание металлов различное. Отношение кремния к оксидам металлов составляет 1,96-2,1.

Почти во всех образцах бентонита содержание оксида K<sub>2</sub>O больше по сравнению с Na<sub>2</sub>O, что указывает на то, что он относится к гидрослюде. При сравнении SiO<sub>2</sub>: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> показывает, что он находится в соотношении 3:1. Большое количество SiO<sub>2</sub> в некоторых образцах можно объяснить тем, что в составе присутствует опал и кварц. Наличие железа в составе бентонита является показанием для его вхождения в тип минерала монтмориллонит. Как известно, железо и магний частично заменяют алюминий сеткой из монтмориллонита. Наличие лимонита и ярозита, а также глауконита в бентоните указывает на наличие в его составе некоторого количества железа.

По результатам изучения химического состава, дисперсионного анализа, коллоидальности и набухаемости вышеуказанных минералов для дальнейших исследований отобран бентонит Аскамар.

С целью изучения минералогического состава бентонита был проведен его рентгенологический анализ. В аппарате Дрон-4,0 излучение CuK<sub>α</sub>- и CoK<sub>α</sub>, при помощи Ni – фильтра проведен рентгенологический анализ (Рис. 1.). Пространственный состав Аскамарского бентонита-монтмориллонит, то есть d = 0,44; 0,32; 0,256; 0,246; 0,167; 0,149 нм, а при d=1,26; 1,05 нм линии полигорскита d=0,427; 0,335; 0,199, 0,182 нм указывают на наличие кварца. Также аскамарский бентонит указывает на то, что входит в высшие глинистые породы монтмориллонита, то есть он образует байделит при d=0,725 и 0,169 нм. Из химического состава бентонита видно, что в его составе содержится 15% глинозема.



**Рис.1. Рентгенограмма белого бентонита Аскамар**

Поскольку местные бентонитовые минералы недостаточно изучены по физико-химическим, коллоидным и другим свойствам, очень немногие виды используются в промышленных масштабах. Важно отметить, что активность бентонитов в естественном состоянии менее активны и адсорбционные свойства их очень низкие. Поэтому проводятся различные методы активирования и модификации для получения из них адсорбента с высокой адсорбционной способностью.

До активации бентонит очищается и обогащается. Прежде всего, выделяется необходимая часть бентонитов. Отделенные образцы бентонита тщательно измельчают в ступке в лабораторных условиях, крупные куски песка и камней, а также неизмельченные остатки просеивают через сито, чтобы отделить образец. Затем его расфасовывают в бутылки объемом 5 литров.

Сверху наливают дистиллированную воду в разных пропорциях (1:4 и 1:8) и оставляют на 1 сутки, в зависимости от размера и крупности фракций бентонит оседает, после отбирают верхнюю часть и оставляя нижнюю часть. Повторив тот же процесс, обогащается бентонит. Чтобы полностью отделить часть бентонита от воды, обогащенный бентонит отделяют с помощью центрифуги. После этого его сначала сушат при комнатной температуре, затем в сушильном шкафу при температуре 105<sup>0</sup>С в течение 2 часов. После процесса обогащения определен минералогический состав Аскамарского бентонита и результаты приведены в таблице 2.

**Таблица 2**

**Влияние процесса обогащения бентонита на изменение содержания минералов**

Название минерала	Содержание минералов, %	
	необогаченный	обогаченный
монтморилонит	48,8	79,5
кварц	35,4	8,9
бейделит	7,6	6,2
пальгорскит	8,2	5,4

Как видно из таблицы 2, после процесса обогащения водой содержание бентонита в монтморилоните увеличилось почти в 2 раза, то есть с 48,8% до 79,5%, и наоборот, количество кварца уменьшилось с 35,4% до 8,9%. Это, безусловно, приведет к увеличению адсорбционных свойств получаемого адсорбента. В качестве объекта использован Аскамарский бентонит. При активации был использован традиционный метод. То есть концентрация

кислоты составляла 10-20%, твердую среду относительно жидкой среды брали в соотношении 1:3 и 1:5 и был проведен в течение 2-8 часов. Полученные результаты представлены в таблице 3.

**Таблица 3**

**Изменение содержания основных оксидов в составе бентонита в результате кислотной активации**

Время активации, час	Концентрация кислоты, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>						Концентрация кислоты, HCl					
	10		15		20		10		15		20	
	Количество оксидов, %						Количество оксидов, %					
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
2	62,3	18,7	63,1	18,4	63,5	17,8	61,9	17,9	62,4	17,1	63,5	16,8
4	67,5	17,4	68,8	15,5	68,6	14,5	66,6	16,4	67,2	16,1	66,5	15,6
6	71,8	14,9	73,8	13,4	75,7	12,6	70,2	15,9	72,4	14,4	73,8	13,7
8	80,3	12,2	81,7	11,5	82,4	10,4	75,4	14,3	76,5	13,8	77,2	13,1

Как видно из таблицы 3, были значительные изменения химического состава бентонита после кислотной активации, в частности можно наблюдать увеличение содержания SiO<sub>2</sub> в кристаллической решетке и уменьшение содержания Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Изоморфным обменом можно понять, Si<sup>4+</sup> как Al<sup>3+</sup>; Al<sup>3+</sup> как Mg<sup>2+</sup>; Fe<sup>3+</sup> как Al<sup>3+</sup>; 2Al<sup>3+</sup> как 3Mg<sup>2+</sup>; 3Fe<sup>2+</sup> как 2Al<sup>3+</sup>.

Было определено, что HCl кислота эквивалентна кислоте H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> для кислотной активации бентонита Аскамар. Это связано с тем, что в содержании бентонита мало CaO, он показал хорошие показатели по отношению к HCl. Таким образом, кислотная активация глинистых минералов представляет собой сложный процесс, который будет зависеть от структуры, природы алюмосиликата, типа кислоты и условий обработки. Материал переработанный радикально отличается от исходного.

В настоящее время адсорбенты, которые активируются для адсорбционной обработки растительных масел в различных отраслях нашей масложировой промышленности, импортируются из зарубежных стран.

Выше с помощью активированных кислотой адсорбентов были проведены процессы отбеливания хлопковых масел. Для отбеливания использовалось максимальное количество адсорбента и максимальная концентрация кислоты. На следующем этапе были проведены исследования по определению оптимальных условий концентрации кислоты и количества адсорбента.

Полученные результаты были представлены в таблицах 4 и 5.

**Таблица 4**

**Влияние концентрации кислоты на процесс отбеливания масла**

Концентрация кислоты, %	Кислотное число масла, мг КОН/г	Цвет масла желтый 35 и толщина 12,5 см в кювете		Выход масла, %
		красная единица	синяя единица	
10	0,2	7,6	0,2	97,9
15	0,2	7,7	0,1	97,2
20	0,1	7,6	0,1	96,8

**Влияние количества адсорбента на процесс отбеливания масла**

Количество адсорбента, %	Кислотное число масла, мг КОН/г	Цвет масла при 35 желтый, в 12,5 см толщине кювете		Выход масла, %
		красная единица	синяя единица	
1	0,3	7,7	0,3	98,9
2	0,2	7,5	0,2	97,6
3	0,2	7,3	0,1	96,9

Из приведенных выше таблиц 4 и 5, используя 15% ную  $H_2SO_4$  при активации адсорбента, было определено активация в течение 4 часов как наиболее оптимальное условие. Также определено, что расход адсорбента для отбеливания составляет 2%.

В составе хлопкового масла содержатся несколько соединений как хлорофилл, фосфолипид и госсипол, а также ее производные. Хлопковое масло обычно очищают только путем адсорбционной очистки. При этом широко используются различные адсорбенты. При адсорбционном рафинировании адсорбент сорбируется с различной скоростью в зависимости от природы, размера и полярности адсорбента. Поэтому важно изучить кинетику их адсорбции.

В системе гетерогена “масло-адсорбент” для определения времени равновесия адсорбционную очистку проводили в лабораторных условиях. При этом составила в количестве 2% от полученного выше адсорбента. Оптимальные условия процесса – при температуре 70-80<sup>0</sup> С, так как уровень окисления позволяет поддерживать его на самом низком показателе.

После процесса адсорбционной рафинации масло фильтруется и определяется количество содержащихся в нем красящих веществ.

Для определения эффективности процесса адсорбции мы используем следующую формулу:

$$A = \frac{C_{\text{исход}} - C_{\tau}}{m}; \text{ ммоль/г}$$

$C_{\text{исход}}$  – концентрация адсорбтива в составе исходного масла;

$C_{\tau}$  – концентрация адсорбтива через определенное  $\tau$ -время после начала процесса;

$m$  – масса адсорбента.

Кинетические линии адсорбции полученных образцов показаны ниже на рис. 2.

В приведенном рисунке видно, что время равновесия адсорбтивов была различной в зависимости от температуры адсорбции. Из рисунка 2 видно, что проведение процесса отбеливания при температуре 70<sup>0</sup> С активированным аскамарским бентонитом (1) до 30 минут происходит усиленное поглощение до 0,2 ммоль/г хлорофилла, входящий в состав масла, затем данный показатель остаётся неизменным, также взятый в качестве контроля пакистанский бентонит показал схожие 0,22 ммоль/г показатели.

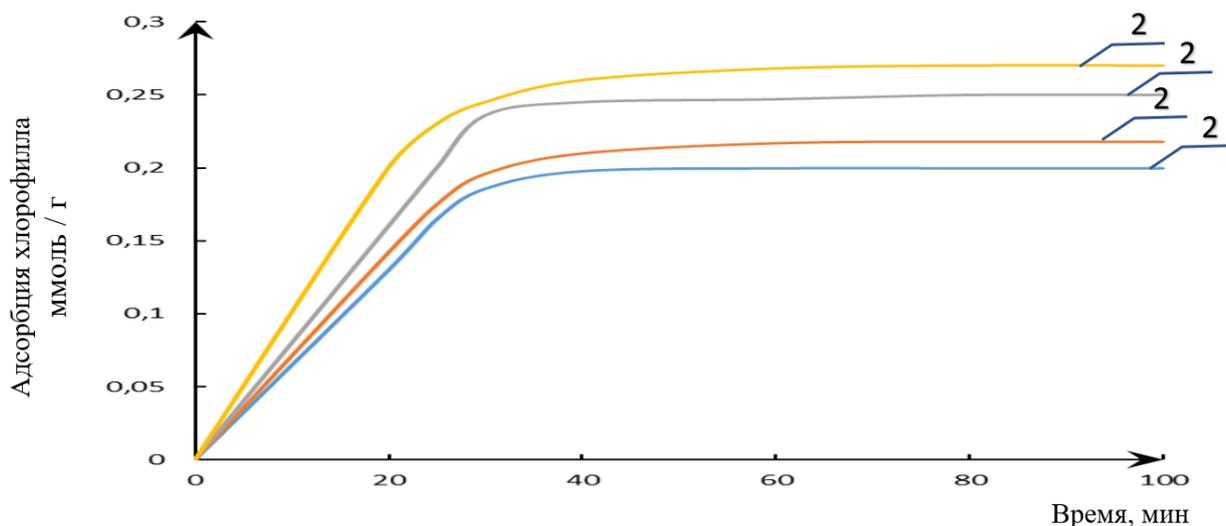


Рис.2. 1 - Аскамар – 70°C; 2- Пакистан – 70°C;  
1'- Аскамар – 90°C; 2'- Пакистан – 90°C

Далее в результате повышения температуры процесса отбеливания до 80°C хлорофилл содержащийся в масле с интенсивностью за 30 минут поглощает до 0,25 ммоль/г, после чего показатель не меняется, так же как и для контроля, полученного в Пакистанском бентоните, этот показатель составил 0,27 ммоль/г. Это можно объяснить тем, что в результате повышения температуры время равновесия значительно сокращается, то есть в результате снижения вязкости и интенсивности массообменного процесса.

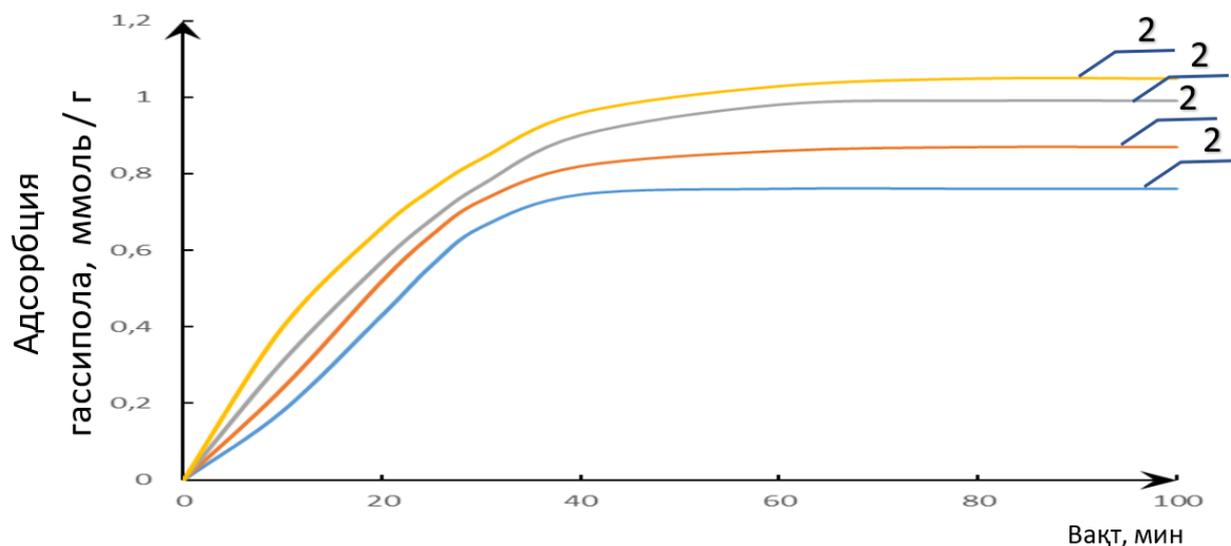


Рис.3. 1 - Аскамар – 70°C; 2- Пакистан – 70°C;  
1' - Аскамар – 90°C; 2'- Пакистан – 90°C

Для бентонита Аскамар время равновесия адсорбент-абсорбат составляло 30-40 минут. Изменение этого на следующий раз указывает на то, что адсорбент абсолютно не поглощает, то есть он насыщен.

Своеобразный госсипол хлопкового масла и его производные, отсутствующие в составе других масел, снижают показатели качества.

Поэтому их необходимо очищать с помощью адсорбционных адсорбентов. Изучена кинетика их зависимости от времени и температуры. Это показано на рис.3.

Как видно из этого графика, что с повышением температуры количество госсипола изменяется от 0,7 ммоль/г до 1,0 ммоль/г. На этой диаграмме мы также видим, что бентонит Аскамара, который активирован госсипол, не уступает Пакистанскому бентониту. Это означает, что наш активированный бентонит Аскамар можно рекомендовать для отбеливания хлопковых масел.

Были определены основные особенности адсорбента и адсорбата при определении механизма взаимодействия, то есть

-переход адсорбтива через пленку на наружном слое адсорбента (внутренняя диффузия);

-переход на внутренние слои адсорбтива, то есть к его активным центрам (внутренняя диффузия);

-взаимодействие адсорбента с адсорбтивом (физическая или химическая сорбция).

Установлено, что диффузионное влияние адсорбента от объема масла к адсорбтиву важен для ускоренного перемешивания адсорбтива в системе чтобы масло-адсорбент находился в одинаковой концентрации на поверхности всего объема.

В заключение можно сказать, что в результате исследования процесса адсорбции с помощью местных адсорбентов, полученных из хлорофилла, госсипола и его обогащения, было определено, что процесс должен протекать в смешанном диффузионном режиме, пористая и внешняя диффузия оказывают влияние на кинетику адсорбции.

В результате изучения кинетики адсорбции на примере госсипола и хлорофилла было установлено, что повышение температуры с 70<sup>0</sup> С до 80<sup>0</sup> С положительно влияет на процесс, но повышение температуры более 80<sup>0</sup>С приводит к ускорению процесса окисления.

В четвертой главе под названием "**Законы адсорбции бензола и оксида углерода (IV) в глинистых адсорбентах**" полностью изучены адсорбционные свойства молекул бензола и оксида углерода (IV) на зарубежных и местных образцах бентонита.

На рисунке 4 представлены графики в сравнительном положении дифференциальной теплоты адсорбции бензола для следующих образцов: 1-Пакистанский бентонит; 2-бентонит Аскамар (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); 3-бентонит Аскамар (HCl); 4-бентонит Аскамар. Из графиков видно, что в каждом образце дифференциальная теплота уменьшается в ступенчатом виде, и в завершении процесса линия тепловой конденсации уравнивается. Каждая ступень является показателем сорбции бентонита в активные слои поверхностей. Адсорбции бензола в 1-Пакистанском бентоните дифференциальная теплота первоначально в исходных областях уменьшается с 82,9 кДж/моль до 64,80 кДж/моль. Адсорбция составляет 59,2 кДж/моль при 72 мкмоль/г.

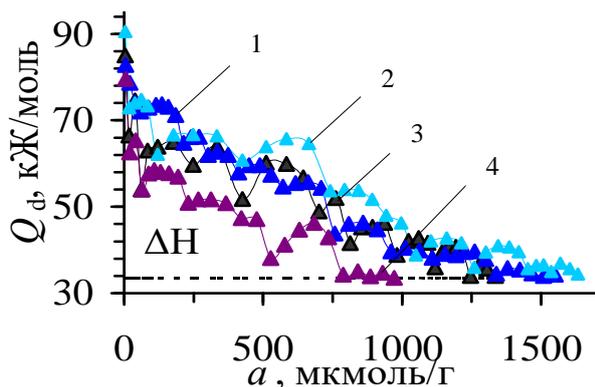


Рис.4. Дифференциальная теплота адсорбции бензола в образцах бентонита. Термическая конденсация бензола выражается в пунктирных линиях. 1- Пакистанский бентонит; 2- бентонит Аскамар ( $H_2SO_4$ ); 3- бентонит Аскамар ( $HCl$ ); 4- бентонит Аскамар

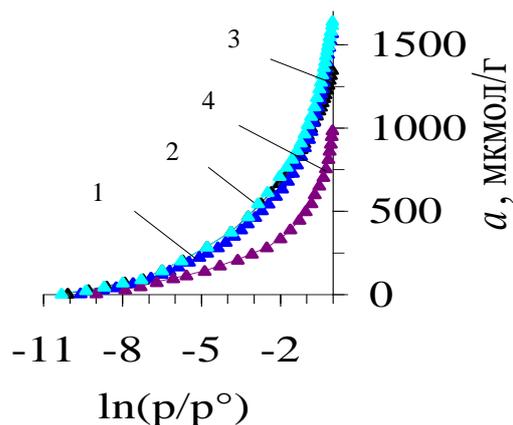


Рис.5. Изотермы адсорбции бензола на образцах бентонита. 1-Пакистанский бентонит; 2- бентонит Аскамар ( $H_2SO_4$ ); 3- бентонит Аскамар ( $HCl$ ); 4- бентонит Аскамар

При адсорбции бензола до 213 мкмоль/г катионы щелочных и щелочноземельных металлов ( $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ), содержащиеся в бентоните, представлены образованием  $\pi$ -комплекса. Обычно бентониты делятся на три слоя. Для адсорбции 14 мкмоль/г бензола в 2-Аскамар бентоните ( $H_2SO_4$ ) дифференциальная теплота уменьшается с 95,58 кДж/моль до 72,92 кДж/моль. В последующих процессах адсорбции расходует 107 мкмоль/г молекул бензола для уменьшения с 62,11 кДж/моль до 107 кДж/моль. В то время как адсорбция создавая две одинаковых ступеней в интервалах от 121 мкмоль/г до 741 мкмоль/г, адсорбция уменьшается от 62,3 кДж/моль до 53,4 кДж/моль. Это можно объяснить тем, что при упорядоченном снижении температуры адсорбции этих ступеней образуются  $\pi$ -комплексы. В 3-Аскамарском бентоните ( $HCl$ ) показатели дифференциальной теплоты адсорбции бензола показывают, что, когда количество поглощенных молекул бензола достигает 250 мкмоль/г, происходит сорбция глинистого минерала на поверхность внутреннего межслоя. На следующем этапе молекулы бензола переходят в край поверхностного слоя, адсорбция протекает в промежутке от 250 кДж/моль до 701 кДж/моль. Теплота адсорбции уменьшается с 60,14 кДж/моль до 48,9 кДж/моль. В этом слое глинистых минералов процесс адсорбции характеризуется комплексом, в основном осуществляемым переходом катиона в катион. При этом за счет перемещения катионов соседнего слоя в пустые клетки, заполняются  $\pi$ -комплексами, которые образовались с катионами бензола. В бентоните Аскамар-4 при адсорбции бензола дифференциальная теплота в начальных областях уменьшается с 80,0 кДж/моль до 62,58 кДж/моль. При следующей адсорбции бензола тепло немного повышается до 65,4 кДж/моль, а достигнув 64 мкмоль/г, тепло составляет 54 кДж/моль. При адсорбции 165,55 мкмоль/г

бензола теплота адсорбции идет с почти неизменной энергией и составляет 58 кДж/моль, когда она достигает 229,9 ммоль/г, то теплота адсорбции составляет 50,92 кДж/моль. Предварительно поднявшее 54 кДж/моль тепла, то есть протекая в межслойных пространствах образует глинистые минералы.

На рисунке 5 в сравнительном положении представлены изотермические графики адсорбции бензола для образцов бентонита. Из графика изотермы определено, что у образца 2-Аскамарского бентонита (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) адсорбция бензола выше чем у других образцов и показатели изотермы намного выше, где начальная изотерма составляет ln(p/p<sub>0</sub>)=-10,3. Из графиков изотерм адсорбции видно, что у образца 4-Аскамарского бентонита адсорбция бензола ниже чем у других, где показатель начальной изотермы составил ln(p/p<sub>0</sub>)=-8,9. Так как это бентонит неактивирован бензол адсорбируется только на поверхности, поэтому ее показатели адсорбции низкие.

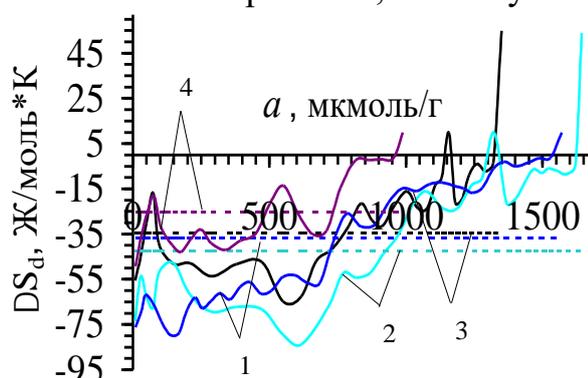


Рис.6. Энтропия адсорбции бензола в образцах бентонита. Средняя интегральная энтропия адсорбции бензола выражается пунктирными линиями. 1-Пакистанский бентонит; 2- бентонит Аскамар (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); 3- бентонит Аскамар (HCl); 4- бентонит Аскамар

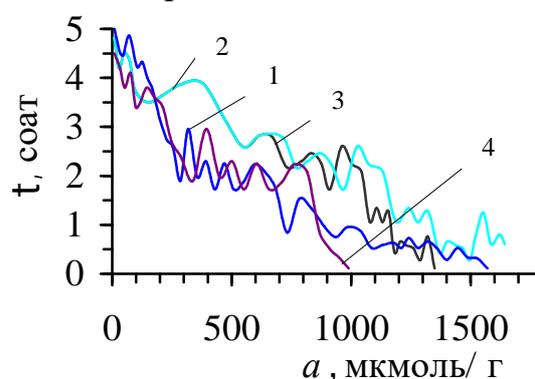


Рис.7. Равновесное время адсорбции бензола в образцах бентонита. 1- Пакистанский бентонит; 2-бентонит Аскамар (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); 3-Бентонит Аскамар (HCl); 4-Бентонит Аскамар

В рис.6 приведены сравнительные графики энтропии адсорбции бензола образцов бентонита.

Во всех образцах бентонита формула уравнения Гиббса-Гельмгольца использовалась при расчете энтропии с использованием дифференциальной теплоты адсорбции бензола и значений изотермы.

$$\Delta S_d = \frac{\Delta H - \Delta G}{T} = \frac{-(Q_d - \lambda) + A}{T}$$

$\lambda$ - конденсация теплоты,  $\Delta H$  и  $\Delta G$ -энтальпия и изменение свободной энергии,  $T$  – температура,  $Q_d'$ -средняя дифференциальная теплота.

Энтропия адсорбции бензола до 700 мкмоль/г в 1-Пакистанском бентоните наблюдается локализация к адсорбенту. Постепенно, после 700 мкмоль/г, молекулы бензола переходят в подвижное состояние. Средняя молярная интегральная энтропия равна -36,54 Дж/моль\*К, поэтому состояние бензола в системе бентонита бензол аналогично состоянию жидкости. 2-Аскамар бентонит (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) энтропия адсорбции бензола сильно адсорбируется до 1000 мкмоль/г. Тот факт, что бензольный бентонит в

последующих количествах адсорбции находится в подвижном состоянии на адсорбционных слоях, очевиден из значений энтропии. Средняя молярная интегральная энтропия будет равна  $-40,54$  Дж/моль\*К. Адсорбция бензола 3-Аскамар бентонитом (HCl) близка к значениям числа адсорбции бентонита Пакистан. 4-энтропия адсорбции бензола в бентоните Аскамар слабая адсорбция по сравнению с вышеуказанными образцами в количестве адсорбции и на адсорбционных слоях.

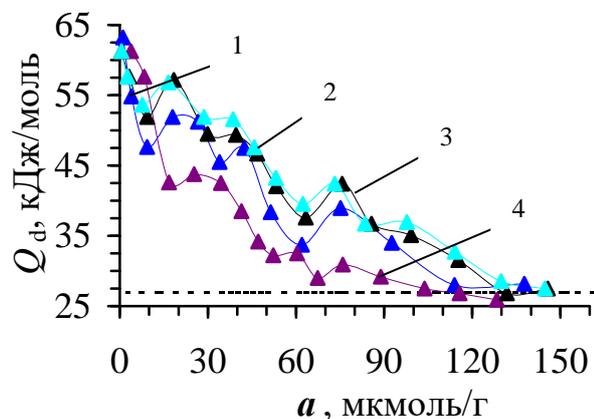


Рис.8. Дифференциальная теплота адсорбции оксида углерода (IV) в образцах бентонита. Термическая конденсация оксида углерода (IV), выраженного в пунктирных линиях 1-Пакистанский бентонит; 2-бентонит Аскамара ( $H_2SO_4$ ); 3-бентонит Аскамара (HCl); 4-бентонит Аскамара

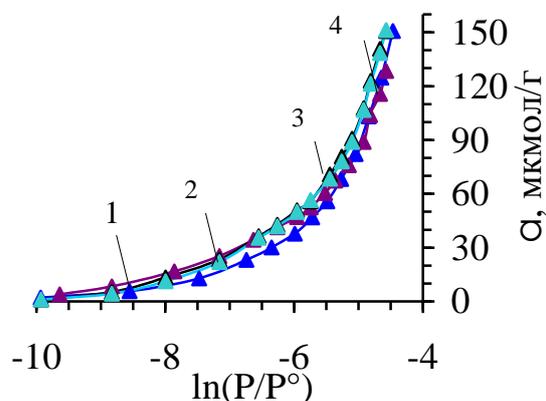


Рис.9. Изотермы адсорбции оксида углерода (IV) в образцах бентонита. 1-Пакистанский бентонит; 2-бентонит Аскамар ( $H_2SO_4$ ); 3-бентонит Аскамар (HCl); 4-бентонит Аскамар

На рис. 7 в сравнительном положении представлены графики термокинетики адсорбции бензола (равновесное время) для образцов бентонита. По сравнению с другими образцами бентонита, можно наблюдать, что адсорбция бензола 2-Аскамар бентоните ( $H_2SO_4$ ) имеет высокое равновесное время. Это доказывает, что положительные результаты были достигнуты при активации Аскамарного бентонита серной кислотой. На рис.8. в сравнительном положении выраженного в пунктирных линиях представлены графики дифференциальной теплоты адсорбции оксида углерода (IV) в образцах бентонит. В 1-Пакистанском бентоните дифференциальная теплота оксида углерода (IV) протекает в ступенчатом виде и в начальной насыщенности начиная с  $63,2$  кДж/моль постепенно уменьшается в волнистой форме. Наблюдалась утечка тепла адсорбции из-за того, что небольшое количество катионов щелочных металлов подвергалось миграции. 2-Аскамар бентонит ( $H_2SO_4$ ) и 3-Аскамар бентонит (HCl) адсорбция оксид углерода (IV) начинается с  $62,5$  кДж/моль при начальном насыщении и постепенно уменьшает значения теплоты адсорбции в виде ступени. Адсорбция когда достигает  $70$  кДж/моль, она составляет  $42,5$  мкмоль/г. После этого адсорбируется  $50$  мкмоль/г бензола, затем теплота адсорбции составляет  $28,5$  кДж/моль, а когда адсорбция достигает  $130$

мкмоль, она равна теплоте конденсации. В активированных образцах бентонита Аскамар адсорбируется в общей сложности 150 мкмоль/г оксида углерода (IV). Катионы металлов, оставшиеся в малых количествах в соединении, обеспечивают высокую теплоту адсорбции, образование ионно-молекулярного комплекса происходит с молекулами оксида углерода (IV), в которых катионы металлов во внутренних слоях подвергаются миграции. 4-оксидная адсорбция углерода (IV) на образцах бентонита Аскамар приводит к более низкой теплоте адсорбции по сравнению с другими образцами. Основной причиной этого является наличие солей металлов и других дополнительных соединений в составе образцов бентонита в естественном состоянии. Дополнительные вещества в составе инактивирует свойства сорбции.

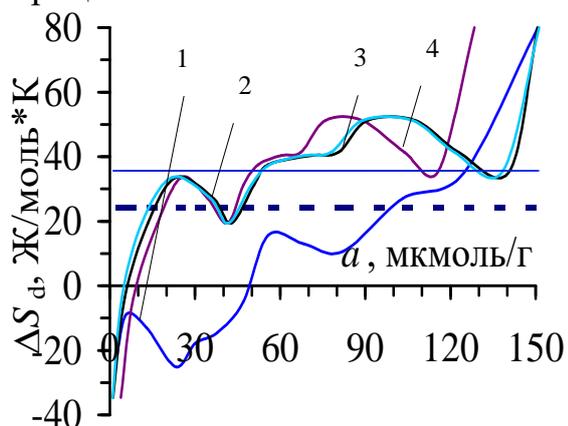


Рис.10. Дифференциальная теплота адсорбции оксида углерода (IV) в образцах бентонита. Термическая конденсация оксида углерода (IV) выражается в пунктирных линиях: 1-Пакистанский бентонит; 2-Аскамарский бентонит (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); 3-Аскамарский бентонит (HCl); 4-Аскамарский бентонит

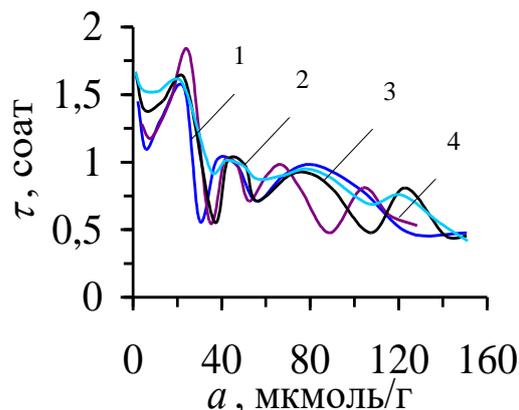


Рис.11. Равновесное время адсорбции оксида углерода (IV) в образцах бентонита. 1-Пакистанский бентонит; 2-Аскамарский бентонит (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); 3-Аскамарский бентонит (HCl); 4-Аскамарский бентонит

На рис. 9 представлены сравнительные положения изотермических графиков адсорбции оксида углерода (IV) для образцов бентонита. Почти у всех образцов начальные изотермы близки к друг другу, т.е.  $\ln(p/p_0)=-9,9$ . Почти у всех образцов графики изотермы не отличаются друг от друга. Это можно объяснить тем, что на изучаемых образцах молекул оксида углерода (IV) сорбируется на очень близких к друг-другу активные центры.

На рис.11 представлены сравнительные положения термокинетических (равновесное время) графиков адсорбции оксида углерода (IV) в образцах бентонита. Во всех образцах равновесное время для оксида углерода (IV) почти неразлично. Во всех образцах начальная время равновесия составляет 1,7 часов, на следующем адсорбции оксида углерода (IV) время равновесия зигзак образом виде снижается. В конце процесса время равновесия снижается до 20 минут.

## ВЫВОД

Основными научными и практическими результатами полученными при выполнении диссертационной работы являются:

1. Определен химический, минералогический состав местных глинистых минералов. На их основе определен, что в составе Аскамарского бентонита имеются монтмориллонит, кварц, бейделит и полигорскит.

2. При обогащении бентонита Аскамара с помощью дистиллированной воды было установлено, что в составе бентонита содержание монтмориллонита увеличилось почти в 2 раза, то есть с 48,8% до 79,5%, и наоборот, количество кварца уменьшилось с 35,4% до 8,9%.

3. Было установлено, что кислотную активацию следует проводить при следующих условиях, то есть концентрация кислоты составляет 15%, соотношение твердой фазы к жидкой фазе составляет 1:4, продолжительность активации составляет 4 часа. Продолжение процесса с помощью кислоты приводит к нарушению кристаллической решетки и вымыванию компонентов алюминия и некоторых оксидов.

4. В Пакистанском бентоните дифференциальная теплота адсорбции бензола проходит в ступенчатой форме и при начальной насыщении составляет 82,9 кДж/Моль. Средняя интегральная энтропия составила -36,5 Дж/моль\*К, а состояние молекул бензола на поверхностях адсорбента объяснялось тем, что близко к энтропии жидкого состояния.

5. В местном Аскамарском бентоните при активации этого бентонита в присутствии серной кислоты адсорбция бензола улучшается в 1,6 раза.

6. В зарубежных и отечественных образцах бентонита адсорбция оксида углерода (IV) дифференциального тепла происходит в волнистой ступенчатой форме. Адсорбция оксида углерода (IV) в образцах активированного бентонита до 7 ммоль/г указывает на то, что значение энтропии стандартного состояния ниже, а последующие значения энтропии адсорбции выше 0 указывают на то, что молекулы иммобилизованы.

7. В образцах бентонита оба адсорбата были рассчитаны с использованием изотерм адсорбции БЭТ и уравнения Ленгмюра в качестве удельной поверхности.

8. Проведенные исследования позволяют увеличить масштаб сорбции и получить новые сорбенты за счет эффективного использования местного сырья с сорбционными свойствами.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREE  
PhD.03/30.12.2019.K/T.66.02 AT THE NAMANGAN INSTITUTE OF  
ENGINEERING AND TECHNOLOGY**

---

**NAMANGAN INSTITUTE OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY  
INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIK CHEMISTRY**

**MAMADJONOVA MOHFORA ABDULHAKIMOVNA**

**COLLOID-CHEMICAL PROPERTIES OF NEW ACTIVATED  
ADSORBENTS OBTAINED ON THE BASIS OF BENTONITE CLAYS**

**02.00.11 – Colloidal and Membrane Chemistry**

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

**Namangan- 2021**

**The title of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) has been registered by the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration number B2020.4.PhD/K354**

The dissertation has been prepared at Namangan engineering and technology institute and The Institute of General and Inorganic Chemistry.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific website [www.ionx.uz](http://www.ionx.uz) and on the website of «ZiyoNet» Information and educational portal [www.ziyo.net](http://www.ziyo.net).

**Scientific supervisor:** **Salihanova Dilnoza Saidakbarovna**  
Doctor of technical sciences, professor

**Official Opponents:** **Akbarov Hamdam Ikramovich**  
Doctor of Chemistry sciences, Professor

**Boymirzayev Azamat Soliyevich**  
Doctor of Chemistry sciences

**Leading organization:** **Fergana polytechnic institute**

The defense of the dissertation will take place on \_\_ June, 2021 y. at 10<sup>00</sup> at the meeting of Scientific council PhD.03/30.12.2019.K/T.66.02 at the Namangan engineering and technology institute and Research Center at the following address: 7, Kosonsoy Street, Namangan District, 160115, Namangan, tel.: (99869) 228-76-75, Fax: (99869) 228-76-71, e-mail: [nei\\_info@edu.uz](mailto:nei_info@edu.uz).

The dissertation has been registered at the Information-resource Centre at the Institute of Namangan engineering and technology institute (registration number 1). (Address: 7, Kosonsoy Street, 160115, Namangan, tel.: (99869) 228-76-75, Fax: (99869) 228-76-71)

The abstract of dissertation is distributed on June , 2021.  
(Protocol at the register № 1 dated \_\_ June, 2021 year).

**Shamshidinov**  
Deputy of Chairman of a Scientific council  
on awarding of scientific degree Dr tech.sci.prof.

**D.Sh. Sherkuziyev**  
Scientific secretary of Scientific council  
on award of scientific degree, Dr of phil. tech.sci.

**I.D. Eshmetov**  
Chairman of Scientific seminar at Scientific council on  
awarding of scientific degree,  
Dr tech.sci., prof.

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is to determine the colloidal-chemical properties of the newly activated adsorbents obtained based on bentonite clay.

**Subject of the research work** is the thermodynamics of the effect of the adsorbent-adsorbate consists in determining the regularity of the mechanisms of adsorption,  $\pi$ -complexes, the energy of formation of ion-molecular complexes.

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

based on the study of the chemical composition and structure of Askamara bentonite, it is practically, theoretically based and proven that it is a raw material for obtaining adsorbents that whiten vegetable oils;

after the process of enrichment with water, it was found that the content of montmorillonite in bentonite increased almost 2 times, that is, from 48.8% to 79.5%, and vice versa, a decrease in the amount of quartz from 35.4% to 8.9%;

it was found that the adsorption properties of the bleaching adsorbent obtained by activation for 4 hours using 15%  $H_2SO_4$  acid of enriched Askamar bentonite increased by 3 times;

in the research work of the obtained bentonite samples, the complete thermodynamic characteristic ( $\Delta H$ ,  $\Delta G$  and  $\Delta S$ ) of the surface of the molecule of benzene oxide and carbon (IV), the BET isotherm and the surface Langmuir equation were determined;

it was found that the heat of adsorption of benzene molecules in bentonite samples from Pakistan and Askamar has a wavy stepwise shape;

it is proved that Askamara bentonite, activated with sulfuric acid, adsorbs benzene more than Pakistani bentonite;

the transition of metal cations ( $Ca^{2+}$  and  $Na^+$ ) from the inner layer to the basal (outer) layer of clay minerals has been proven.

**Implementation of research results.** Based on the scientific results obtained to determine the colloidal-chemical properties of new activated adsorbents obtained based on bentonite clay:

The technology for obtaining grounded clays based on the activation of local Askamar bentonites with the help of inorganic acids is included in the list of promising developments that will be put into practice in Yoggar JSC (reference KC / 3-456 of the Association of Fat and Oil Industry Enterprises of the Republic of Uzbekistan dated April 26, 2021). As a result, the imported substitute turned out to be 2-3 times cheaper, which made it possible to obtain a highly sorption local adsorbent;

The technology of adsorptive purification of vegetable oils using an adsorbent obtained from Askamar bentonite is included in the list of promising developments that will be introduced into the practice of Abdurakhman Askarovich LLC (reference KC / 3-456 of the Association of Oil and Fat Industry Enterprises of the Republic of Uzbekistan dated April 26, 2021 ). As a result, this made it possible to reduce the color of refined vegetable oil from 14.2 red units to 7.2 red units, that is, 2 times.

**The structure and volume of the thesis.** The composition of the thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a bibliography and annexes. It is set out in 104 pages.

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

**I bo'lim ( I часть; part I )**

1. Mamajonova M.A., Salikhanova D.S., Abduraxmonov E.B., Ismoilova M.A. Adsorption Isotherm, Differential Heat, Entropy and Thermokinetics of Benzene Vapor in Pakistan Bentonite//International Journal of Materials and Chemistry 2020, 10(2): 23-26. (02.00.00, №13)

2. Мамажонова М.А., Салиханова Д.С., Исмоилова М.А., Эшметов И.Д., Абдурахмонов Э.Б. Изучение физико-химических свойств бентонитов Узбекистана, с целью получения активированных глинистых адсорбентов // Universum: технические науки Выпуск: 10(79), октябрь 2020 г. С.87-91.(02.00.00.,№1)

3. Мамажонова М.А. Аскамар бентонитида бензол буғи адсорбция механизмлари // Композиционные материалы., Ташкент, -2020. -№3. Б. 231-235. (02.00.00., № 4.)

4. Мамажонова М.А., Салиханова Д.С., Исмоилова М.А Махаллий бентонитлар асосида пахта мойини тозалаш учун адсорбентлар олиш // Наманган муҳандислик-технология институти илмий-техника журнали, Том 5-(2), 2020, С.120-125. (02.00.00., № 33)

5. Рuzметова Д.Т., Салиханова Д.С., Мамаджонова М.А. Адсорбционная очистка жирных кислот хлопкового соапстока на активированных глинистых минералах// Композиционные материалы №4 (77) 2019, -С. 15-17. (02.00.00. №4).

6. Mamajonova M.A., Salihanova D.S., Ergashyev O.K., Abduraxmonov E.B. Benzene Adsorption Energy in Activated Azkamar Bentonite Samples // Annals of Romanian Society for Cell Biology., ISSN: 1583-6258, Vol. 25, Issue 4, 2021, Pages. 11876-11884., Scopus (3). ИФ.0,106.

**II bo'lim ( II часть; part II )**

7. Salikhanova D.S., Ruzmetova D.T., Eshmetov I.D., Sagdullaeva D.S., Ismoilova M.A, Azimova D.A., Mamajonova M.A. Bleaching of Fatty Acids With Obtained // Journal of Contemporary Issues in Business and Government Vol.27, No/1,2021, P-ISSN^ 2204-1990\$ E-ISSN^ 1323-6903. P.730-734.

8. Salihanova D.S., Ruzmetova D.T., Eshmetov I.D., Sagdullaeva D.S., Ismoilova M.A., Azimova D.A., Mamajonova M.A.. Fatty acids purification with activated Local adsorbents// Palarch's Journal Of Archaeology Of Egypt/Egyptology 17(6), ISSN 1567-214x, P. 14288-14294.

9. Mamajonova Maxfora Abdukhakimovna, Salikhanova Dilnoza Saidakbarovna Adsorption differential heat and isotherm of benzene vapor in pakistan bentonite //WORLD SCIENCE: сборник статей XLVIMII Международной научно-практической конференции «WORLD SCIENCE:

PROBLEMS AND INNOVATIONS», Состоявшейся 30 ноября 2020 г. в г. Пенза. Р.19-22

10. Мамажонова М.А., Салиханова Д.С., Эргашев О.К. Активланган азкамар бентонити намуналарида бензол адсорбцияси энергетикаси // Профессори, кимё фанлари доктори Акбаров Ҳамдам Икромович таваллудининг 70 йиллиги ҳамда илмий фаолиятининг 45 йиллигига бағишланган Кимёнинг долзарб муаммолари мавзусидаги республика илмий-амалий анжумани 2021 йил 4-5 февраль Б.86-87.

11. Мамажонова М.А., Абдурахмонов Э.Б., Салиханова Д.С., Исмоилова М.А., Бентонитида углерод (IV) оксиди адсорбцияси изотермаси, дифференциал иссиқлиги, энтропияси ва термокинетикаси // Қорақалпоғистон Республикасида хизмат кўрсатган фан арбоби, кимё фанлари доктори, профессор Қуанишбай Ўтаниязовнинг 80 йиллик юбилейига бағишланган “Қорақалпоғистон республикасида кимё ва кимёвий технология соҳалари ривожининг долзарб масалалари” мавзусидаги илмий-амалий конференция материаллари тўплами, 2021 йил 24 март, 422-424 б.

12. Мамажонова М.А., Салиханова Д.С., Исмоилова М.А. Адсорбентларнинг адсорцион кинетикаси ва механизмини ўрганиш // “Маҳаллий хомашёлар ва иккиламчи ресуослар асосидаги инновацион технологиялар” республика илмий-техник анжумани материаллар тўплами 1-жилд, Хоразм, 426-427 бетлар.

13. Mamajonova M.A., Salihanova D.S., O.S.Karimov. Mineral composition and proportion of Askamar bentonites // 4<sup>th</sup> Global Congress on Contemporary Sciences & Advancements, 30 April, 2021, Italy, 177-179.

14. Салиханова Д.С., Мамажонова М.А. Получение активированных глинистых адсорбентов на основе местных бентонитов для очистки хлопковых масел // Сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, 15 апреля 2021 года, Минск, БНТУ, С. 137-141.

15. Mamajonova M.A., Salihanova D.S., O.S.Karimov. Mechanizm of interaction of adsorbent and Adsorbate // 2<sup>th</sup> International Conference on Science Technology and Educational Practices, Hosted from Sameun, Turkey, May 15-16, 2021, 174-177.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналі» тахририятида  
тахрирдан ўтказилди.

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

Гувоҳнома № 851684.  
«Тирограф» МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.  
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.