

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

**“ГИДРОГЕОЛОГИЯ ВА ИНЖЕНЕРЛИК ГЕОЛОГИЯСИ
ИНСТИТУТИ” ДК**

ҚУДРАТОВ АКМАЛЖОН МИРЗАТИЛЛАЕВИЧ

**ОҚАВА СУВЛАРНИ ТОЗАЛАШ УЧУН МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁЛАР
АСОСИДА ЮҚОРИ САМАРАДОР СОРБЕНТЛАРНИ ЯРАТИШ**

**11.00.05 – Атроф-муҳит муҳофазаси ва табиий ресурслардан
оқилона фойдаланиш**

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

Тошкент – 2019

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

Кудратов Акмалжон Мирзатиллаевич

Оқава сувларни тозалаш учун маҳаллий хом ашёлар асосида юқори самарадор сорбентларни яратиш 3

Кудратов Акмалжон Мирзатиллаевич

Создание высокоэффективных сорбентов на основе местных сырьевых ресурсов для очистки сточных вод..... 31

Kudratov Akmaljon

Development of high-performance sorbents based on local raw resources for wastewater cleaning..... 61

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 65

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

**“ГИДРОГЕОЛОГИЯ ВА ИНЖЕНЕРЛИК ГЕОЛОГИЯСИ
ИНСТИТУТИ” ДК**

ҚУДРАТОВ АКМАЛЖОН МИРЗАТИЛЛАЕВИЧ

**ОҚАВА СУВЛАРНИ ТОЗАЛАШ УЧУН МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁЛАР
АСОСИДА ЮҚОРИ САМАРАДОР СОРБЕНТЛАРНИ ЯРАТИШ**

**11.00.05 – Атроф-муҳит муҳофазаси ва табиий ресурслардан
оқилона фойдаланиш**

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

Тошкент – 2019

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2018.2.DSc/K57 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертация иши “ГИДРОИНГЕО Институти” Давлат корхонасида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашвеб-саҳифаси (www.tkti.uz) ва “ZiyoNet” Ахборот-таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Салимов Зокиржон Салимович

техника фанлари доктори, профессор, ЎзР ФА академиги

Расмий оппонентлар:

Кулматов Рашид Анорович

кимё фанлари доктори, профессор

Кулдашева Шахноза Абдулазизовна

кимё фанлари доктори, етакчи илмий ходим

Қодиров Хасан Иргашевич

техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот:

Тошкент давлат техника университети

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология институти хузуридаги DSc.28.03.2018.К/Т.04.02 рақамли илмий кенгашнинг “2” март 2019 йил соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100011, Тошкент шаҳри, Алишер Навоий кўчаси, 32. Тел.: (+99871) 244-79-20, Факс: (+99871) 244-79-17. e-mail: info@tkti.uz).

Докторлик диссертацияси билан Тошкент кимё технология институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумин. (№__ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100011, Тошкент шаҳри, Алишер Навоий кўчаси, 32. Тел.: (+99871) 244-79-20).

Диссертация автореферати 2019 йил “__” _____ куни тарқатилди.
(2019 йил “__” _____ даги №__ рақамли реестр баённомаси).

Ш.А. Муталов

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

Х.Л. Пулатов

Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш котиби, т.ф.н., доцент

А.С. Сидиков

Илмий даражалар берувчи Илмий
кенгаш хузуридаги илмий семинар раиси,
к.ф.д., профессор

КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертациясининг аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда дунёда юқори самарадор сорбентларга бўлган талаб ортиб бормоқда ва уларни олиш учун, табиий органик, ноорганик, айниқса, углеродли ресурслардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Оқова сувлардан оғир металллар ионлари, нефть маҳсулотлари ва бошқа заҳарли компонентларни ажратиб, тозалашда сорбентларнинг аҳамияти катта. Экологик жиҳатдан ҳавфсизлиги, таннархининг пастлиги, қўлланилиши қулайлиги ва кўп марталик регенерация қилиш имкониятининг мавжудлиги туфайли сорбцион материалларга қизиқиш тобора ортиб бормоқда. Шунинг учун бундай сорбентларни яратишнинг янги усул ва технологияларини ишлаб чиқиб, улар ёрдамида оқова сувларни тозалаш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳонда атроф-муҳит муҳофазаси ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланишга бўлган эътибор, талаб этилган таркиб ва структурали сорбцион-ион алмашувчи материалларни яратиш бўйича изланишлар олиб борилмоқда. Бунда оқова сувларни тозалаш учун табиий минералларни модификациялаш ва кўмирларни фаоллаштириб углеродли сорбентларнинг янги самарадор усуллари ишлаб чиқиш, целлюлоза ва полиакрилонитрил (ПАН) асосида кўп компонентли ион алмашувчиларни яратиш мақсадида тадқиқотлар олиб бориб, қаттиқ ғовак структурали, механик мустаҳкам, юқори даражадаги кимёвий, термик ва радиацион турғунликка эга бўлган замонавий сорбцион-ион алмашувчилар муҳим аҳамият касб этади.

Республикамизда маҳаллий ресурслардан оқилона фойдаланиб турли сорбцион-ион алмашувчи материаллар қўллаш билан атроф-муҳитни тозалаш, саноатга жалб қилувчи рационал технологияларини ишлаб чиқиш борасида илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида “ишлаб чиқаришни такомиллаштиришга йўналтирилган сиёсатни олиб бориш, тармоқни сифат жиҳатдан янги даражада ўтказиш йўли билан унинг технологик диверсификациясини ошириш”¹ вазифалари белгилаб берилган. Бунда оқова сувларни тозалаш учун табиий минералларни модификациялаш ва кўмирларни фаоллаштириб углеродли сорбентларга қайта ишлашнинг янги самарадор усуллари ишлаб чиқиш, целлюлоза ва полиакрилонитрил (ПАН) асосида кўп компонентли ион алмашувчиларни яратиш катта илмий ҳамда амалий аҳамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикаси ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси” тўғрисидаги Фармони ва 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон “Ўзбекистон кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда

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

белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларини ривожланишининг устивор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV. «Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи². Оқова сувларни тозалаш учун минерал ва иккиламчи органик ресурслар асосида сорбцион-ион алмашувчи материаллар яратишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ҳамда олий таълим муассасалари, жумладан: Department of Chemical Engineering, Institute of New York (АҚШ), Luxembourg Institute of Science and Technology (Германия), Mexico of Science Attapulcus (Мексика), Fertilizer Research Institute (Польша), The Chemical Society of Japan (Япония), University of Science and Technology (Хитой), Department of Chemistry (Ҳиндистон), National Nanotechnology Center (Таиланд) Department of Chemical Engineering (Иордания), Россия Фанлар академияси умумий ва ноорганик кимё институти, М.В. Ломоносов номидаги Москва давлат университети, Киров номидаги Свердловск политехника институти (Россия), Умумий ва ноорганик кимё институтида (Ўзбекистон) олиб борилмоқда.

Саноат оқова сувларини сорбентлар ёрдамида тозалашга оид жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, куйидаги илмий натижалар олинган: минерал тупроқ гилмояларни физик-кимёвий қайта ишлаб органик таркибли суюқликларни тозалаш учун ноорганик сорбентлар олиш технологияси кимёвий қайта ишланиб, термик ишлов беришдаги ҳароратни пасайтириш йўли билан такомиллаштирилган (Mexico of Science Attapulcus, Мексика); композицион сорбцион-ион алмашувчи материаллар олишда дивинилбензолни модификациялаб, таркибига ионоген-фаол функционал гуруҳларни киргизиш орқали юқори мустаҳкамликка эга бўлган ва сувдаги металллар ионларини селектив тутишга мўлжалланган материаллар олиш технологияси ишлаб чиқилган (Киев, Харьков миллий университетлари, Украина); полиакрилонитрил ва целлюлоза асосидаги катион ва анион алмашиш хусусиятига эга бўлган материаллар олинган ва уларни оқова сувларни тозалашда қўллаш технологияси яратилган (Россия Фанлар академияси Умумий ва ноорганик кимё институти, М.В. Ломоносов номидаги Москва давлат университети, Киров номидаги Свердловск политехника институти, Россия); углеродли, минерал ва органик ресурслар асосида, уларни модификациялаб, таркибига ионоген-фаол функционал гуруҳларни киргизиш орқали сорбцион-ион алмашувчи ва композицион материаллар яратилган (Умумий ва ноорганик кимё институти, Ўзбекистон).

Дунёда оқова сувларни сорбентлар ёрдамида тозалаш бўйича бир қатор, жумладан, куйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда:

²Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи www.km.ru, www.fundamental-research.ru, www.works.doklad.ru, www.dissercat.com, www.api.org ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

ичимлик ва саноат оқава сувлари таркибидаги оғир металл ионларини ажратиш; табиий минераллар ва органик таркибли каркасага ионоген гуруҳларни киритиш механизмларини аниқлаш; ион алмашувчиларнинг янги авлодини яратиш ва уларни оқава сувларни тозалаш амалиётида қўллаш; саноат сувлари таркибидан халқ хўжалиги учун зарур маҳсулотларни қайтариш ва ноёб элементларни концентрлаб, саноат концентрацияси даражасига келтириш истиқболларини кенгайтириш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Илмий-техник адабиётларда сорбцион материаллар кимёвий модификациялаш жараёнлари ва олиш технологиялари, шунингдек оқава сувларни зарарли қўшимчалардан тозалашда танлаб фойдаланиш тўғрисидаги маълумотлар (А.М.Когановский, Ч.Амфлетт, М.М.Дубинин, А.Д.Смирнов, Л.А.Кульский, Б.В.Волков, И.А.Тарковская, Ю.И.Тарасевич, В.Д.Лукин, Э.А.Арипов, Н.В.Кельцев, А.Т.Таджиев, Р.А.Халмухамедова, М.Я.Пулеревиц, Т.В.Сербина, Е.Е.Ергожин, А.М.Акимбаева, В.С.Попов, С.З.Муминов, А.А.Агзамходжаев, С.М.Турабжанов, Р.А.Назирова, Ш.А.Муталов) муҳокама қилинган. Адабиётларда табиий сорбентлар тўғрисидаги маълумотлар мавжуд бўлиб, бироқ уларни экокимёвий асосларга боғлиқ равишда яратиш ва маҳаллий ресурслар асосида сорбцион материалларни танлаб қўллашга бағишланган ишлар йўқ.

Маҳаллий кўмирлар асосида юқори самарадор импорт ўрнини босувчи улеродли сорбентлар яратиш, целлюлоза тутувчи табиий воситаларни ишлов бериб фаоллаштириш соҳасида тадқиқот олиб бориб, карбамид иштирокида целлюлозани фосфор кислотаси билан этерификация реакциясини амалга оширувчи янги технология асосида юқори алмашиш ҳажмига эга бўлган сорбцион-ион алмашувчи материалларини яратиш долзарб вазифа ҳисобланиб, амалиётда ерусти ва ерости сувларни юқори самарадор маҳаллий сорбцион материаллардан фойдаланиб адаптацион тозалаш технологиясини яратишда мақбул шароитларни тадқиқ қилиш имконини яратади.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий ва илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институти ҳамда И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг “Маҳаллий хомашёлардан фойдаланиб керосинни адсорбцион тозалашни ишлаб чиқиш ва саноат тажрибаларини ўтқазиш” (амалий), “Нефтьни қайта ишлаш саноатидаги оқава сувларни тозалаш жараёнида фойдаланиш учун янги, арзон ва самарадор флокулянтни ишлаб чиқаришга қўллаш ва ишлаб чиқиш” (амалий), “Хар хил металл анион ва катионларига янги адсорбцион-ион алмашувчи материалларнинг танланувчанлик қонуниятларининг ўзгариши” (2008-2009 йй.) (фундаментал), “Суяқ чиқиндиларни утилизациялаш ҳамда бир вақтни ўзида ҳам ичимлик ва техник сув олиш” (2009-2011 йй.) (инновацион) лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади оқава сувларни оғир металллардан, радиоактив элементлардан ва нефть маҳсулотларидан тозалаш учун маҳаллий табиий минерал, углеродли ва иккиламчи органик ресурслар асосида юқори

самарадор импорт ўрнини босувчи сорбцион-ион алмашувчи материаллар яратишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

турли структурали ва хоссали сорбцион материаллар олиш учун яроқли бўлган маҳаллий углеродли, минералли ва целлюлоза тутувчи табиий ва иккиламчи ресурсларнинг таркиби ва хоссаларини тадқиқ қилиш;

Ангрен ва Шоргун кўмирларини асосий хусусиятларини тадқиқ қилиш ҳамда улар асосида юқори самарадор импорт ўрнини босувчи улеродли сорбентлар яратиш;

Нурота ва Навбаҳор кони КПТни сорбентлар олиш мақсадида физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш;

бошланғич целлюлоза тутувчи табиий воситаларни фаоллантириб, карбамид иштирокида, фосфор кислотаси билан этерификация реакциясини амалга оширувчи янги технология асосида юқори алмашиш ҳажмига эга бўлган сорбцион-ион алмашувчи материалларини яратиш;

яратилган сорбентларнинг алмашиш ҳажмига ҳарорат, этерификациялаш вақти ва фосфор кислотаси миқдори таъсирини тадқиқ қилиш;

олинган сорбентларни физик-кимёвий хоссаларини замонавий усуллар ёрдамида комплекс тадқиқ қилиш ва ўрганиш;

таркибида радиоактив элементлар тутувчи ерости ва оғир металллар ионларини ҳамда нефть маҳсулотларини тутувчи саноат оқава сувларни юқори самарадор маҳаллий сорбцион материаллардан фойдаланиб танлаб тозалаш технологиясини яратиш вамақбул шароитларни тадқиқ қилиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида минералли (КПТ), углеродли (кўмир), целлюлоза тутувчи табиий иккиламчи ресурслар, ПАН, таркибида радиоактив элементлар тутувчи, оғир металллар ионларини ҳамда нефть маҳсулотларини тутувчи саноат оқава сувлари танланган.

Тадқиқотнинг предмети сорбцион-ион алмашувчи материалларни яратиш ва уларни физик-кимёвий хоссалари тадқиқоти билан боғлиқ бўлган комплекс назарий, амалий масалалар, уларни олишнинг мақбул жараёнлари, шунингдек сувларни сорбцион-ион алмашишли тозалашдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Физик-кимёвий тадқиқотларнинг комплекс аналитик усуллари, термография, сорбцион, ИҚ-спектроскопия, рентген тузилишли таҳлил, математик планлаштириш ва моделлаштириш усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотининг илмий янгилиги куйидагилардан иборат:

илк бор оқава сувларни тозалаш учун мўлжалланган карбонатли палигорскит тупроғи асосидаги сорбентлар яратилган, уларнинг физик-кимёвий хоссаларини бошланғич маҳсулотни кислотали-термик, сувли-термик фаоллаштириш (модификациялаш) га нисбатан боғлиқлиги аниқланган;

кислотали-термик модификациялаш билан карбонатли палигорскит тупроғидаги SiO_2 миқдорининг ортиши олинган сорбентларни термик 850°C ҳарорат ва 5 дақиқа вақт мобайнидаги модификациялашда кристал панжаранинг бузилиши ва карбонатларни парчаланиши билан CO_2 нинг ажралиб

чиқиши, табиий микроструктуранинг ғовакланиши содир бўлиши ва зарур алмашиш ҳажми, зичлик, солиштира юзага эга бўлиши аниқланган;

маҳаллий ўсимлик чикитлари, кўнғир ва тошкўмирлар асосда юқори мутаҳкам, сорбцион-ион алмашувчи хоссага эга бўлган фаолланган кўмирлар (ФК), сульфокўмир ишлаб чиқариш усуллари яратилган;

илк бор алмашиш ҳажми 10 мг-экв/г бўлган целлюлозанинг фосфорли эфири (ЦФЭ) яратилган ҳамда бошланғич целлюлозани ажралишига таъсир қилувчи омиллар, олинган ион алмашувчининг алмашиш ҳажмига ҳарорат, этерификация вақти ва фосфор кислотаси миқдорининг таъсири аниқланган;

илк бор полимер (целлюлозанинг фосфорли эфири ва полиакрилонитрил) матрицанинг сирт фаол марказларининг ўзаро (гетероген) таъсирлашиш табиати ва хоссалари аспекти исботланган;

алмашиш ҳажми 0,1н NaOH бўйича 11,12 мг-экв/г, 0,1н HCl бўйича 3,1 мг-экв/г гача бўлган полиамфолит яратилган;

полиамфолитни турли анион ва метал катионлари, радиоактив элементлар, шунингдек нефть маҳсулотларини нисбатан кичик зичлик даражаси, юқори солиштира юзаси ва бошқа кўрсаткичлар асосий кинетик қонуниятлари ва сорбцияланиш механизмлари аниқланган;

яратилган сорбцион материалларни сувдаги ҳар хил табиатли метал ионлари, радиоактив элементлар ҳамда нефть маҳсулотларига нисбатан селективлиги аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

маҳаллий КПТни кислотали-термик, сувли-термик модификациялаб сорбентлар олинишининг технологияси ишлаб чиқилган;

КПТ асосидаги сорбентларнинг физик-кимёвий хоссалари кислотали-термик, сувли-термик модификациялашга нисбатан боғлиқлиги, таркибидаги SiO₂ миқдори жиддий ўзгариши билан ундан оқова сувларни тозалаш учун фойдаланиш ва бунда минерал ғовак структурасини самарали сорбциялаш ечими ишлаб чиқилган;

ЦФЭ ион алмашувчини яратишда бошланғич целлюлозани ажралишига таъсир қилувчи омиллар, олинган ион алмашувчининг алмашиш ҳажмига ҳарорат, этерификация вақти ва фосфор кислотаси миқдорининг таъсири инобатга олиниб, технологияси ишлаб чиқилган;

маҳаллий ўсимлик чикитлари, кўнғир ва тошкўмирлар асосда юқори мустаҳкамликка, сорбцион-ион алмашувчи хоссага эга бўлган ФК, сульфокўмир ишлаб чиқариш технологиялари ишлаб чиқилган;

оқова сувдаги металл катионлари ва анионлар, радиоактив элементларни тутишда алмашиш ҳажми 10 мг-экв/г га тенг бўлган ЦФЭ ҳамда у билан ПАН сополимери асосида полиамфолитларни ишлаб чиқиш ва ундан фойдаланиш истиқболи баҳоланган;

“Муборак ГҚИЗ” УҚда оқова сувларни нефть маҳсулотларидан тозалаш учун маҳаллий хомашё асосида олинган сорбент, Ангрен кўмири асосидаги Ангрен фаолланган кўмир-1 (АФК-1) ва донадор фаолланган кўмир-2 (ДФК-2) сингари юқори самарадор сорбентлар таклиф қилиниб, улардан фойдаланиш технологик ечимлар ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги фойдаланилган кимёвий (аналитик кимё) ва физик-кимёвий (рентгенфаза, термик, ИҚ-спектроскопик) таҳлил натижалари орқали тажрибалар, қўйилган вазифаларнинг тўғрилиги, математик ҳисобларнинг аниқлиги билан тасдиқланган назарий ва тажриба-саноат қурилмаларида синовдан ўтганлиги билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти сувларни тозалаш учун Ангрен, Шоргун кўмири, Нурота ва Навбаҳор кони КПТ, целлюлоза тутувчи ва иккиламчи ресурслар асосида, талаб этилган ғовак структурали фаолланган кўмир ва сорбцион-ион алмашувчи материаллари яратишдаги кислотали-термик, сувли-термик фаоллаштириш (модификациялаш) га нисбатан боғлиқлиги ва уларни турли анион ва метал катионлари, радиоактив элементлар, шунингдек нефть маҳсулотларини нисбатан кичик зичлик даражаси, юқори солиштира юзаси ва бошқа кўрсаткичлар асосий кинетик қонуниятлари ва сорбцияланиш механизмларини аниқлаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти Ангрен, Шаргун кўмири, Нурота ва Навбаҳор кони КПТ, целлюлоза тутувчи ва иккиламчи ресурслар асосида, талаб этилган ғовак структурали фаолланган кўмир ва сорбцион-ион алмашувчи полиамфолит материаллар синтези, уларнинг технологияларини яратиш ҳамда оқова сувлардан зарарли қўшимчаларни ажратишда фойдаланишдан, олинган юқори самарадор ионалмашувчи сорбентларни соноат оқова сувларидаги металл катионлари ва анионлар, нефть маҳсулотлари ва радиоактив элементлардан тозалашда қўлланилиши, ерости сувларидан нодир элементларни концентрлаш ва уларни олинишидаги саноат концентрациясига яқинлаштиришда ва экологик ҳолатни яхшилашда фойдаланишда хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Оқова сувларни оғир металллардан, радиоактив элементлардан ва нефть маҳсулотларидан тозалаш учун маҳаллий табиий минерал, углеродли ва иккиламчи органик ресурслар асосида юқори самарадор импорт ўрнини босувчи сорбцион материаллар яратиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

палигорскит асосида сорбент олиш усулига Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг ихтиро патенти олинган (№ IAP 03043, 2006 й.). Натижада оқова сувларни оғир металл ионларидан тозалашда қўллаш мумкин бўлган сорбент олиш имконини берган;

оқова сувларни нефть маҳсулотларидан босқичма-босқич тозалашнинг янги технологияси “Муборак ГҚИЗ” УҚда амалиётга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш давлат қўмитасининг 28 май 2018 йилдаги 03-03/2-2635-сон маълумотномаси). Натижада юқори самарадор сорбентлардан фойдаланиб, сувни нефть маҳсулотларидан тозалашнинг биринчи босқичида 70-80% дан юқори бўлиши ва иккинчи босқичида 100% гача ортиши имконини берган;

техник йод олишда ерости саноат сувларни нефть маҳсулотларидан тозалаш технологияси “Бухоро-йод” МЧЖда амалиётга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Геология ва минерал ресурслар давлат қўмитаси-

нинг 28 май 2018 йилдаги 04/10-сон маълумотномаси). Натижада маҳаллий сорбентлар ёрдамида сувларни нефть маҳсулотларидан тозалаб, технологиядаги машина ва жихозларни иш унумдорлигини ортиши имконини берган;

атроф-муҳитни муҳофаза қилиш бўйича назарий ва технологик ишланмалари “ГИДРОИНГЕО институти” ДКда бажарилган илмий тадқиқот ишларида амалиётга жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Геология ва минерал ресурслар давлат қўмитасининг 28 май 2018 йилдаги 04/10-сон маълумотномаси). Натижада ер ости сувларидан оғир металл ионлари, радиоактив элементлар ва нефть маҳсулотларини ажратиш олишда маҳаллий, юқори самарадор сорбцион материаллардан фойдаланиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 12 та халқаро ва республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 48 та илмий иш чоп этилган, шулардан, 1 та монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 21 та мақола, жумладан 19 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган ҳамда 1 та ихтирога патент олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, олтита боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 215 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

Диссертациянинг **“Оқава сувларни сорбцион усулда тозалаш учун табиий ресурсларни модификациялашнинг муаммолари, ютуқлари ва истиқболлари”** деб номланган биринчи бобида табиий ва оқава сувларни тозалаш учун кўмир, табиий минераллар, целлюлоза тутувчи ва иккиламчи ресурслар асосида сорбцион-ион алмашувчи сорбентлар кимёвий структураси ва хоссасини ўрганиш, олиш соҳасида назарий ва экспериментал тадқиқот материаллари бўйича илмий-техникавий адабиёт ва қўлланмалар шарҳи келтирилган. Табиий ва иккиламчи материалларни олиш ва уларни қўллаш мақсадида кимёвий модификациялашнинг ҳар хил усуллари, шунингдек сувни тозалашда сорбциялаш ва ион алмашишнинг амалий муаммолари муҳокама қилинди. Минералларнинг специфик ва ноёб кимёвий хоссалари, уларни ҳар хил турдаги моддалар билан модификациялаш имкониятлари

технология ва экологиянинг муҳим муаммоларини тўлиқ ечишга қаратилган кейинги тадқиқотларни ривожланишини тезлаштиради.

Адабий таҳлилларни тадқиқ қилиш модификацияланган ва берилган кимёвий хоссали ҳамда структурали ФК олиш жараёни бўйича тўла маълумотлар беради. Олинган илмий-амалий натижалардан келиб чиқиб, янги ФК олишнинг юқори самарадор технологик жараёнларини ишлаб чиқиш юқори даражада муҳимлиги ҳақида хулоса қилиш мумкин. Бу соҳада, айниқса Ангрен ва Шоргун қўнғир кўмирлари асосида сорбцион-ион алмашувчи материаллар яратиш катта қизиқиш уйғотади.

Янги сорбцион-ион алмашиш материалларини танлаш ва таҳлил қилишга қаратилган мақсадли муаммоларни ечиш ҳам иқтисодий, ҳам атроф-муҳитни муҳофаза қилиш томонидан ниҳоятда муҳимдир.

Иккиламчи хомашё захираси ҳисобига (айниқса, қаттиқ чиқиндилар) целлюлоза тутувчи сорбентлар яратиш учун иккиламчи қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қайта ишлаш масаласига комплекс ёндашув сорбцион материаллар яратиш учун муҳим аҳамиятга эгадир.

Олиб борилган таҳлиллар асосида тадқиқот мақсади ва вазифалари шакллантирилди.

Диссертация ишининг “**Хом ашё ресурслари ва сорбентларнинг физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш**” деб номланган иккинчи боби тадқиқот ишларини олиб боришда қўлланиладиган хомашё ресурслари ва сорбентларнинг физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилишга бағишланган.

1-жадвал

**КПТ нинг минерал таркиби ва алмашувчан ҳажми
(мг-экв/100 г тупроқга нисбатан)**

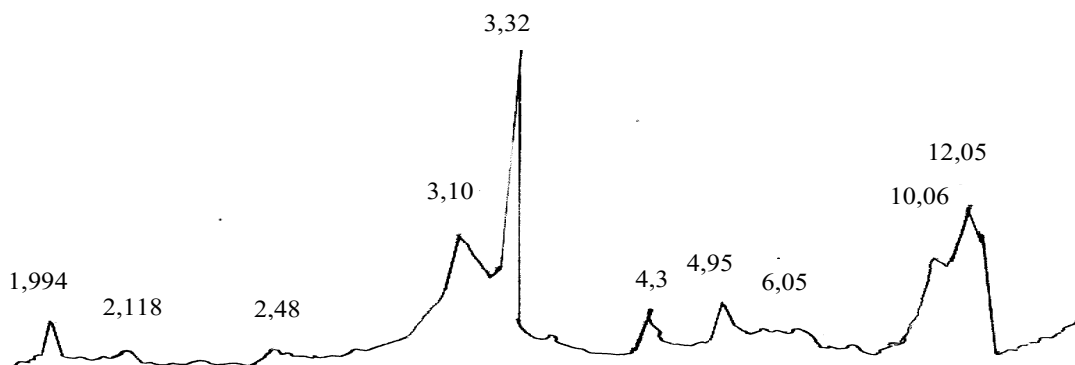
Тупроқнинг минерал таркиби	НСО ₃ ⁻	Са ²⁺	Мg ²⁺	Na ⁺	К ⁺	Умумий алмаши- ниш ҳажми
ММТ, палигорскит, гидрослюда, кварц, кристобалит	-	2,37	12,38	60,0	0,74	75,49
ММТ, палигорскит, гидрослюда, кварц	0,50	10,0	20,50	31,3	0,85	54,34
ММТ, палигорскит, гидрослюда	0,63	11,0	18,50	23,3	0,91	63,15
ММТ, палигорскит, гидрослюда, кварц, кристобалит	0,75	6,50	12,50	23,2	0,66	43,61
ММТ, палигорскит, кварц	0,50	11,0	25,50	2,60	1,46	41,06
ММТ, палигорскит, гидрослюда, кальцит	1,00	9,00	7,00	4,25	0,91	22,16
Палигорскит, кальцит, ММТ	2,00	5,70	11,40	13,6	0,50	33,20
ММТ, палигорскит, кальцит	1,00	6,50	10,54	14,4	0,80	33,24
ММТ, палигорскит, гидрослюда, кварц	0,75	11,6	18,60	24,7	0,70	56,35

КПТ таркибига монтмориллонит (ММТ), палигорскит, кальцит ва гидрослюдалар киради. Тупроқли минералларнинг ягона структурали элементи иккита зич қадоқланган кислород атомлари ёки гидроксил гуруҳларининг қатламларидан ташкил топган бўлиб, уларнинг орасида октаэдрик координацияда Al, Fe и Mg атомлари жойлашган. Бу атомлар кислород ёки гидроксил гуруҳларидан тенг масофадаги узоқликда жойлашган. Бундан ташқари, кремнийкислород тетраэдрлар структураси мавжудлиги кузатилади. Гиллар Si₄O₆(OH)₄ қатламини ҳосил қилувчи ва чексиз такрорланувчи гексагонал

тўрлар шаклида жойлашган. КПТ минералларидаги бузилган боғ минерал таркиб бўйича, сўзсиз ион алмашувчи ҳажм ҳосил бўлиш сабабларидан бири ҳисобланади (1-жадвал). КПТ юқори ион алмашиш ҳажмига эга бўлиб, уни ҳар хил суюқликларни ҳаёт учун ҳавфли бўлган қўшимчалардан ва ионлардан тозалаш учун тавсия қилиш мумкин.

Таъкидлаш жоизки, юқорида КПТга нисбатан ион алмашиш механизмига тегишли бўлган ҳолатлар сувни зарарли қўшимчалар, захарли компонентлар ва радиоизотоплардан тозалаш жараёнида сорбцион қобилияти ва ғоваклик кўрсаткичларини баён қилишда равшанлашади. Ион алмашиш жараёнида асосан Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Na^+ , K^+ катионлари қатнашади. Дастлабки КПТ оч кулранг бўлиб, қуритилаётган пайтда оқариб қолади, гипсланмайди ва шунинг учун коллоидаллик даражаси 31% ни ташкил этади.

Кремнеземнинг молекуляр оғирлигининг уч валентли метал оксидлари умумий молекуляр оғирлигига нисбати КПТда 4,5 дан 7,6% гача бўлиши тасдиқланди. КПТ асосида сорбентлар олиш мақсадида яратиладиган технологияда намуна кислотали ишлов беришдан олдин шарли тегирмонда 0,25-0,5 мм фракцияли майдаликда янчилиб, кейин эса кислота билан 90°C да 2 соат давомида аралаштирилиб ишлов берилди. КПТ намуналари дистилланган сувда нейтрал реакциягача ювилиб, 0,25-0,5 мм ўлчамгача бўлган заррачалар шаклига келтирилди. Намуналар 110°C да 4 соат давомидаги қуритишдан кейин 350°C да 3 соат давомида термик ишловга берилди ва керакли майдалик даражасигача майдаланди.



1-расм. Навбахор кони КПТ дифрактограммаси

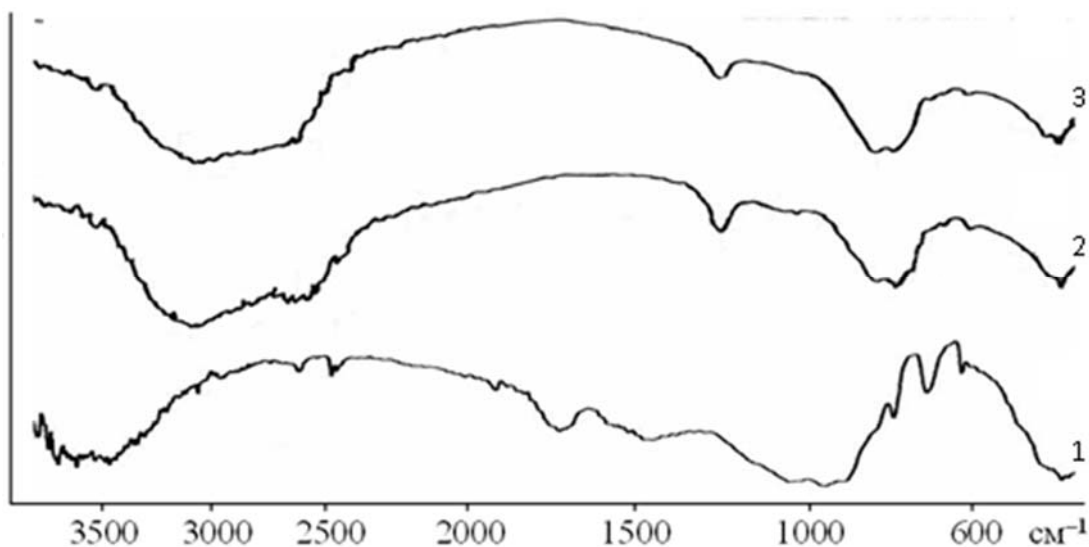
Дастлабки КПТнинг ўтказилган рентгенструктурали тадқиқотлари 10,4-10,5; 6,35; 5,42; 3,83; 3,67 Å ва ММТ эса 12,0; 4,49; 3,19 Å рефлекслари билан тавсифланади (1-расм). Таркибидаги кальций миқдори 10% дан кам бўлган хомашё 3,02; 2,49; 2,09; 1,91; 1,87 Å базал рефлекслар билан аниқ белгиланиб туради. Агарда жинсда карбонат минерали ортиб борса, бир вақтни ўзида палигорскитнинг ҳам миқдори ортиб боради.

Янги турдаги сорбентлар рентгенструктурали таҳлили кучли кислота ва термик фаоллаштириш билан олиб борилган модификация жараёнида палигорскит кристал структурасининг қисман бузилиши содир бўлишини кўрсатади ва натижада унинг рентгенли дифрактограммасининг базалли акси қисман билиниб қолади. Бундан ташқари, дастлабки тузлар ва улар асосидаги маҳсулотлардан фарқли мос равишдаги дифрактограммаларга тегишли

бўлган янги кристал структуралар ҳосил бўлишига сабаб бўлувчи кальций карбонатнинг қисман декарбонизацияси кузатилди.

Сорбентларни олишида ундаги структуравий ўзгаришлар содир бўлиши, яъни КПТни фосфор кислотаси билан ишлов берганда $3519-3100\text{ см}^{-1}$ да аниқланган частоталар сув ва фосфор кислотасининг О-Н боғи валент тебранишига мос келиши ИҚ-спектроскопик усуллар ёрдамида кўрсатилди (2-расм).

$1500-1200\text{ см}^{-1}$ оралиғида топилган чизиклар фосфор кислотасининг $\text{P}=\text{O}$ боғли валент тебранишига тўғри келади. ИҚ-спектрининг $1638-1640\text{ см}^{-1}$ да кузатилган частоталар сув молекуласи ва фосфор кислотасининг гидроксил гуруҳи О-Н боғининг деформацион тебранишларига тегишли деб ҳисоблаш мумкин. $1100-850\text{ см}^{-1}$ да топилган частоталар фосфор кислотасининг О-Р-О боғи валентли тебранишларига тўғри келади. $650-400\text{ см}^{-1}$ да кузатилиб келинаётган частоталар О-Р-О боғи деформацион тебранишларига келади ва, ниҳоят, $1050\text{-}^{\text{v}3}$, $800\text{-}^{\text{v}1}$, $625\text{-}^{\text{v}4}$ ва $500\text{-}^{\text{v}2}\text{ см}^{-1}$ спектрларга мос келувчи частоталар кремний оксиди $[\text{SiO}_4]^{4-}$ валент тебранишларини тавсифлайди.



1 –дастлабки КПТ; 2 – 10%-ли H_3PO_4 билан ишлов берилган КПТ;
3 – 5%-ли H_3PO_4 билан ишлов берилган КПТ.

2-расм. Дастлабки ва ишлов берилган КПТ нинг ИҚ-спектрлари

Шундай қилиб, ИҚ-спектр тадқиқот натижалари асосида КПТни 5% ва 10% кучсиз кислота билан ишлов бериш структурага сезиларли таъсир этиши билан кремний ва палигорскит миқдори ортганлиги маълум бўлди. ИҚ-спектроскопик, рентгенографик ва бошқа физик-кимёвий тадқиқот натижалари асосида хулоса қилиш мумкинки, кислоталар таъсирида фаоллашадиган намунадан метал ва сув ионлари ажралиб чиқиши ва йирикроқ ўлчамдаги молекулалар кириб жойлашиши учун катта ўлчамдаги ғоваклар ҳосил бўлади.

КПТнинг термик тавсифларини тадқиқ қилишда намуналарни дифференциал-термик таҳлил (ДТТ) эгри чизикда эндотермик чўкки тафсилотлари фаркланиб турибди. Ҳарорат 900°C гача кўтарилишида $830-880^\circ\text{C}$ ҳароратдаги эндотермик чўкки карбонат минералларининг диссоцияланиши

ва CO₂ ажралиб чиқиши билан боғлиқдир. Масса йўқотилиши (TG) кўрсатилган оралиғда 30% га етади. Таъкидлаш жоизки, буғнинг сорбцияланиш даражасига ички фаол юза (кимёвий ва геометрик жиҳатдан бир жинсли бўлмаган, яъни S_{col} катталик, сорбент ғовакининг ўлчами ва хоссаси) сезиларли таъсир кўрсатади. 2-жадвалда 1- ва 2-намуналар сув буғларини 293°K да сорбцияланиш изотермаларини таққосланган натижалари келтирилган.

2-жадвал

Сорбентларнинг ютиш хоссалари

Сорбентлар	Моноқатлам ҳажми, моль/кг	Солиштирма юза, м ² /кг	Чегаравий ютилиш, моль/кг	Чегаравий ютилиш ҳажми, м ³ /кг
1	4,81	319	20,2	0,364
2	0,51	134	8,11	0,146

1-намуна КПТни сульфат кислота эритмаси билан ишлов беришда олинган бўлса, 2-намуна эса КПТни дистилланган сув билан ювиб, кейин 350°С ҳароратда 3 соат давомида термик ишлов қилиб олинган.

Тажриба олиб боришнинг биринчи варианты бўйича (1-намуна) сорбентнинг қисман мезо- ғоваклар ошиб боришига ва сув буғлари ютилиши (Q , моль/кг) ортиб боришига олиб келувчи оксидларнинг қисман эриши содир бўлади. Изотермаларда энг кам нисбий босимга (P/P_s) борадиган гистерезис тугунаклари пайдо бўлади. Нисбий босим 0,9 дан катта бўлганда сорбент заррачаларининг сув билан яхши намланиши сабаб сорбцион ва десорбцион эгри чизиқлар мос келади.

3-жадвал

КПТ асосидаги сорбентларнинг физик-кимёвий, механикавий ва технологик хоссалари

Намуналар	Янчилишга бўлган механик мустаҳкамлик, кПа	Ютилувчанлик, масс.%		Сувдан уранни ушлаб қолиши, %	Тайёр маҳсулотнинг чиқиш унуми, %	Солиштирма юза, м ² /г
		Сув	Мой			
1	3,86	230,6	202,0	98,9	92	134
2	3,20	233,8	205,2	99,2	88	319

КПТни қиздиришда (термик ишлов беришда) мезо- ва микроғоваклар намликдан ҳоли бўлади. Натижада намуна ҳар хил ноорганик модда молекулаларини ютиш хоссасини номоён қилади. Тажриба йўли билан аниқландики, КПТни 400°С гача қиздиришда унинг цеолит каналлари микроструктуралар сезиларли ўзгариши сабаб қисқаради ва КПТни якуний босқичдаги структурасининг шаклланиши 450-500°С да тугайди. P/P_s нинг барча оралиқларида сувнинг 1-намунадаги ютилиши 2-намунадагига нисбатан сезиларли юқори бўлиши аниқланди. 1-намунанинг солиштирма юзаси 2-намунанинг солиштирма юзасидан 3,4 марта катта бўлиб, чегаравий ютилиш ҳажми V_s , эса мос равишда 2,5 марта юқоридир. Кўрсатиш жоизки, КПТ асосидаги сорбент намуналарнинг таъкидлаб ўтилган кўрсаткичлардан ташқари қуйидаги

физик-кимёвий, механикавий ва бошқа хоссалар ҳам мавжуд (3-жад.): янчишга бўлган механикавий мустаҳкамлик 3,86 кПа ва 3,20 кПа; солиштирма юза мос равишда 319 ва 134 м²/г; сув бўйича ютилувчанлик 230,6 ва 233,8 масс.%; мой бўйича ютилувчанлик 202,0 ва 205,2 масс.%; сувдан уранни ушлаб қолиш қобилияти 98,9 ва 99,2% ҳамда маҳсулот чиқиш унуми 92 ва 88% га тенг.

КПТдан олинган сорбент намуналарининг сувни радиоактив ифлосланишдан тозалаш ЎзР ФА Ядро физикаси институтида, ерости саноат сувларини оғир, қимматбаҳо метал ионлари, шунингдек оқова сувларни нефть маҳсулотларидан тозалаш ишлари “Гидроингео институти” ДКда тажриба-саноат синовларида юқори савияда ўтказилди.

Ангрен кўмири асосида Ангрен фаолланган кўмир-1 (АФК-1) маркасидаги кўмир олинди (4-жад.).

ФКнинг Ангрен донадор ФК-2 (АДФК-2) ни олишнинг госсипол смоласи (ГС) ва кўнғир кўмирнинг аралашмасидан фойдаланиб, лаборатория шароитларида кўп маротаба синовдан ўтказилган технологияси ишлаб чиқилди.

4-жадвал

АФК-1 маркали ФК нинг физик-кимёвий тавсифлари

Кўрсаткичлар номи	АФК-1 учун меъёр
1. Ташқи кўриниш	Қора рангли майин кукн бўлиб, ташқаридаги қўшимчаларга эга эмас
2. Меласса бўйича сорбцион фаоллик, %, дан кам эмас	100
3. Метилен зангори кўки бўйича сорбцион фаоллик, мг/г, дан кам эмас	225
4. Кул миқдори, %,дан кам эмас	10
5. Намлик миқдори, %, дан кам эмас	10
6. Майдаланиш даражаси, доналар ўлчами: 0,1 мм гача, %	95
0,1 ммдан юқори, %	-
7. Сувда эрувчан кул миқдори, %, дан кам эмас	5
8. Fe ҳисобидаги темир бирикмасининг миқдори, %, дан кам эмас	0,2

Шунингдек, ФК учун ноанъанавий хомашёлар сифатида мевали дарахтлар (ўрик, бодом, ёнғоқ, шафтоли, олхўри ва бошқалар) данаклари, пўчоқлари қўлланилиши мумкин ва айни пайтда улар чиқиндига юборилмоқда.

ФК намуналарининг ғовак структураси шаклланиш жараёнига ҳарорат (300-900°С), вақт (0,5-3 соат) ва фаоллаштиргич (сув буғи) ларнинг таъсири ўрганилган. Тайёр маҳсулот чиқишини ортишига (30% гача) олиб келувчи карбонизация ва сув буғи билан фаоллаштиришнинг мақбул параметрлари ва бир вақтни ўзида микроғовак структура шакли ривожланиши топилган (солиштирма юза $S_{БЭТ}$ 900 м²/г гача).

Янги ФК намуналари физик-кимёвий хоссалари бўйича саноатда фойдаланилаётган (импорт) лар билан бир хил. 2003-2006 йилларда “BOSQON” МЧЖда ўрик, бодом, ёнғоқ данаги пўчоқлари, шунингдек ёғоч танаси асосида донатор ФК (ДФК-2) ва А русумдаги тозаловчи кукунсимон ФК (ФК-А) олиш учун тажриба-саноат ускунаси ишлаб чиқилган. ДФК-2 ва ФК-А олиш учун лойиҳадаги унумдорлик 50 т/йил ни ташкил этади.

5-жадвал

ДФК-2 маркали ФК нинг физик-кимёвий тавсифи

Кўрсаткичлар номи	Меъёр
1. Тақи кўриниш	Механик кўшимчаларсиз бўлган қора тусли зарра
1.Йод сони бўйича сорбцион фаоллик, %, дан кам эмас	34
2. Фракцион таркиб, %: қолдиқнинг тешикчалар диаметрининг ўлчамлари қуйидагича бўлган элакдаги масса улуши: № 3,6 мм, дан кам эмас № 2,8 мм, дан кам эмас № 1,5 мм, дан кам эмас № 1,0 мм, дан кам эмас паддонда, дан кам эмас	0,4 3,0 86,0 10,0 0,6
3. Сидирилишга бўлган мутаҳкамлик, %, дан кам эмас	96
4. Кулнинг масса улуши, %, дан кам эмас	6-8
5. Намликнинг масса улуши, %, дан кам эмас	10
6. Сувдаги ғовақларнинг умумий ҳажми, см ³ /г, дан кам эмас	0,8-1,4
7. Уюмли зичлик, %, не менее	белганмаган

Шунингдек, юқори механик мустаҳкамликка эга бўлган сорбцион қурилмада содалаштирилган жараён билан олинган Ангрен кўмири асосида фаолланган –ион алмашувчи донатор кўмир (сульфоқўмир) олиш усули ишлаб чиқилган. Бунда маҳсулот чиқиши ва олинган маҳсулотнинг сорбцион сиғими ҳамда механик мустаҳкамлиги ортиб борган.

6-жадвал

Сульфокўмирнинг физик-кимёвий тавсифлари

Кўрсаткичлар номи	Бирлик ўлчам	Меъёр
Маҳсулот синфи		
Донатор	мм	0,5-5
Техник таҳлил натижалари		
Умумий намлик	%	20-30
Статик алмашиш сиғими	мг-экв/г	2,4-3,0
Динамик алмашиш сиғими	г-экв/л	250-298
Механик хоссалар		
Уюмли зичлик	г/см ³	0,65-0,75
Янчишга бўлган мустаҳкамлик	МПа	2,95-3,50
Сидиришга бўлган мустаҳкамлик	%	89

Технологиянинг янгилиги 60°C да NaOH нинг 0,1 н эритмасида эриган боғловчи модда сифатидаги ГС нинг қўлланилишидан иборат. Ушбу техно-

логиянинг афзаллиги: жараёнлар қисқартирилган ва олинган сульфокўмирнинг алмашиш ҳажми мавжуд бўлган аналогларига нисбатан юқоридир.

Олинган натижалар шуни кўрсатадики, юқорида кўрсатиб ўтилган параметрлар бўйича юқори механик мустаҳкамликка, яхши ион алмашиш хоссасига (2,4-3,0 мг-экв/г гача), эга ва замонавий стандарт талабларига жавоб бера оладиган сульфокўмирлар олинган (6-жад.).

Сульфокўмир оқава сувларни ишқорий ва оғир металллардан, шунингдек радиоактив элементлардан тозалашда юқори самарадорликка эга. Сульфокўмирнинг қўлланилиш соҳаси: а) марказий иссиқликхоналар; б) “Ўз ЭНЕРГОТаъмирлаш” АЖ; в) корхоналарнинг тозалаш иншоотлари.

Сульфокўмрдан фойдаланишда кутилаётган натижалар: а) марказий иссиқхон қозонхоналарида сувларни сифатли тозалашни таъминлайди; б) техник сувни санитар меъёрларга жавоб берадиган даражада тозалигини яхшилади; в) 1 тонна сульфокўмрдан фойдаланишдаги иқтисодий самарадорлик 2 млн. сўмни ташкил этади.

Шундай қилиб, Ангрен, Бойсун ва Шоргун кўмирлари асосида сорбентлар ишлаб чиқариш катта аҳамиятга эгадир. Уларни саноат миқёсида ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш, чет элдан қиммат нарҳда олиб келтирилаётган сорбентлардан воз кечишга имкон беради.

Ҳозирги пайтда кўпгина экологик муаммоларни бартараф этишда табиий целлюлоза асосида олинган ион алмашиш сорбентлари самарали фойдаланилиб келинмоқда. Барча турдаги ўсимлик хомашёлари таркибидаги -полиангидро- β -D-глюкоза (целлюлоза) асосида олинган кимёвий воситалар катта қизиқиш уйғотмоқда.

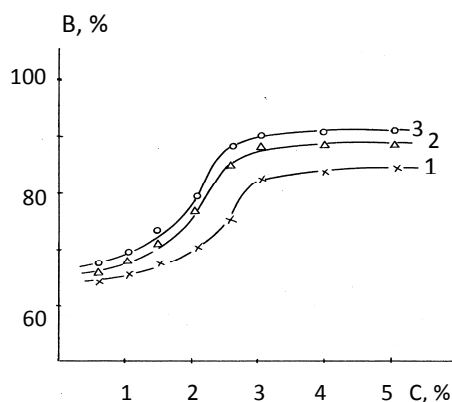
Целлюлоза тутувчи сорбентлар ишлаб чиқариш мақсадида шоли сомони, ўрик ва бодом данаклари пўчоғи, ёғоч қипиғи ва бошқалар олинди. Хомашё фаоллаштирилиши учун керакли майдаликкача туйилди ва яхшилаб аралаштирилган ҳолда NaOH нинг 1% ли эритмаси билан 90-100°C да 30 дақиқа давомида ишлов берилди. Филтрлаш жараёнидан кейин намуналар аралашмаси иссиқ дистилланган сув билан нейтрал реакциягача ювилиб, 105°C да 1 соат давомида қуритилди ва совутилди. Целлюлозанинг кўп миқдори ўрик данаги пўчоғидан (42,5%), бодом данаги пўчоғидан (41%), ёғоч қипиғидан (32,1%), пахта толаси чиқиндисидан (95,6%) ва шоли сомонидан (27,9%) олинган намуналарда учради. Лигниннинг энг юқори миқдори бодом данаги чиқиндисидан 31,5%, ўрикда 29,9%, ёғоч қипиғида 21,2% ва шоли сомонида 20,1%, ва энг кам лигнин миқдори (0,12%) пахта толасида аниқланди. Тадқиқотлар юқорида келтирилган намуналарда осон гидролизланадиган моддалар борлигини кўрсатди.

Ўсимликларнинг ҳар хил турлари асосан бир хил бош компонентлардан ташкил топади. Ўсимликларнинг кимёвий таркибини билган ҳолда уни технологик мақсадларда қўллашга яроқлиги тўғрисида баҳо бериш мумкин.

Сорбентлар ишлаб чиқаришда шоли қипиғидан 80-82% целлюлоза олиш учун натрий ишқорининг 3% ли эритмасидан фойдаланилади.

Тадқиқот натижалари намуналарни лигниндан тозалашда асосий ролни ҳарорат ўйнашини кўрсатди: 80-90°C ҳароратда целлюлоза чиқиши 65-75%

дан ортмайди. Агарда лигниндан тозалаш жараёни 100-105°C да 1 соат давомида олиб борилса, целлюлозанинг чиқиш унуми 80-82% гача ортади (3-расм). Шоли қипиғидан ўрнатилган параметрлардаги целлюлозанинг чиқишини вақт омилига боғлиқлигини аниқлаш лигниндан тозалаш жараёнининг 2-3 соатдан ортиб бориши целлюлозанинг чиқишига сезиларли таъсир этмаслиги кўрсатди.



3-расм. Шоли қипиғидан целлюлоза чиқиш унумининг (В, %) натрий ишқори концентрациясига (С, %) ва ҳароратларга боғлиқлиги: 1-80°C; 2- 90°C; 3- 100°C

Олинган ҳар хил целлюлоза намуналари карбамид иштирокида фосфор кислотаси билан кимёвий таъсир эттирилиб, (этерификация реакцияси) юқори сорбцион-ион алмашиш хоссасига эга бўлган ЦФЭ олинди.

Шоли қипиғи асосида олинган ЦФЭ майдалик даражасига боғлиқ бўлиб (7-жад.), заррачалар қанчалик кичик номинал ўлчамга эга бўлса, сорбентнинг ион алмашиш сиғими ҳам шунча юқори бўлади. Ўлчамлари 1,0 мм қилиб танлаб олинган намуналар этерификация реакцияси ҳароратининг 80°C дан ортиб бориши катион алмашиш сиғимига таъсир этмайди.

Шоли қипиғидан целлюлозани этерификация қилиб олиш учун фосфор кислотасини қўллаш сорбентнинг ион алмашиш хоссаларини яхшилашда сезиларли таъсир этишига имкон беради.

7-жадвал

ЦФЭ олиш жараёни ва ҳар хил майдалик даражасига эга бўлган ион алмашувчи сорбентларнинг статик алмашиш сиғими параметрлари

Целлюлоза – этерификацияловчи аралашма нисбати, г/г	Этерификация ҳарорати, °С	Заррачалар- нинг номинал ўлчами, мм	Фосфор (Р) миқдори, масс. %	Статик алмашиш сиғими 0,1н NaOH бўйича, мг-экв/г
Дастлабки қипиқ	-	1,0	0,02	-
2,9 - 1	80	0,1	13,8	9,0
2,8 - 1	80	0,16	13,0	8,8
2,7 - 1	80	0,25	12,3	8,5
2,5 - 1	80	0,315	11,8	8,2
2,4 - 1	80	1,0	11,5	8,0

Шундай қилиб, кислота қолдиқларига нисбатан целлюлоза гидроксил гуруҳи водородини алмашиш даражасини ўзгартирмай туриб эфир гуруҳи занжирларининг узунликларини ўзгартириш мумкин. Бунда ион алмашиш

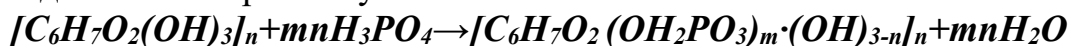
реакциясида қатнаша оладиган протонлар миқдорининг ортиб бориши ион алмашишнинг сорбцион сиғими ҳажмининг катталашшига олиб келади. Реакция олиб бориш шароитига (шимдирувчи ванна таркиби, ҳарорат ва термик ишлов бериш вақти), шунингдек дастлабки хомашё (целлюлоза тури ва майдалик даражаси) боғлиқ равишда таркибида 3,2-11,5% фосфор ва ион алмашиш сиғими 8 мг-экв/г дан катта бўлган материал олиш мумкин.

Таҷрибалар карбамид иштирокида фосфор кислотасини қўллаб ишлов бериш вақтини 30 дақиқагача оширишда, намунада боғланган фосфор миқдори ортиб боришини кўрсатди, яъни этерификация даражаси ортиши билан эфир гуруҳидаги фосфорнинг конденсация даражаси ортиши кузатилади.

ЦФЭ таркибида фосфор 11,5-15,4% оралиғида бўлиб, намуналарнинг статик алмашиш сиғими 3,7-12 мг-экв/г оралиғида, динамик алмашиш сиғими эса 290-300 г-экв/л да бўлиши аниқланди.

Дастлабки шоли сомони, ўрик данаги пўчоғи, ёғоч кипиғи ва улар асосидаги ЦФЭ сорбентлари рентген дифрактограммалари 5,75; 5,6; 4,35; 4,01; 3,1; 2,85 Å да аниқ кўриниб турувчи кристал шакллар билан тавсифланади. Бу эса ЦФЭ микроструктураси аниқ тўғри тартибланган даражага эга эканлигини кўрсатади. Шундай қилиб, хомашёларни NaOH эритмасида ишлаб, карбамид иштирокида фосфор кислотаси билан этерификациялаш, структура элементларини қайта тартиблашуви ва целлюлоза макромолекулаларининг тўғри тартиблашуви даражаси камайишига олиб келади. Олинган маълумотлар намли иссиқлик ишлов бериш ўсимлик целлюлозаси структурасини юқори даражада ғовакланишини тасдиқлайди. Рентгенография усулида олиб борилган тадқиқотлар аналитик усулда олинган натижаларни тўлиқ тасдиқлайди. Ўсимлик целлюлозаси асосида олинган сорбентларнинг термохимёвий хоссалари муҳим рол ўйнаб, бу тадқиқ қилинаётган сорбентларнинг эксплуатацион хоссаларини ҳар хил ҳароратларда баҳолашга имкон беради. Комплекс термохимёвий тадқиқот –дифференциал термик (ДТТ) ва термогравиметрик (ТГ) таҳлиллар натижалари намуналарни тўлиқ тавсифини беради. Шундай қилиб, кимёвий структура ва термик хоссаларни ўрганиш бўйича ўтказилган тадқиқотлар олинган ион алмашувчи сорбентларнинг фосфорни киритиш ва ЦФЭ ҳосил бўлиши ҳисобига оловга чидамли хоссаси мавжудлиги ҳақида хулоса қилади. ЦФЭ синтетик ион алмашувчи сорбцион материаллар билан таққосланганда бир қатор афзалликларга эга: юқори шаклланган фаол юзага, яроқли функционал гуруҳларга, ион алмашишга ва сорбциялаш юқори тезлигига эга эканлиги билан атроф-муҳит мониторингида мақсадли фойдаланиш имкониятини кўрсатади.

Целлюлоза ва фосфор кислотаси орасидаги кимёвий реакция тенгламасини куйидагича тасвирлаш мумкин:



-полиангидро-β-D-глюкоза целлюлозасидаги элементар звенода учта гидроксил гуруҳлар бор, шунинг учун реакция тугаши OH- гуруҳи алмашиши миқдори билан тавсифланади. Шундай кўрсаткичларидан бири *m* гидроксил гуруҳларнинг битта элементар звенода алмашиш даражаси ҳисобланади. Шубҳасиз *m* 0 дан 3 гача ўзгариши мумкин. Аммо айрим ҳолатларда реакция

шароитига боғлиқ битта гидроксил гуруҳининг алмашиши содир бўлади. Шунинг учун қулайлик тариқасида этерификация даражаси тушунчасидан фойдаланиш қабул қилинган. Этерификация даражаси деб гидроксил гуруҳининг 100 -полиангидро- β -D-глюкозидли қолдиқ бўйича алмашиш сонига айтилади. Шу сабаб, γ -0 дан 300 гача ўзгаради, яъни алмашиш даражаси қанчалик катта бўлса, сорбентнинг алмашиш сиғими шунча юқори бўлади.

Ион алмашувчи материалларни микроғоваклигини суюқликларни буғини ютиши усули билан баҳолаш мумкин. Бошланғич майдаланган ўрикбодом пўчоқлари, шоли поҳоли, дарахт қипиғи ва улар асосидаги катионитларни сув буғини ютиши бўйича натижалар олинган (8-жад.). Целлюлозали материаллар билан суюқлик буғлари таъсирлашаганда аниқловчи фактор сорбция ҳисобланади, яъни целлюлоза хажми бўйича буғларни ютилиши.

8-жадвал

25°C да сув буғларини ютилиши ва сорбентларни сорбцион хоссалари

Намуналар	Сорбцион хусусияти, X_m , г/г	Солишитирма юза, $S_{уд}$, м ² /г	Ғовакларни суммар хажми, W_0 , см ³ /г	Ғовак радиуси, r_k , Å
Ўрик пўчоғи (бошл.)	0,0188	66,082	0,100	30,2
Ўрик пўчоғи (ЦФЭ)	0,0222	78,114	0,125	32,0
Бодом пўчоғи (бошл.)	0,0205	72,068	0,150	41,6
Бодом пўчоғи (ЦФЭ)	0,0189	66,560	0,103	30,9
Шоли поҳоли (бошл.)	0,0137	48,135	0,190	78,9
Шоли поҳоли (ЦФЭ)	0,0095	33,425	0,320	191,4
Дарахт қипиғи (бошл.)	0,0171	60,106	0,096	31,9
Дарахт қипиғи (ЦФЭ)	0,0028	9,97	0,480	962,8

Кўринадикки, барча олинган целлюлозали материаллар турли даражада сув буғини ютиш қобилиятига эга. Бошланғич целлюлоза ва унинг асосидаги эфирларининг сув буғини ютиш изотермалари деярли ўхшаш. Агарда, ушбу сорбент намуналарни қайси бирида гидроксил гуруҳлари бўлса, водород боғи орқали боғланиш сорбентга таъсир қилиб, сорбат-сорбент таъсирлашиши кучайиб боради. Кўринишича бу итарилиш кучларини миқдори ортишига олиб келади ва намуналар сорбция изотермаси II-типга мансуб ҳисобланади. Намуналарнинг тўйиниши сорбентни барча юзаси бандлигини кўрсатмай, унинг микроғоваклари тўлганлигини кўрсатади.

Шундай қилиб, иккинчи бобда Нурота кони КПТ, Ангрен кўмири ва целлюлоза тутувчи ўсимлик хомашёси асосидаги целлюлозадан ташкил топган сорбентларни синтези, уларнинг физик-кимёвий, сорбцион-ион алмашиш хоссаларини ўрганиш бўйича тадқиқот ишлари келтирилган.

Диссертация ишининг **“Табиий ва иккиламчи маҳаллий хомашё ресурслари асосида юқори самарадор сорбентлар олиш технологияси”** деб номланган учинчи бобида оқова сувларни тозалаш учун КПТ, целлюлоза тутувчи чиқиндилар, ҳамда ЦФЭ ва ПАН асосидаги полиамфолит сорбентлар олишдаги тадқиқот натижалари, ҳамда уларни шлаб чиқишга оид технологиялар яратилган.

Кимёвий ишлов беришдан кейин КПТ (КПТ:сув ёки кислота эритмаси 1:3,5-4,0 нисбатда) 30 дақиқа тиндирилади, ундан кейин сув тўкиб юборилади ва 30-35% намликдаги пастасимон масса филерали шнек-прессловчи механизмга узатилади. Цилиндрик кўринишдаги 8-10 мм диаметрли паста қуритиш аппаратида 100-105°C да 60-65 дақиқа давомида қуритилади.

9-жадвал

Сорбентнинг физик-кимёвий тавсифлари

Кўрсаткилар номи	Меъёрлар
1. Ташқи кўриниш, ранг	Оч жигаррангдаги доначалар
2. Ҳид	Ҳидсиз
3. Майдалиқ даражаси: масса улуши, % (мм);	
масса улуши %, 0,25 мм	30
масса улуши %, 0,315 мм	30
масса улуши %, 0,5 мм	20
масса улуши %, 1,0 мм	10
масса улуши %, 1,5 мм	9,5
масса улуши %, 2,0 мм	0,5
4. Сорбентнинг сувда эримайдиган қисмининг масса улуши, %.	100
5. Уюрмавий оғирлик, г/см ³	0,54-0,56

Массанинг термик фаоллашуви трубкали печда 850°C да 6-7 дақиқа давомида ўтказилади. Сўнгра майдаланади ва элакдан ўтказилиб, майда фракция (0,25 мм дан кичик) алоҳида олиниб, сувни нефть маҳсулотларидан коагуляцияли тозалаш учун тайёр маҳсулот сифатида фойдаланилади. Тайёр маҳсулот махсус полиэтилен копларга қадоқланади (9-жад.).

Ишлаб чиқариш аналитик назорати маҳсулот сифатининг муҳим критерийлари бўйича олиб борилади, яъни фракцион таркиб ва ҳажмий масса бўйича. Яратилган технология КПТ асосида оқава сувларни тозалашда, шунингдек қазиб олинаётган дастлабки нефть ва нефть маҳсулотларини ҳамда газоконденсатларни механик қўшимчалардан ва сувдан таркибни турғунлаштириш мақсадида сорбентлар ишлаб чиқаришга имкон беради. Сорбентларда оқава сувлардаги қўшимчаларни ютиши, шунингдек, сувни тозалаш пайтида радиоактив элементларни сорбциялаш қобилияти аниқланган.

ЦФК синтезининг асосий технологик босқичлари: реакторга хомашё ва реагент тайёрлаш, дисперс массани фаоллаштириш ва филтрлаш, фаоллашган массани ювиш, қуритиш, фаолланган ва қуриган хомашёни ҳамда этерификацияловчи реагентларни реакторга юклаш, дисперс массани ортиқча этерификация аралашмаларидан филтрлаш, этерификация натижасида олинган ЦФКни ювиш, филтрлаш, уни кондицион массагача қуритиш ва тайёр маҳсулотни қадоқлаш.

Майдаланган целлюлоза 15% ли натрий ишқори билан (ванна модули 1:10) фаоллаштирувчи аппаратда 90-105°C да 2 соат давомида аралаштириб турилади. Кейин аралашма нейтралланади, филтрланади ва олинган масса 100-105°C да 1 соат давомида қуритилади этерификацияловчи реакторда, этерификацияловчи реагент билан 25-45°C да 30 дақиқа давомида аралашти-

рилади. Реактордаги целлюлоза:этерификацион аралашма нисбати 1:3 га тенг бўлиши талаб этилади. Этерификация жараёнидан кейин аралашма филтрлаш ускунасида ажратилади. Целлюлозали масса этерификацияловчи аппаратга жараён $80\pm 5^\circ\text{C}$ да 30 ± 5 дақиқа давомида бориши учун узатилади.

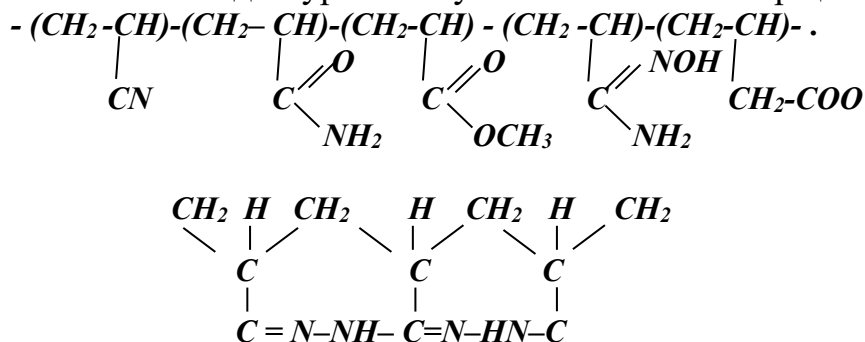
Ишлаб чиқаришнинг аналитик таҳлили маҳсулот сифат кўрсаткичлари: -статик алмашиш сифими, мг-экв/г; динамик алмашиш сифимининг регенир- ланадиган модданинг ўрнатилган сарфи, мг-моль/л; донадор таркиби, %; - сувнинг масса улуши бўйича олиб борилади.

Шундай қилиб, ўзида полидисперс материални: ташқи кўриниши - доналар ранги оч жигарранг; алмашиш сифими - 8,0-11,5 мг-экв/г; -дисперс даражаси - 0,5 дан 1,25 мм гача - 65%; 1,25-10 мм дан юқори - 25%; -0,5 мм дан юқори бўлмаган 10%; - 0,7 мм дан юқори -10-15%; - 0,25 мм дан кам -5% дан кўп эмас; -зичлик $-1,285 \text{ г/см}^3$; -бўкиш -239-275%, намоён қилган шולי қипиғи асосида юқори алмашиш сифимига эга ЦФК маркали сорбцион-ионалмашувчи олишнинг янги технология ишлаб чиқилган. Олинган ЦФК ерости ва саноат оқава сувларини радиоактив элементлардан, оғир метал ионларидан ва захарли компонентлардан тозалаш учун мўлжалланган.

ЦФКни олишнинг этерификация жараёни шароитини мақбуллаш учун тажрибада Бокс-Уильсон математик режалаштириш усули қўлланилди. Шу мақсадда олинган тажриба натижалари асосида этерификация жараёнига таъсир қилувчи асосий омиллар топилган. Бунда қурилмада ҳар хил омиллар ўзгаришидан содир бўлувчи жараённинг айрим қонуниятлари аниқланган. Қурилманинг ишлаш принципи саноат технологиясига мос келган ва этерификация даражасини максимал таъминлаб берадиган шароитлар: фосфор икслотаси -28 масс.%, карбамид -42 масс.%, сув -30 масс.% (этерификация- ловчи аралашманинг умумий массасидга нисбатан) топилган. Этерификацияловчи аралашма ва целлюлоза нисбати (ванна модули) 3:1.

Сорбцион материалларни яратишнинг истиқболли йўналишларидан бири ҳар хил кимёвий структурали ва хоссали юқори молекуляр бирикмалар олиш ҳамда макромолекулаларда кимёвий ўзгаришлар ҳисобланади. ПАН асосидаги полимерлар алоҳида аҳамият касб этади. Шундай қилиб, нитрил гуруҳларнинг полиминералогик ўзгаришлари сорбцион-ион алмашувчи материалларни олиш учун муҳим аҳамиятга эга. Масалан, хлорид кислота билан нейтралланган гидроксилламиндан оксим гуруҳлар пайдо бўлади.

Шуни таъкидлаш керакки, макромолекулада карбамид гуруҳларининг ҳам ҳосил бўлиши имконияти бундан мустасно эмас. Шундай қилиб, оксимланиш натижасида мураккаб тузилишли сополимер ҳосил бўлади:

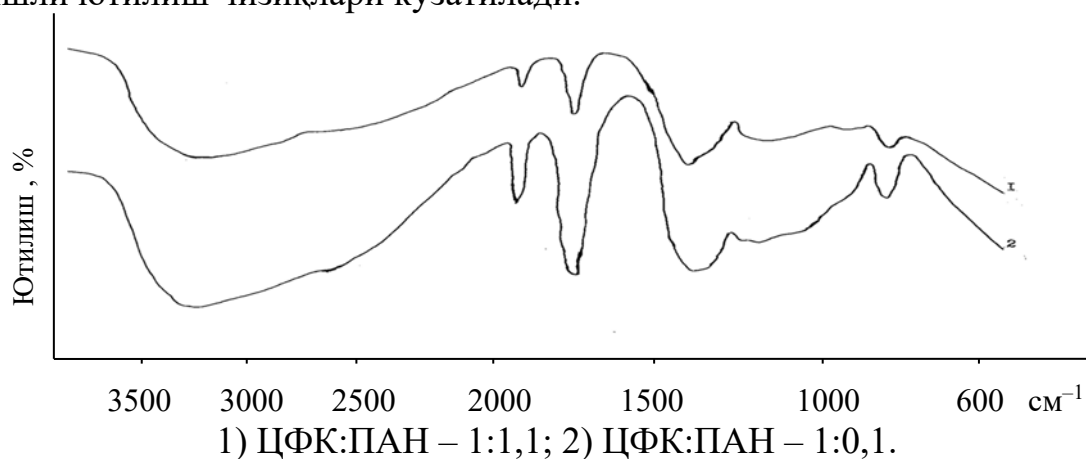


Молекулалараро боғларнинг циклланиши ва қўлланилиши юқоридаги схема бўйича полимер тўрлар пайдо бўлишига ёрдам беради:

ЦФК кўринишидаги сорбентлар, шубҳасиз, иккинчи компонент сифатида ПАНнинг модификацияланган анион алмашувчи циклли полимер тўрнинг таркибига киритилиши мумкин. Таркибни ўзгартирган ҳолда макромолекуладаги функционал гуруҳларни миқдори ва структурасини ростлаш мумкин.

Таъкидлаш жоизки, шоли сомони, ёғоч қипиғи, бодом, ўрик ва ёнғоқ данаги пўчоғи асосида олинган ЦФК намуналари ёрдамида, ҳақиқатан, юқори самарадор полиамфолитли сорбцион-ион алмашувчи материални яратиш мумкин. Полиамфолит олиш сополимернинг 12% ли эритмасидан (ПАН 92,5%; метакрилат 6,0%; итакон кислота 1,5%) –компонент-1 ва ЦФК–компонент-2 дан (1 ва 2-компонентларнинг ҳар хил нисбатларда) ташкил топган аралашмани натрий роданитнинг 51,5% ли сувли эритмаси билан ишлов бериш ва гидроксиламиннинг нейтралланган эритмасида чўктириш билан амалга оширилади. Ишлов бериш жараёни 90-95°C да 15-20 дақиқа давомида, ванна модули 30-40 да олиб борилади. Олинган полиамфолитнинг алмашиш сиғими 0,1н NaOH бўйича 11,12 мг-экв/г ва 0,1н HCl бўйича -3,1 мг-экв/г га етади.

Олинган полиамфолитнинг ИҚ–спектрларида карбоксил гуруҳларга тегишли бўлган 1700 см⁻¹ ютилиш чизиқлари кузатилади. Бундан ташқари, карбоксилат гуруҳи ва –C=O мураккаб гуруҳ орасидаги ютилиш чизиғида яна бир –NH₂ гуруҳига тегишли 1655 см⁻¹ чизиқи пайдо бўлган. Ишлов бериш жараёни ҳароратига, эритмадаги гидроксиламин концентрациясига ва компонентлар нисбатига боғлиқ равишда ИҚ–спектрларда ҳар хил 2030 см⁻¹, 2220 см⁻¹ жадалликка эга ютилиш чизиқлари пайдо бўлади. Валент тебранишларнинг 3300-3500 см⁻¹ майдонида –NH₂ гуруҳининг симметрик ва антисимметрик тебранишларга, шунингдек оксим гуруҳининг гидроксилига тегишли ютилиш чизиқлари кузатилади.



4-расм. Сорбцион-ион алмашувчи полиамфолитнинг ИҚ–спектрлари

Шундай қилиб, гидроксиламинни таъсирлаштириш жараёнидаги нитрил гуруҳлар реакциясининг асосий йўналишидан бири оксим ва карбамид гуруҳларнинг полимер субстратида ҳосил бўлиши тушунилади. Бунда ЦФК ва қайта ҳосил бўлган полиоксимлар орасидаги кимёвий боғларнинг ҳосил бўлиши ҳам мустасно эмас (4-расм).

Оксимланган ПАНда структурали элементларнинг қадокланиш даражасини баҳолашда зичликни тўғридан-тўғри билиш учун уларнинг сорбцион-ион алмашиш хоссалари аниқланди.

10-жадвал

Модификацияланган ПАН, целлюлоза, ЦФК ва полиамфолитларнинг $S_{\text{сол}}$ қиймати ва зичликлари

Алмашиш сиғими, мг-экв/г			$S_{\text{сол}}$ м ² /г	Зичлик, г/см ³
Модификацияланган ПАН	Ўсимликдан олинган целлюлоза	ЦФК:ПАН нисбати		
Дастлабки			35,7	1,1925
Модиф. -4,4			284,7	1,3417
Модиф. -5,2			222,1	1,4088
Модиф. -6,5			288,0	1,3985
	Дастлабки		212	1,3409
		Полиамфолит 1:1,1	112	1,1786
		Полиамфолит 1:0,1	186	1,2012
	ЦФК -8,0		112	1,2850

10-жадвалдан кўринадики, солиштирма юза қиймати ($S_{\text{сол}}$) ПАН, дастлабки целлюлоза, унинг асосидаги ЦФК ва полиамфолитларнинг алмашиш сиғими ортиши билан ортиб боради.

$S_{\text{сол}}$ нинг юқори қийматлари зоҳирий бўлади ва ПАНнинг алмашиш сиғими ортиши билан сув билан мойиллиги кўпайиб боради, яъни полимерли субстратнинг оксимланиши толани гидрофиллиги ошишига олиб келади. Натижада $S_{\text{сол}}$ нинг қиймати ортади. Зичликнинг қиймати кўпайиши ПАН структура элементларининг зич қадокланганлиги ҳақида дарак беради.

Диссертациянинг “**Оқава сувларни сорбцион тозалаш**” деб номланган тўртинчи бобида танланган корхоналар оқава сувларини янги сорбцион-ион алмашувчи материаллардан фойдаланиб тозалаш бўйича олиб борилган тажриба натижалари келтирилган.

Маржонбулоқ олтин ажратиш фабрикаси (МОАФ) ва бошқа объектлар оқава сувларининг кимёвий анализи намуналарни Ag^+ , Cu^{+2} , Mo^{+6} , Au^{+3} , Cd^{+2} , Hg^{+2} , Al^{+3} , Be^{+2} ионларни ушлаб қолиш сорбцион қобилияти юқори эканлигини кўрсатди. Тозалаш даражаси мос равишда 99,9%, 99,5%, 98,5%, 96,2%, 77,6%, 60%, 44,7% ва 59,6% га эришилди. Олинган маълумотлар сорбентларнинг ҳар хил турдаги металлларга танлаб таъсир кўрсатиши ҳақида дарак беради. Компонентлар концентрацияси тозалаш жараёнидан кейин рухсат этилган меъёрий концентрацияга нисбатан паст бўлди.

Mo(VI) -, Ni(II) -ионларини полиамфолитлар ёрдамида ажратиб олишда рН га боғлиқ эканлиги аниқланди. Катион (0,1н NaOH бўйича алмашиш ҳажми 10,24 мг-экв/г) ва анион алмашувчи материал Ni(II) -ионлари учун бўлган алмашиш ҳажми 157,6 дан 314,5 мг-экв/г бўлиши билан тавсифланади. рН нинг 3,10 дан 3,35 гача ўзгаришида MoO_4^{2-} анионини ажратиб олишдаги статик алмашиш ҳажми анион алмашувчи намуналар учун рН 11 да -103,1 мг-экв/г ташкил этди. Полиамфолитнинг Na_2MoO_4 ва NiCl_2 нинг 0,1н эритмаларининг статик алмашиш ҳажми рН нинг ҳар хил қийматларига боғлиқ (11-жад.) монокатламнинг 20°C даги -1,83 ммоль/г сиғими, $S_{\text{сол}}$ -115 м²/г, сорбция

чегараси -20,6 моль/г ва сорбцион қатлам чегара қиймати -0,37 м³/кг ташкил этади.

11-жадвал

Маҳаллий сорбентлар ёрдамида NiCl эритмасидан Ni²⁺ катионларини ва MoO₄²⁻ анионларини ажратилиши ҳақида маълумотлар

Эритма рН	Алмашиш ҳажми, мг-экв/г			
	Катионли		Анионли	
	Na ⁺ бўйича	Ni ²⁺ бўйича	Cl ⁻ бўйича	MoO ₄ ²⁻ бўйича
3,1	11,1	84,5	-	-
	10,2	157,6	2,67	-
3,35	11,1	157,8	2,72	-
	10,2	314,5	-	-
7,0	0,45	-	11,6	85,6
11,0	2,65	-	9,0	103,2

Анион алмашиш хоссаларининг афзалликлари рН 11, катион алмашиш эса, рН 3,35 бўлишида алмашиш ҳажми рН қиймат ортиши билан сезиларли кўтарилиши аниқланди..

Тадқиқотлар NiCl₂ ва Na₂MoO₄ 0,1-0,2н суюлтирилган эритмаларидан Ni²⁺, MoO₄²⁻ катион ва анионларини ажратиб олиш, полиамфолитларни никель бўйича 150 мг-экв/г ва молибден бўйича эса, 100 мг-экв/г дан кўпроқни ташкил этишини кўрсатди.

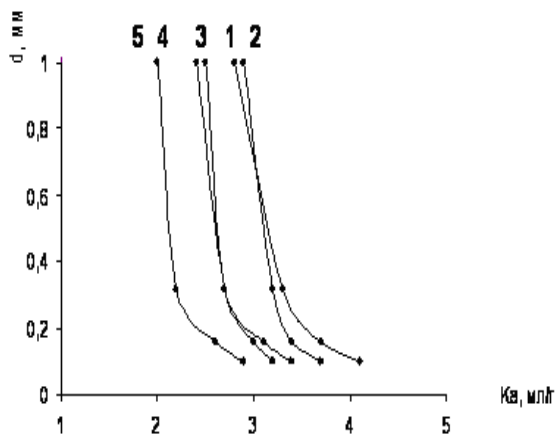
Чоркесар кони сувларидан радионуклоидларни ажратиб олиш учун таркибида Н⁺ ва ОН⁻ шаклдаги турли нисбатдги ЦФК ва ПАН тутган полиамфолитлардан фойдаланилди. №5 намунасида фойдаланилганда уранининг ютилиш самарадорлиги юқорилиги маълум бўлди (12-жадвал).

12-жадвал

Чоркесар кони сувидан ажратиб олинган уран миқдорининг полиамфолит материалидаги компонентлар нисбатига боғлиқлиги

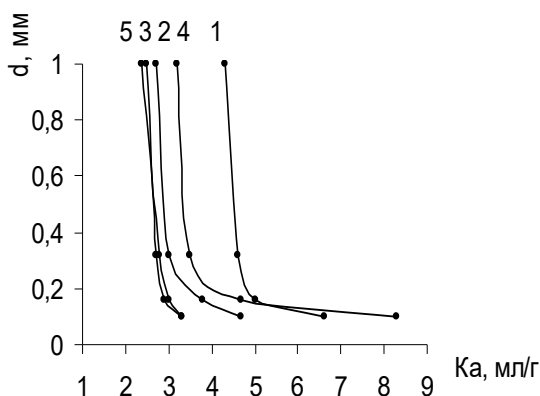
№	Сув ҳажми, мл	ЦФЭ:ПАН нисбати	Ион алмашувчилар шакли	Эритмадан ажратиб олинган уран миқдори, мкг/г	Эритмада қолган уран миқдори, г/л
1	50	1:0	ОН ⁻	117	0,00154
2	50	0:1	Н ⁺	113	0,000062
3	50	1:1	Н ⁻	71	0,000116
4	50	1:1	ОН ⁺	82	<0,00002
5	500	1:1	ОН ⁻	337	0,00192
6	500	1:1	Н ⁺	48	0,00214

Оқава сувларни нефть қолдиқларидан тозалашнинг сорбция жараёни, ион алмашиш ва кейинчалик чўктириш бўйича асосланиб ўтказилган комплекс тадқиқотлар КПТ ва ЦФК асосида тайёрланган модификацияланган сорбентларнинг оқава сувларни нефть қолдиқларидан тозалаш даражаси 98-99% дан кўпроқ эканлигини кўрсатди. Қўшимча тозалаш натижасида ҳар хил ионлар – сувни қаттиқлигини белгиловчи кальций ва магний катионларидан тозалаш мумкинлиги таъкидланди (5 ва 6-расм).



5-расм. Сувни нефтьдан тозалашда дастлабки сорбентларнинг сорбциялаш коэффициентининг дисперслик даражасига боғлиқлиги.

1- шולי сомони; 2- ўрик данаги пўчоғи; 3- бодом данаги пўчоғи; 4- ёғоч қипиғи; 5- дастлабки КПП.



6-расм. Сувни нефтьдан тозалашда модификацияланган сорбентларнинг сорбциялаш коэффициентининг дисперслик даражасига боғлиқлиги.

1- шולי сомони асосидаги ЦФК; 2- ўрик данаги асосидаги ЦФК; 3- бодом данаги асосидаги ЦФК; 4- ёғоч қипиғи асосидаги ЦФК; 5- модификацияланган КПП.

Ўсимликлар хом ашёси ва КПП асосида олинган сорбцион-ион алмашувчиларнинг нефть маҳсулотларини сорбциялаш кинетикаси бир неча сонияда мувозанатга келади ва бунда дастлабки намуналарнинг сорбциялаш коэффициенти (Ka) сорбентларнинг дисперслигининг ортиши билан ортади, сарф эса (г/100 мл) камаяди (5-расм).

ЦФК ва модификацияланган КПП намуналарини Ka кўрсаткичи икки баробарга ортади (6-расм).

Шундай қилиб, сорбцияловчи ион алмашувчи Ka кўрсаткичи, нафақат, фаоллатирувчи ишлов беришига, балки дастлабки материаллар майдалик даражасига ҳам боғлиқ.

“Муборак ГҚИЗ” УҚда оқова сувни нефтьдан икки босқичли усул ёрдамида тозалаш бўйича тадқиқотлар олиб борилди. Заводнинг турли технологик жараёнларида ҳажми 1200 м³/сут оқова сув ҳосил бўлади. Тозалашда КПП асосидаги модификацияланган кукунсимон сорбент, кукунсимон АФК-1 маркали ФК ва донадор АФК-2 маркали ФКдан фойдаланилди.

Биринчи босқичдаги тажрибалар статик шароитда 2-6 г/л миқдордаги КПП ва АФК-1 асосидаги 1:1 нисбатдаги сорбент аралашмаларидан фойдаланиб ўтказилди. Иккинчи босқич динамик шароитда АФК-2 жойлаштирилган колонка юқори қисмдан пастки қисмга сув оқими юборилиб ўтказилди.

Тозаланган сув техник сув сифатида Давлат стандартига (ГОСТ) тўлиқ жавоб беради. Тажриба натижалари кейинчалик оқова сувларни нефть маҳсулотларидан тозалаш ва охиригача тозалаш жараёнларининг технологик режимларини ишлаб чиқиш учун фойдаланилди.

Тажриба натижалари КПП ва АФК-1 асосидаги сорбентлар композицияси оқова сувларни нефть ва нефть маҳсулотларидан самарали тозалашда,

тозалик даражаси 70-80% кўпроқ (1 л оқава сувга 2 г сорбент сарфланишида) эканлигидан дарак беради. Нефть маҳсулотларини сорбцияланиш қобилияти сезиларли ошди ва мувозанат бир неча секунд ичида келади. Охиригача тозалаш учун АФК-2 қўллаш билан тозалаш даражаси 97 дан 100% гача ортишига эришилди. АФК-2 самарадорлиги 6-8 ой ичида ижобий самара бериши аниқланди.

Диссертациянинг бешинчи бобида **“Олинган натижаларни амалиётда қўллаш”** маҳаллий хом ашёлар асосида оқава сувларни нефтьдан, оғир метал ионларидан ва радиоактив элементлардан, шунингдек уларнинг изотопларидан тозалашда фойдаланиш мумкин бўлган сорбентлар келтирилган. Сорбцион-ион алмашувчиларни танлаш уларнинг сорбцион фаоллиги, ион алмашиш хоссалари, қулай регенерация қилиш қобилияти билан белгиланади. Оқава сувларни маҳаллий хом ашёлар асосидаги сорбцион технологиядан фойдаланиб тозалаш, ҳам экологик, ҳам иқтисодий нуқтаи назардан ниҳоятда зарур ҳисобланади.

Диссертация ишининг олтинчи бобида **“Оқава сувларни тозалашда янги турдаги сорбентларни олиш ва ишлаб чиқаришга жалб қилишнинг иқтисодий самарадорлиги”** янги маҳаллий сорбцион-ион алмашувчиларни оқава сувларни тозалашдаги қўллашининг иқтисодий самарадорлиги келтирилган. 1 т бўлган Б русумли “Юнуратит-Бентонит” дан иқтисодий самарадорлик 5224490 сўм/йил. Оқава сувларни радиоактив ифлосланишдан тозалашга мўлжалланган 1 т ЦФКдан фойдаланишдан ҳисобланган иқтисодий самарадорлик йилига 9979800,6 сўмни ташкил этади.

Оқава сувларни нефть маҳсулотларидан тозалаш учун 1 т ФКдан фойдаланишдаги кутилаётган иқтисодий самарадорлик йилига 4012830 сўмни ташкил этади.

“OBI RAVON QURILISH SAVDO” МЧЖда Ангрен қўнғир кўмири асосидаги АФК-2 русумли ФК ишлаб чиқаришга татбиқ этилди. Таклиф этилган АФК-2 техник сувни тозалашда қўлланиладиган импорт- GAC-830 русумли ФК ўрнига қўллашдан бўлган иқтисодий самарадорлик 176 млн. сўмни ташкил этади. Шундай қилиб, маҳаллий хом ашёдан ишлаб чиқарилган сорбцион-ион алмашувчиларни импорт ўрнини боса олади.

ХУЛОСА

Мазкур “Оқава сувларни тозалаш учун маҳаллий хом ашёлар асосида юқори самарадор сорбентларни яратиш” мавзусидаги диссертация иши бўйича ўтказилган тадқиқотлар қуйидаги асосий илмий ва амалий натижаларни баён этиш имконини беради:

1. Табиий ресурсларни модификациялаш ва мақсадли фойдаланиш усуллари ишлаб чиқиш янги турдаги сорбцион-ион алмашувчи материаллар олинишини модификациялаш режимини назорат қилиб, зарурий сорбцион-структуравий хоссали материаллар олиш имкониятлари ва бунинг мақсадга мувофиқлигини асослаб беради.

2. Карбонатли палигорскит тупроғини кислота-термик, сув-термик фаоллаш билан оқава сувларни тозалаш учун янги сорбентлар олиш, дастлабки

материал мезоғовак структура хоссаси билан тавсифланади. Физик-кимёвий фаоллашбилан структурасида микробўшлиқлар ҳосил бўлишига олиб келиш, тупроқни кислота-термик модификациялаб кимёвий таркибидаги SiO_2 миқдори ўзгариши билан фаоллаштириб, 5 дақиқа давомида 850°C гача ҳароратни кўтарилиши ғовак структуралар ҳосил бўлишининг ортишига боғлиқ илмий-технологик асослари ишлаб чиқаришга тавсия этилади.

3. Ангрен кўмири асосидаги сорбентларнинг мустаҳкамлигини ошириш учун госсипол смоласидан фойдаланиб, илк бор газ ва суюқликлардан зарарли моддаларни сорбциялаш учун юқори мустаҳкамликка ҳамда сорбцион-ион алмашиш фаоллигига эга фаолланган кўмиларни ва сульфокўмир яратиш усуллари ишлаб чиқилди. Уларнинг физик-кимёвий, механикавий, сорбцион-ион алмашиш хоссаларини ҳамда импорт аналоглари ўрнини боса олишни ташкиллаштириш мақсадида углеродли сорбентларни ҳар хил органик бирикмалар билан модификациялашнинг истиқболлари фойдали хоссаларни ўзгаришига қаратилган назарий ва амалий асослар ишлаб чиқаришга тавсия этилади.

4. Илк бор целлюлозанинг фосфорли эфири асосида физик-кимёвий, механик ($1,08-4,45 \text{ кгс/м}^2$) ва юқори ион алмашиш хоссаларга (10 мг-экв/г атрофида) эга бўлган янги катионалмашувчи сорбентлар яратилди. Дастлабки целлюлозанинг ажралишига таъсир қилувчи омиллар, сорбентнинг ион алмашиш ҳажмига реагент концентрацияси, ҳарорат, этерификациялаш вақти ва фосфор кислотаси миқдорининг таъсири аниқланди. Ион алмашувчиларни физик-кимёвий, сорбцион ва зичликларига оид олиб борилган тадқиқотлар уларни олиш технологиясини ишлаб чиқилишида асос сифатида хизмат қилади.

5. Полиакрилонитрилнинг модификацияланган анион алмашувчи циклик полимер тўри таркибига целлюлозанинг фосфорли эфирини киритиш ва полиамфолитлар синтезида содир бўладиган жараёнларни тадқиқ қилиш, макромолекулаларда уларнинг кимёвий ўзгаришлари турли кимёвий структурали ва ион алмашиш (0,1н NaOH бўйича 11,12 мг-экв/г ва 0,1н HCl бўйича 3,1 мг-экв/г) хоссаларига эга материалларни олишга тавсия этилади.

6. Модификацияланган сорбентларнинг зарарли қўшимчаларга нисбатан сорбцион-ион алмашиш танловчанлигини тадқиқ қилиш, функционал гуруҳларнинг ажратиш жараёнидаги табиий ролини белгилаб, оқава сувлардаги турли ионларни сорбциялашга ғовак структуранинг таъсирини асослаб беради.

7. Радиоактив элементларга ва оғир металллар ионлари (Mo, Cd, Hg бўйича тозалаш даражаси мос равишда 98,5; 77,6; 60% га эришилган, уранинг дастлаб сувдаги 1700 мкг/л миқдорига нисбатан тозалаш даражаси 98,4-98,9% га эришилган) сорбентларнинг ион алмашиш ва танловчанлик хоссалари аниқланиши билан уларни оқава сувлардан уран, оғир металл ионлари ва нефть маҳсулотларидан самарали тозалашда фойдаланиш тавсия этилади.

8. Статик ва динамик шароитларда маҳаллий ноорганик сорбент ва фаолланган кўмир-1 қўллаш билан оқава сувларни нефть маҳсулотларидан тозалаш технологиясининг икки босқичли сорбцион тозалашнинг янги

усулида ишлаб чиқилган.Тозалаб, тиндиришдаги биринчи босқичида сув нефть маҳсулотларидан деярли 80% га тозалашда сорбентларнинг сорбциялаш кинетикаси бир неча секунд ичида мувозанатга келиб, иккинчи босқичида Ангрен фаолланган кўмир-2 қўллашда сувнинг тозалиги 100% га етган ва ушбу сорбентлар иштирокидаги янги тозалаш технологик тизими саноатга тавсия этилади.

9. Кўмир, карбонатли палигорскит тупроғи ва целлюлоза асосидаги сорбцион-ион алмашувчилар оқова сувлар тозалигини меъёрий миқдорда таъминлаши, фойдали моддаларни ушлаб қолиши, объект атрофида экологик ҳолатни яхшиловчи илмий-амалий жиҳатлари ишлаб чиқилиб, оқова сувларни тозалашнинг янги технологияси таклиф этилиши, тозаланган сувдан қайта фойдаланиш билан тааллуқли технология самарасини оширишга хизмат қилади.

10. Таклиф этилганянги сорбентларни ишлаб чиқилган технологияларда қўллаб, тозалашдан келадиган иқтисодий самарадорлик тан-нарҳи бўйича: карбонатли палигорскит тупроғи асосидаги 1 т Б русумли “Юнуратит-Бентонит” йилига 5224490 сўмни; 1 т целлюлозанинг фосфорли катионитдан фойдаланиш йилига 9979800,6 сўмни; 1 т фаолланган кўмир-1 русумли фаолланган кўмирдан фойдаланиш йилига 4012830 сўмни; импорт GAC-830 ўрнини босувчи Ангрен фаолланган кўмир-2 дан фойдаланиб техник сувни тозалаш йилига 176 млн. сўмни тежаш имконини беради.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.28.03.2018.К/Т.04.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ
ГП “ИНСТИТУТ ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ”**

КУДРАТОВ АКМАЛЖОН МИРЗАТИЛЛАЕВИЧ

**СОЗДАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ
МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

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

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

Ташкент – 2019

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии Кабинета Министров Республики Узбекистан за номером B2018.2.DSc/K57.

Диссертация выполнена в Государственное предприятие “Институт ГИДРОИНГЕО”.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-страница Научного совета (www.tkti.uz) и Информационно-обозревателем портале “ZiyoNet” (www.ziyo.net).

Научный консультант:

Салимов Зокиржон Салимович

доктор технических наук, профессор, академик АН РУз

Официальные оппоненты:

Кулматов Рашид Анорович

доктор химических наук, профессор

Кулдашева Шахноза Абдулазизовна

доктор химических наук, ведущий научный сотрудник

Кодиров Хасан Иргашевич

доктор технических наук

Ведущая организация:

Ташкентский государственный технический университет

Защита диссертации состоится "2"марта 2019 года в «14⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.28.03.2018.К/Т.04.02 при Ташкентском химико-технологическом институте (адрес: 100011, г. Тошкент, Шайхантохурский район ул. Алишера Навоий. 32, Тел.: 8(+99871) 244-79-21, Факс: (+99871) 244-7917, e-mail:info@edu.uz).

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за №___ с которой можно ознакомиться в ИРЦ (адрес: 100011, г. Тошкент, Шайхантохурский район ул. Алишера Навоий. 32, Тел.: (+99871) 244-79-21).

Автореферат диссертации разослан “___” _____ 2019 года.

(Реестр за №___ от “___” _____ 2019 года).

Муталов Ш.А.

Председатель Научного совета по
присуждению ученых степеней, д.х.н., профессор

Пулатов Х.Л.

Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней, к.т.н., доцент

Сидиков А.С.

Председатель научного семинара при
Научном совете по присуждению ученых
степеней, д.х.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время в мире повышается потребность в высокоэффективных сорбентах и получения для целенаправленного использования природных органических, неорганических, особенно углеродных ресурсов. Роль сорбентов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, нефтяных продуктов и других токсичных компонентов большая. Благодаря экологической безопасности, низкой себестоимости, удобствам в использовании и возможности многократной регенерации интерес к данным сорбционным материалам растет. Создание новых способов и технологий получения высокоэффективных новых сорбционных материалов и с их помощью очистка сточных вод имеет важное народно-хозяйственное, экономическое и экологическое значение.

В настоящее время в мире усилено внимание и требование к проблемам экологии с рациональным использованием природных ресурсов и вредное влияние промышленности обусловило необходимость разработки рациональной технологии производства сорбционно-ионообменных материалов с заданными свойствами и структурой. В этом важную роль играют новые высокоэффективные сорбционные материалы модификацией природных минералов, активацией углей интенсивными способами их получения также на основе целлюлозы и полиакрилонитрила (ПАН) многокомпонентных ионообменных материалов для очистки сточных вод.

В Республике загрязнение окружающей среды все больше определяет необходимость разработки рациональной технологии с внедрением эффективных очистных установок, основанных на использовании различных сорбционно-ионообменных материалов с заданными свойствами и функциями. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан предусмотрены меры «Проведение политики, направленной на модернизацию производства, повышение технологической диверсификации отрасли путем перевода ее на качественно новый уровень»¹. В связи с этим, особый интерес представляет проведение исследований с целью создания сорбционно-ионообменных материалов модификацией природных минералов, активацией углей интенсивными способами их получения также на основе целлюлозы и полиакрилонитрила (ПАН) многокомпонентных ионообменных материалов для очистки сточных вод.

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

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

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

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации².

Научные исследования, направленные на получение сорбционно-ионообменных материалов на основе минеральных и вторичных органических ресурсов для очистки сточных вод осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе, Department of Chemical Engineering, Institute of New York (США), Luxembourg Institute of Science and Technology (Германия), Mexico of Science Attapulgu (Мексика), Fertilizer Research Institute (Польша), The Chemical Society of Japan (Япония), University of Science and Technology (Китай), Department of Chemistry (Индия), National Nanotechnology Center (Таиланд) Department of Chemical Engineering (Иордания), в Институте общей и неорганической химии РАН, Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, Свердловском политехническом институте им. Кирова (Россия), Институте общей и неорганической химии (Узбекистан).

В результате исследований, проведенных в мире по очистке промышленных сточных вод с помощью сорбентов получены ряд научных результатов, в том числе: усовершенствована технология получения неорганических сорбентов путем химической переработки и понижением температуры термообработки для очистки органических растворов путем физико-химической переработки минеральных глин (Mexico of Science Attapulgu, Мексика); разработаны композиционные сорбционно-ионообменные материалы модификацией дивинилбензола введением ионогенных - функционально активных групп с целью увеличения прочности и селективности извлекаемых ионов металлов (Киев, Харьковский национальный университет Украина); получены катион- и анионообменные хемосорбенты на основе полиакрилонитрила и целлюлозы, и определена селективность к ингредиентам в воде, создана технология их применения при очистке сточных вод (Институт общей и неорганической химии РАН, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Свердловский политехнический институт им. Кирова); созданы сорбционные ионообменные и композиционные материалы на основе углеродных, минеральных и органических ресурсов, путем их модификации и введения ионогенно-функциональных функциональных групп (Институт общей и неорганической химии АН РУз, Узбекистан).

В мире по очистке промышленных вод с помощью сорбентов, по ряду нижеисследующих приоритетных направлений проводятся исследования, в том числе: разделение ионов тяжелых металлов из питьевых и промышленных сточных вод; определение механизмов введения ионогенных групп в

²Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации выполнен на основе www.km.ru, www.fundamental-research.ru, www.works.doklad.ru, www.dissercat.com, www.api.org.

природные минералы и карскас органических соединений; создание ионообменников нового поколения и применение их при очистки сточных вод; из состава промышленных вод возврат вынужденных продукций для народного хозяйства и концентрирования редких элементов до степени промышленной концентрации расширение их перспективу.

Степень изученности проблемы. Для решения весьма важных научно-практических задач в первую очередь были обобщены данные о процессах химической модификации и технологии получения сорбционных материалов, а также их селективное использование при очистке сточных вод от вредных примесей (Когановский А.М., Амфлетт Ч., Дубинин М.М., Смирнов А.Д., Кульский Л.А., Волков Б.В., Тарковская И.А., Тарасевич Ю.И., Лукин В.Д., Арипов Э.А., Кельцев Н.В., Таджиев А.Т., Халмухамедова Р.А., Пулеревиц М.Я., Сербина Т.В., Ергожин Е.Е., Акимбаева А.М., Попов В.С., Муминов С.З., Агзамходжаев А.А., Турабжанов С.М., Назирова Р.А., Муталов Ш.А.). В литературных источниках также имеются данные о природных сорбентах, но работы, связанные с экохимическими основами их создания и селективным применением сорбционных материалов на базе местных сырьевых ресурсов отсутствуют.

В мире целесообразно применение доступных сырьевых ресурсов на основе фундаментальных физико-химических и технологических принципов с учетом основных модификаций и проведение исследований с целью создания сорбционно-ионообменных многокомпонентных материалов на основе местных углей с целью замены импортных углеродных сорбентов, использования целлюлозных вторичных ресурсов сельскохозяйственной продукции и отхода производства для создания адаптационной технологии очистки сточных вод.

Связь темы диссертационной работы с научно-исследовательскими работами высшего учебного и научно-исследовательского заведения. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ по темам Института общей и неорганической химии и Ташкенского государственного технического университета имени И. Каримова «Разработка и производственные испытания сорбционной доочистки керосина с использованием местного сырья» (прикладная); «Разработка и внедрение нового, дешевого и более эффективного флокулянта для использования в процессах очистки сточной воды нефтепереработки» (прикладная); «Закономерности изменения селективности новых сорбционно-ионообменных материалов к различным анионам и катионам металлов», (2008-2009 гг.) (фундаментальная); «Утилизация жидких отходов с одновременным получением питьевой или технической пресной воды», (2009-2011 гг.) (инновационная).

Целью исследования является создание высокоэффективных импорто-замещающих сорбционных материалов на основе местных природных минеральных, углеродных и вторичных органических ресурсов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, радиоактивных элементов и нефтепродуктов.

Задачи исследования:

исследование состава и свойств местных углеродных, минеральных, целлюлозосодержащих природных и вторичных ресурсов, пригодных для создания сорбционных материалов с заданной структурой и свойствами;

исследование состава и свойств Ангреновского и Шаргунского угля создания на их основе импортзамещающих высокоэффективных углеродных сорбентов;

изучение физико-химических свойств КПП месторождений Нураты и Навбахор с целью получения сорбентов;

исследования в области активационных обработок целлюлозосодержащих природных источников и создание сорбционно-ионообменных материалов с высокой обменной емкостью осуществлением реакции этерификации целлюлозы фосфорной кислотой в присутствии карбамида;

изучение влияния температуры, времени этерификации и объема фосфорной кислоты на обменную емкость созданных сорбентов;

изучение и определение физико-химических свойств полученных сорбентов комплексом современных средств и методов;

исследование оптимальных условий и создание технологии селективной очистки подземных содержащих радиоактивные элементы и ионов тяжелых металлов, а также нефтепродукты промышленных вод с использованием разработанных сорбционных материалов.

Объектами исследования являются углеродные (угли), минеральные (КПП), целлюлозосодержащие природные и вторичные ресурсы, ПАН, подземные, содержащие радиоактивные элементы и промышленные сточные воды, содержащие ионы тяжелых металлов и нефтепродуктов.

Предметом исследования является изучение закономерностей процессов создания сорбционных материалов, комплекс теоретических и практических вопросов связанных с оптимизацией процессов их получения, а также проведение сорбционно-ионообменной очистки сточных вод.

Методы исследования. Комплексные аналитические методы физико- и коллоидно-химические, термография, нейтронно-активационный, сорбционные, ИК-спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, математическое планирование и моделирование.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

впервые созданы сорбенты на основе карбонатного палыгорскита для очистки сточных вод, выявлены зависимости их физико-химических свойств от кислотно-термической, водно-термической активации (модификации) исходного продукта;

установлено, что при кислотно-термической модификации карбонатно палыгорскитовой глины увеличивается содержание SiO_2 действием термической активации при 850°C в течение 5 минут кристаллическая решетка разрушается и происходит разрыхление микроструктуры за счет разложения карбонатов и выделения CO_2 , и достигается необходимая объемная пористость, плотность, удельная поверхность;

созданы способы разработки активированных углей, сульфоугли обладающие повышенной прочностью, высокой сорбционно-ионообменными свойствами на основе местных растительных отходов, бурых и каменных природных углей;

впервые созданы фосфорнокислые эфиры целлюлозы (ФЭЦ) с повышенной обменной емкостью порядка 10 мг-экв/г, а также установлены факторы, влияющие на выход исходной целлюлозы влияние температуры, времени этерификации и объема фосфорной кислоты на обменную емкость полученного ионообменника;

впервые обоснованы аспекты характера и природы сорбционно-ионообменного взаимодействия (гетерогенная) между поверхностными активными центрами матрицы полимеров (фосфорнокислого эфира целлюлозы и полиакрилонитрила);

создан полиамфолит, обменные емкости которых, составило по 0,1н NaOH до 11,12 мг-экв/г и по 0,1н HCl до 3,1 мг-экв/г;

определены основные кинетические закономерности, высокие удельные поверхности, механизмы сорбции, низкие степени плотности полиамфолита, к различным анионам и катионам металлов, радиоактивных элементов, а также нефтепродуктов;

определена селективность созданных сорбционных материалов к ионам металлов различной природой, радиоактивных элементов, также нефтепродуктам.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана технология получения сорбентов кислотно-термической, водно-термической модификацией местного КПП;

разработаны пути решения эффективной сорбции при очистке сточных вод кислотно-термической модификацией КПП увеличением содержания SiO₂ действием термической активации кристаллическая решетка разрушается и происходит разрыхление микроструктуры;

учетом факторов влияющих на выход исходной целлюлозы влияние температуры, времени этерификации и объема фосфорной кислоты на обменную емкость полученного ионообменника ФЭЦ разработана технология;

разработаны технологии производства активированных углей, сульфоугли обладающие повышенной прочностью, высокой сорбционно-ионообменными свойствами на основе местных растительных отходов, бурых и каменных природных углей;

оценена разработка и использования полиамфолитов на основе ПАН и ФЭЦ обменная емкость которая, равняется 10 мг-экв/г при извлечении катионов и анионов металлов, радиоактивных элементов из сточной воды;

разработаны технологические решение использования высокоэффективных сорбентов, как гранулированный активированный уголь-2 (ГАК-2) и Ангренский активированный уголь-1 (ААУ-1) на основе Ангренского угля при очистке сточных вод от нефтепродуктов на УДП «Мубарекском ГПЗ».

Достоверность результатов исследования подтверждается данными полученными современными методами химического и физико-химического

анализа, обоснованными методами научного анализа. Обработка полученных данных была статически проанализирована с использованием математических расчетов и моделированием.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов определяется изучением химических составов, свойств и путей модификации углей Ангрена, Шоргуна, КПП месторождений Нурота и Набахор, целлюлозосодержащих и вторичных местных ресурсов и определения сорбционно-ионообменных свойств созданных активированных углей требуемой пористой структурой и ионообменников, зависимость кислотно-термической, водно-термической активации (модификацией) для очистки вод от различных анионов и катионов металлов, радиоактивных элементов, а также нефтепродуктов кинетическими закономерностями, высокими удельными поверхностями, механизмами сорбции, низкими степенями плотности.

Практическая значимость результатов исследования заключается в использовании углей Ангрена, Шоргуна, КПП месторождений Нурота и Набахор, целлюлозосодержащих и вторичных местных ресурсов для получения экономически, экохимически выгодных высокоэффективных сорбционно-ионообменных материалов, для очистки сточных вод от различных анионов и катионов металлов, радиоактивных элементов, а также нефтепродуктов, концентрировании из подземных вод драгоценных элементов и приближении их концентрации к промышленным в промышленности служит к улучшению экологическое состояние.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов исследования по созданию высокоэффективных импортозамещающих сорбционных материалов на основе местных минеральных, углеродных и вторичных органических ресурсов и разработке эффективной сорбционной технологии с их применением для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, радиоактивных элементов и нефтепродуктов:

получен патент агентства Интеллектуальной собственности Республики Узбекистан (IAP №03043, 2006 й.) на способ получения сорбента на основе палыгорскита. Это дает возможность выпускать сорбента для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов;

по разработке целенаправленных мероприятий с использованием местных сырьевых ресурсов для очистки экологических сред новой технологией ступенчатой сорбционной очистке сточных вод от нефтепродуктов внедрен в УДП «Мубарекский ГПЗ» (справка Государственного комитета Экологии и охрана окружающей среды Республики Узбекистан 03-03/2-2635 от 28 мая 2018 года). В результате сорбенты почти на 70-80% очищает воду от нефтепродуктов первой стадии, а второй стадии достигнута до 100%-ная степень очистки;

по очистке подземных промышленных вод от нефтепродуктов в процессе получения технического йода внедрен в ООО «Бухоро-йод» (справка Государственного комитета Геологии и минеральных ресурсов Республики Узбекистан 04/10 от 28 мая 2018 года). В результате создана возможность

очистки воды от нефтепродуктов с помощью местных сорбентов и увеличения работоспособность машин и оборудования в технологии.

теоретические и технологические разработки в области охраны окружающей среды были реализованы в научно-исследовательских работах, выполненных в ГП «Институт ГИДРОИНГЕО» (справка Государственного комитета Геологии и минеральных ресурсов Республики Узбекистан 04/10 от 28 мая 2018 года). В результате создана возможность использовать местные высокоэффективные сорбирующие материалы для извлечения ионов тяжелых металлов, радиоактивных элементов и нефтепродуктов из подземных вод.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования изложены в виде докладов и прошли апробацию на 12 международных и республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 48 научных работ, из них 1 монография, в том числе 21 статей в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, а также 1 патент на изобретения.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 215 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цели и задачи исследований. Показано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрывается научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, приводятся сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе **«Проблемы, достижения и перспективы модифицирования природных ресурсов для сорбционной очистки сточных вод»** по материалам научно-технических изданий и патентной литературы дан обзор теоретических и экспериментальных исследований в области получения, изучения структуры и сорбционно-ионообменных свойств сорбентов на основе угля, природных минералов, целлюлозосодержащих и вторичных ресурсов для очистки природных и сточных вод. Обсуждены различные способы химической модификации природных и синтетических материалов с целью получения и их применения, а также теоретические и прикладные вопросы сорбции и ионного обмена при очистке вод. Специфические и уникальные свойства минералов, возможность модификации их веществами различной природы стимулируют развитие дальнейших исследований, направленных на решение целого ряда важных вопросов технологии и экологии.

Изучение литературных данных дает полную картину о процессах получения модифицированных АУ с заданными свойствами и структурой. Исходя из полученных научно-практических данных, можно сделать вывод о чрезвычайной важности разработки высокоэффективных технологических процессов получения новых АУ. В этой связи особенно большой интерес представляет производство на основе Ангреновского бурого и Шаргунского каменного угля.

Целенаправленное решение вопросов подбора и анализа, новых сорбционно-ионообменных материалов весьма важно, как экономической стороны, так и охраны окружающей среды. Комплексный подход к вопросам переработки вторичных сельскохозяйственных продуктов, переработки для создания целлюлозосодержащих сорбентов с учетом запасов вторичного сырья (особенно твердых отходов) имеет особое значение для получения сорбционных материалов.

На основании проведенного анализа сформулированы цель и постановка задач исследования.

Вторая глава **“Исследование физико-химических свойств сырьевых ресурсов и сорбентов”** посвящена исследованиям физико-химических свойств сырьевых ресурсов и сорбентов. В состав КПП входят монтмориллонит (ММТ), палыгорскит, кальцит и гидрослюда.

Единичный структурный элемент глинистых минералов состоит из двух слоев плотноупакованных атомов кислорода или гидроксильных групп, между которыми в октаэдрической координации расположены атомы Al, Fe и Mg. Атомы последних равноудалены от атомов кислорода или гидроксильной группы. Кроме того, наблюдается структура из кремнекислородных тетраэдров. Последние расположены в форме бесконечно повторяющейся гексагональной сетки, образуя слой $\text{Si}_4\text{O}_6(\text{OH})_4$. В КПП минералах нарушенная связь, безусловно, является одной из важнейших причин возникновения обменной емкости (по минеральному составу) (табл. 1). КПП обладает наиболее высокой ионообменной емкостью и её можно рекомендовать для очистки различных жидкостей от опасных для жизни примесей и ионов.

Следует указать, что выше рассмотренные положения, касающиеся механизма обмена ионов на КПП, конкретизируются при изложении показателей сорбционной способности и пористости в процессах очистки вредных примесей, токсичных компонентов и радиоизотопов из воды. В процессе ионного обмена участвуют, главным образом, катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Na^+ , K^+ . Совокупность поглощенных ионов называется поглощенным комплексом. Исходная КПП имеет светло-серую окраску, которая при высыхании становится белой, не огипсована, коллоидальность -31%.

Установлены соотношения молекулярного количества кремнезема к суммарному содержанию молекулярных полуторных окислов в КПП от 4,5% до 7,6%.

В технологии, созданные с целью получения сорбентов на основе КПП взятая средняя проба перед обработкой кислым раствором измельчалась на шаровой мельнице с отсевом фракции 0,25-0,5 мм, затем подвергалась

обработке раствором кислоты при температуре 90°C и перемешивания в течение 2 ч. Образцы КПП отмывались дистиллированной водой до нейтральной реакции, затем формовались в виде крупки с размерами частиц 0,25-0,5 мм. После сушки в течение 4 ч при температуре 110°C проводилась термообработка образцов в течении 3 ч при 350°C, с последующим измельчением до нужной дисперсности.

Таблица 1

Минеральный состав и обменные емкости КПП (мг-экв/100 г глины)

Минеральный состав глин	HCO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Общая обменная емкость
ММТ, палыгорскит, гидрослюда, кварц, кристобалит	-	2,37	12,38	60,0	0,74	75,49
ММТ, палыгорскит, гидрослюда, кварц	0,50	10,0	20,50	31,3	0,85	54,34
ММТ, палыгорскит, гидрослюда	0,63	11,0	18,50	23,3	0,91	63,15
ММТ, палыгорскит, гидрослюда, кварц, кристобалит	0,75	6,50	12,50	23,2	0,66	43,61
ММТ, палыгорскит, кварц	0,50	11,0	25,50	2,60	1,46	41,06
ММТ, палыгорскит, гидрослюда, кальцит	1,00	9,00	7,00	4,25	0,91	22,16
Палыгорскит, кальцит, ММТ	2,00	5,70	11,40	13,6	0,50	33,20
ММТ, палыгорскит, кальцит	1,00	6,50	10,54	14,4	0,80	33,24
ММТ, палыгорскит, гидрослюда, кварц	0,75	11,6	18,60	24,7	0,70	56,35

Проводимые рентгеноструктурные исследования исходного КПП могут быть охарактеризованы по рефлексам 10,4-10,5; 6,35; 5,42; 3,83; 3,67 Å, а ММТ 12,0; 4,49; 3,19 Å (рис. 1). Кальций, в составе с содержанием менее 10%, четко фиксируется узкими базальными рефлексами 3,02; 2,49; 2,09; 1,91; 1,87 Å. С увеличением содержания карбонатного материала в породе одновременно увеличивается и содержание палыгорскита.

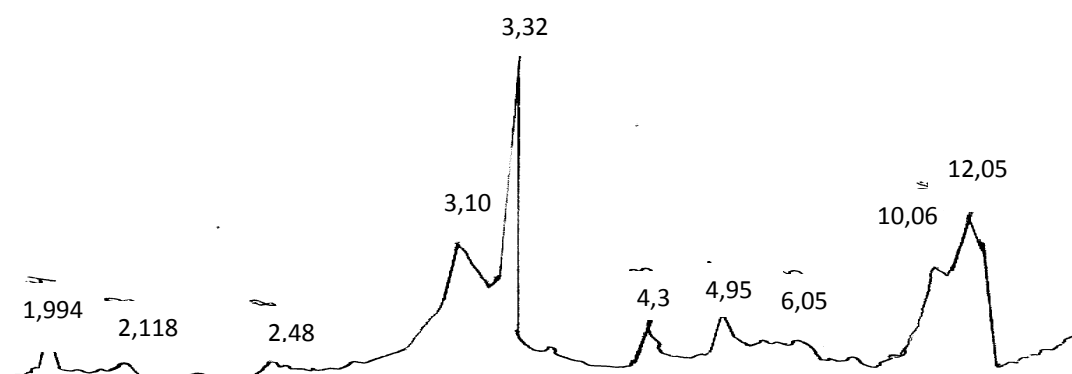
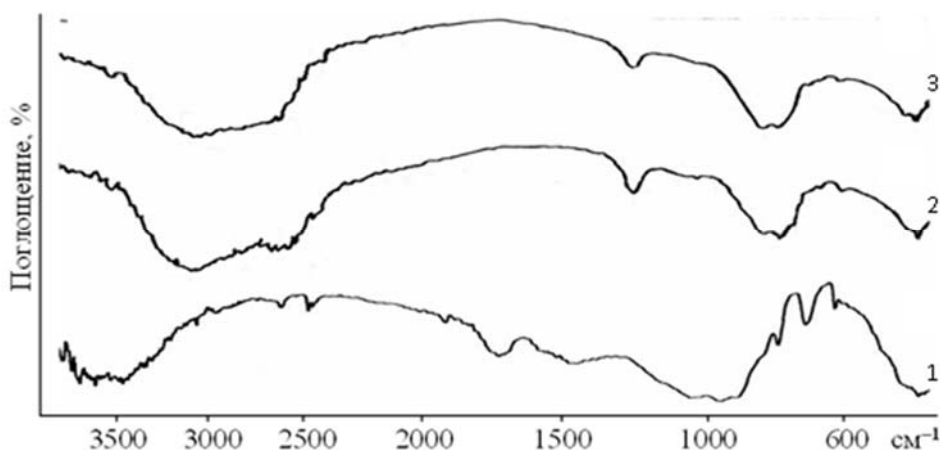


Рис. 1. Дифрактограмма КПП Навбахорского месторождения

Рентгеноструктурный анализ новых типов сорбентов показывает, что в процессе модификации сильными кислотами и термической активации происходит частичное разрушение кристаллической структуры палыгорскита, вследствие чего его базальные отражения рентгеновской дифрактограмме фиксируются частично. Кроме того, наблюдается частичное декарбонизация

кальция, приводящая к образованию новых кристаллических структур с соответствующими межплоскостными расстояниями, в отличие от исходной соли и ее продуктов.

Структурные изменения, происходящие в процессе получения конечных продуктов, ИК-спектроскопическим способом показало, что при обработке КПП фосфорной кислотой обнаруженные частоты ИК-спектров в области $3519-3100 \text{ см}^{-1}$ соответствуют валентным колебаниям связи О-Н молекул воды и фосфорной кислоты (рис. 2).



1 -исходный КПП; 2 -КПП обработан 10%-ной H_3PO_4 ;
3 -КПП обработан 5%-ной H_3PO_4 .

Рис. 2. ИК-спектры исходного и обработанного КПП

Полосы, найденные в диапазоне $1500-1200 \text{ см}^{-1}$, соответствуют валентному колебанию связи $\text{P}=\text{O}$ фосфорной кислоты. Частоты, наблюдаемые на ИК-спектрах в области $1638-1640 \text{ см}^{-1}$, можно отнести к деформационным колебаниям связи ОН молекул воды и гидроксильных групп фосфорной кислоты. Частоты, обнаруживаемые в области $1100-850 \text{ см}^{-1}$, соответствуют валентным колебаниям связи О-Р-О фосфорной кислоты. Наблюдаемые частоты в области $650-400 \text{ см}^{-1}$ соответствуют деформационным колебаниям связи О-Р-О, и наконец, частоты, соответствующие спектрам $1050^{-\nu_3}$, $800^{-\nu_1}$, $625^{-\nu_4}$ и $500^{-\nu_2} \text{ см}^{-1}$, характеризуют валентные колебания оксида кремния $[\text{SiO}_4]^{4-}$.

На основании результатов ИК-спектроскопических, рентгенографических и других физико-химических исследований можно заключить, что под действием кислот происходит извлечение ионов металлов и воды из активируемого образца и создание крупных пустот, для проникновения молекул более крупных размеров.

При исследовании термических характеристик КПП на кривых полученных при проведении дифференциально-термического анализа (ДТА) образцов отмечены три характерных эндотермических пика. При повышении температуры до 900°C эндотермический пик при $830-880^\circ\text{C}$, что связано с диссоциацией карбонатов и удалением CO_2 . Потери массы (TG) на указанном интервале доходят до 30%. Следует особо подчеркнуть, что на степень сорбции паров существенно влияет внутренняя активная поверхность

(химическая и геометрическая неоднородности т.е. величины $S_{уд}$, размер и характер пор сорбента). В табл. 2 представлены сравнительные данные изотермы сорбции паров воды образцов -1 и -2, при нормальной температуре.

Образец №1 получен при обработке КПП раствором серной кислоты, а образец №2 при обработке КПП дистиллированной водой, с последующей термообработкой при 350°C в течении 3 ч.

В условиях эксперимента по первому варианту (образец 1) происходит частичное растворение окислов, ведущее к увеличению мезопористости сорбента и роста сорбции паров воды (Q , моль/кг). На изотермах обнаруживаются петли гистерезиса, простирающиеся до очень малых относительных давлений (P/P_s). При относительных давлениях больше 0,9 в силу хорошей смачиваемости частиц сорбентов водой сорбционные и десорбционные кривые совпадают.

Таблица 2

Сорбционные характеристики сорбентов

Сорбенты	Емкость монослоя, моль/кг	Удельная поверхность, м ² /кг	Предельная сорбция, моль/кг	Предельный сорбционный объем, м ³ /кг
1	4,81	319	20,2	0,364
2	0,51	134	8,11	0,146

При нагревании (термообработке) КПП мезо- и микропоры высвобождаются от влаги, в результате образец приобретает свойства сорбировать молекулы различных неорганических веществ. Экспериментально установлено, что при нагревании КПП до 400°C ее цеолитовые каналы из-за существенных видоизменений микроструктуры сокращаются, и окончательное формирование структуры КПП завершается при температуре, равной 450-500°C.

Замечено, что во всем интервале P/P_s сорбция воды на образце 1 всегда значительно больше, чем на образце 2. Удельная поверхность образца 1 в 3,4 раза превышает поверхность образца 2; предельный сорбционный объем V_s , соответственно больше в 2,5 раза.

Таблица 3

Физико-механические и технологические характеристики сорбентов на основе КПП

Образцы	Механическая прочность на раздавливание, кПа	Сорбируемость, масс. %		Улавливание урана из воды, %	Выход готовой продукции, %	Удельная поверхность, м ² /г
		Вода	Масло			
1	3,86	230,6	202,0	98,9	92	134
2	3,20	233,8	205,2	99,2	88	319

Следует указать, что кроме уже отмеченных выше показателей, образцы сорбентов на основе КПП обладают также следующими физико-механическими и другими характеристиками (табл. 3): значения механической прочности на раздавливание 3,86 кПа и 3,20 кПа; удельной поверхности

соответственно 319 и 134 м²/г; сорбируемости по воде 230,6 и 233,8 масс.%; сорбируемости по маслу 202,0 и 205,2 масс.%; способности улавливания урана из воды 98,9 и 99,2% и выхода целевого продукта 92 и 88%.

На основании результатов исследований физико-химических и механических свойств КПП были получены необходимые технологические данные.

Проведены тщательно подготовленные опытно-промышленные испытания образцов сорбентов из КПП в Институте ядерной физики АН РУз по очистке воды от радиоактивных загрязнений, в институте Гидроингео ГПП «Узбекгидрогеология» по очистке подземных и поверхностных вод от ионов тяжелых, драгоценных металлов, а также сточных вод от нефтепродуктов.

Получен осветляющий уголь марки Ангренинский активированный уголь осветляющий-1 (ААУО-1) на основе Ангренинского угля (табл. 4).

Таблица 4

Физико-химические характеристики АУ марки ААУО-1

Наименование показателя	Норма для марки ААУО-1
1. Внешний вид	Тонкодисперсный порошок черного цвета, не содержащий посторонних включений
2. Сорбционная активность по мелассе, %, не менее	100
3. Сорбционная активность по метиленовому голубому, мг/г, не менее	225
4. Зольность, %, не более	10
5. Содержание влаги, %, не более	10
6. Степень измельчения, размер гранул: до 0,1 мм, % свыше 0,1 мм, %	95 -
7. Содержание водорастворимой золы, %, не более	5
8. Содержание соединений железа в пересчете на Fe, %, не более	0,2

Таблица 5

Физико-химические характеристики АУ марки ААУ-2

Наименование показателя	Норма
1. Внешний вид	Зерна черного цвета без механических примесей
2. Сорбционная активность по йоду, %, не менее	34
3. Фракционный состав, %: массовая доля остатка на сите с диаметром отверстий № 3,6 мм, не более	0,4
№ 2,8 мм, не более	3,0
№ 1,5 мм, не менее	86,0
№ 1,0 мм, не более	10,0
на поддоне, не более	0,6
4. Прочность на истирание, %, не менее	96
5. Массовая доля золы, %, не более	6-8
6. Массовая доля влаги, %, не более	10
7. Суммарный объем пор по воде, см ³ /г, не менее	0,8-1,4
8. Насыпная плотность, %, не менее	не нормируется

Разработана технология получения АУ Ангренский АУ-2 (ААУ-2), основанная на использовании смеси госсиполовой смолы (ГС) и бурого угля с многократным апробированием в лабораторных условиях.

Технологический процесс осуществляется в следующем порядке: исходную ГС в соотношении с мелкодисперсным углем 1,5:0,6 помещают в емкость, нагревают до температуры 100-150°C, при котором ГС легко плавится и перемешивается. Образованная пастообразная масса методом экструзии пропускается через отверстия и распыляется угольной пылью. Полученный конечный продукт направляется во вращающийся барабан на термообработку при 150-250°C, в течение 0,75-1 ч. Выход готовой продукции составляет в пределах 92-98%. Во вращающейся печи при температуре до 650°C осуществляются карбонизация и активация при 800-850°C в течение 25 минут. Технические характеристики АУ марки ААУ-2 приведены в табл. 5.

Также нетрадиционным сырьем для получения АУ могут быть косточки, скорлупы различных плодовых деревьев (абрикоса, миндаля, грецкого ореха, персика, сливы и др.), которое в настоящее время выбрасывается как отходы.

Было изучено влияние температуры (300-900°C), времени (0,5-3 ч) и активатора (водяной пар) на процесс формирования пористой структуры образцов АУ. Найдены оптимальные параметры карбонизации и активации водяным паром, при которых наблюдался наибольший выход готового продукта (до 30%) и одновременно формирование развития микропористой структуры (удельная поверхность $S_{БЭТ}$ до 900 м²/г).

Новые АУ по ряду физико-химических характеристик находятся на уровне промышленных образцов. В 2003-2006 годах фирмой ООО «BOSQON» разработана опытно-промышленная установка для получения зерненного, дробленного АУ (ДАК) и осветляющего порошкообразного АУ (ОУ-А) на основе косточковых скорлуп абрикоса, миндаля, грецкого ореха, также шипов древесины. Установка для получения ДАК и ОУ-А имеет проектную производительность 50 т/год.

Разработан также способ получения гранулированного активированно-ионообменного угля (сульфоуголь) на основе Ангренского угля с высокой механической прочностью в сорбционной установке с упрощением процесса и с увеличением выхода целевого продукта, при котором с целью повышения сорбционной емкости и механической прочности.

Новизна в технологии заключается в использовании ГС в качестве связующего звена, растворенной в 0,1н водном растворе NaOH при температуре 60°C. Преимущества данной технологии: процессы упрощенные и обменная емкость полученного сульфоугля выше, чем у имеющихся аналогов.

Данные анализов показывают, что в результате осуществления процессов по вышеуказанным параметрам получены сульфоуголь с высокой механической прочностью, хорошими ионообменными свойствами (до 2,4-3,0 мг-экв/г), удовлетворяющими требованиям современных стандартов (табл. 6).

Сульфоуголь обладает высокой эффективностью при очистке сточных вод от щелочных и тяжелых металлов, а также радиоактивных элементов.

Возможные сферы применения сульфоугля: а) Теплоцентрали; б) АО «УзЭНЕРГОТамирлаш»; в) Очистные сооружения предприятий.

Таблица 6

Физико-химические характеристики сульфоугля

Наименование показателя	Единица измерения	Нормы
Класс продукта		
Зерненный	мм	0,5-5
Данные технического анализа		
Общая влага	%	20-30
Статическая обменная емкость	мг-экв/г	2,4-3,0
Динамическая обменная емкость	г-экв/л	250-298
Механические свойства		
Насыпная плотность	г/см ³	0,65-0,75
Прочность на раздавливание	МПа	2,95-3,50
Прочность на истирание	%	89

Ожидаемые результаты от использования сульфоугля: а) обеспечивает лучшую очистку при водоподготовке в котельных теплоцентралей; б) способствует улучшению чистоты технической воды с доведением до санитарных норм; в) ориентировочная экономическая эффективность от использования 1 тонну сульфоугля для водоподготовки составит 2 млн. сумов.

Таким образом, большой интерес представляет производство сорбентов на основе Ангренского бурого угля, Бойсунского и Шаргунского образцов углей. Практическое налаживание их производств в промышленном масштабе, в первую очередь, позволит отказаться от покупок из-за рубежа дорогостоящих сорбентов.

В настоящее время для решения многих экологических проблем эффективно используются ионообменные сорбенты, полученные на основе природной целлюлозы для очистки сточных вод и газовых выбросов в атмосферу. Особый интерес представляют химические средства, полученные на основе -полиангидро- β -D-глюкозы (целлюлозы) содержащейся во всех типах растительного сырья.

В целях разработки целлюлозосодержащих сорбентов были взяты рисовая соломка, лузга, скорлупы косточек абрикоса и миндаля, древесные опилки и др. Для активации сырье измельчается до нужной степени дисперсности и при тщательном перемешивании при температуре 90-100°C в течение 30 минут обрабатывается 1%-ным раствором NaOH. После фильтрации смесь образцов промывали горячей дистиллированной водой до нейтральной реакции с последующей сушкой при 105°C в течение 1 ч и охлаждением. Большое количество целлюлозы после щелочной обработки обнаружено в образцах на основе скорлупы косточек абрикоса (42,5%), в скорлупе косточек миндаля -41%, опилках древесины -32,1%, отходах хлопковых волокон -95,6% и в рисовой соломке -27,9%. Наибольшее содержание лигнина установлено в случае косточкового отхода миндаля в количестве 31,5%, в случае абрикоса 29,9%, опилок древесины -21,2% и для рисовой соломы 20,1%, а наименьшее (0,12%) содержание лигнина- в образце из отходов хлопковых волокон исследования показали, что в

вышеуказанных образцах имеются также некоторые количества легко гидролизных веществ.

Различные породы растений состоят в основном из одних и тех же главных компонентов. Зная химический состав растения, можно дать правильную оценку пригодности его для технологического использования, в производстве сорбентов для получения 80-82% целлюлозы из рисовой лузги использован 3%-ный раствор едкого натра.

Результаты проведенных исследований показывают, что при обезлигниновании образцов важную роль играет температурный режим: при 80-90°C выход целлюлозы не превышает 65-75%. Обезлигнинование при температуре 100-105°C в течение 1 ч степень выхода целлюлозы повышается до 80-82% (рис. 3). Определение зависимости временного фактора от выхода целлюлозы, полученный из рисовой лузги при установленных параметрах, выявлено, что проведение процесса обезлигнинования в течение более 2-3 ч на выход целлюлозы не оказывает влияния.

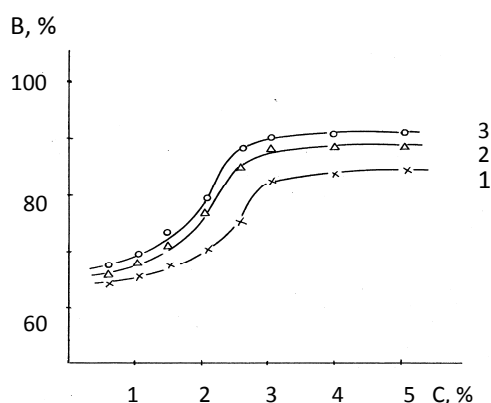


Рис. 3. Зависимость выхода целлюлозы из рисовой лузги (В, %) от концентрации едкого натра (С, %) при различных температурах: 80°C; 2- 90°C; 3- 100°C

Приготовленные таким образом различные целлюлозные образцы далее подвергались химическому воздействию, (реакция этерификации) растворами фосфорной кислоты (22%), карбамидом с получением фосфорнокислых эфиров целлюлозы (ФЭЦ), обладающих высокими сорбционно-ионообменными свойствами.

Получение ФЭЦ на основе целлюлозы из рисовой лузги вышеуказанным методом находится в зависимости от дисперсности (табл. 7), чем меньше номинальный размер частиц, тем выше обменная емкость ионообменного сорбента. Повышение температуры этерификации, более 80°C, выбранных образцов размерами 1,0 мм, не оказывает влияния на обменную емкость катионита.

Применение фосфорной кислоты для этерификации целлюлозы из рисовой лузги позволяет существенно улучшить целевые свойства ионообменного сорбента. Так, существенно не изменяя степени замещения водорода гидроксильных групп целлюлозы на остатки кислот, можно варьировать длиной цепей эфирных групп, при этом количество протонов, способных участвовать в реакциях ионного обмена, возрастает, что приводит к

увеличению обменной емкости сорбционного ионообменника. В зависимости от условий проведения реакции (состава пропиточной ванны, температуры и времени термообработки), а также исходного сырья (тип целлюлозы и дисперсность) можно получить материалы, содержащие 3,2-11,5% фосфора и имеющие ионообменную емкость более 8 мг-экв/г.

Таблица 7

Параметры процесса получения ФЭЦ и статистической обменной емкости полученных ионообменников с различной дисперсностью

Соотношение целлюлоза–этерифицирующая смесь, г/г	Температура этерификации, °С	Номинальный размер частиц, мм	Содержание фосфора (P), масс. %	Статистическая обменная емкость по 0,1н NaOH, мг-экв/г
Исходная лузга	-	1,0	0,02	-
2,9 - 1	80	0,1	13,8	9,0
2,8 - 1	80	0,16	13,0	8,8
2,7 - 1	80	0,25	12,3	8,5
2,5 - 1	80	0,315	11,8	8,2
2,4 - 1	80	1,0	11,5	8,0

Опыты показали, что в случае применения фосфорной кислоты в присутствии карбамида, повышается количество связанного фосфора в составе образца при увеличении времени обработки до 30 минут, т.е. вследствие повышения степени этерификации, наблюдается увеличение степени конденсации фосфора в составе эфирной группы.

Обнаружено, что в ФЭЦ содержание фосфора находится в пределах 11,5-15,4%, обменная емкость приготовленных сорбентов в пределах 3,7-12 мг-экв/г, а динамическая обменная емкость -290-300 г-экв/л.

Рентгеновские дифрактограммы для исходной рисовой соломы, скорлупы косточек абрикоса, древесных опилок и сорбентов ФЭЦ на их основе характеризуются наличием четких кристаллических образований с плоскостными расстояниями при 5,75; 5,6; 4,35; 4,01; 3,1; 2,85 Å. Это, указывает на определённую степень упорядоченности в микроструктуре ФЭЦ.

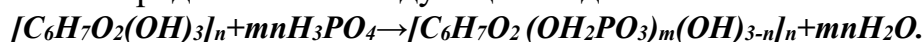
Таким образом, можно сделать вывод о том, что влажно-тепловая обработка с растворами NaOH, затем этерификация фосфорной кислотой в присутствии карбамида приводят к разупорядочиванию структурных элементов и снижению степени упорядоченности макромолекул целлюлозы. Полученные данные подтверждают тот факт, что влажно-тепловая обработка разрыхляют структуру растительных целлюлоз в большой степени. Результаты прямых структурных исследований, проведенных методом рентгенографии, подтверждают данные, полученные аналитическими методами.

В случае сорбентов, получаемых на основе природной целлюлозы растительного происхождения, особо важную роль играют их термохимические свойства, знание которого позволит оценить эксплуатационные характеристики исследуемых сорбентов при различных температурах и найти эффективные способы повышения их сорбционной активности. Результаты комплексных термохимических исследований, полученные при проведении дифференциально-термических (ДТА) и термогравиметрических (ТГ)

анализов, дают полную характеристику образцов. Так, на основании исследований по изучению химической структуры и термических свойств можно сделать вывод о наличии огнестойкости полученных ионообменных сорбентов за счет введения фосфора и образования ФЭЦ.

Целлюлозный ионообменный материал в виде ФЭЦ, в сравнении с синтетическими сорбционными средствами, имеет ряд преимуществ: такие как более развитая активная поверхность, легкая доступность функциональных групп, высокие скорости ионного обмена и сорбции, которые говорят о целесообразности их использования в мониторинге защиты окружающей среды.

Уравнение химической реакции между целлюлозой и фосфорной кислотой можно представить в следующем виде:



В элементарном звене целлюлозы -полиангидро- β -D-глюкозы содержатся три гидроксильные группы, поэтому полнота завершенности реакции характеризуется количеством замещенных ОН-групп. Одним из таких показателей является степень замещения, m - число замещенных гидроксильных групп в одном элементарном звене.

Очевидно, что m может изменяться от 0 до 3. Однако, в ряде случаев в зависимости от условий реакции происходит замещение одной гидроксильной группы. Поэтому для удобства принято пользоваться понятием степени этерификации - γ . Степень этерификации -это число замещенных гидроксильных групп, по 100 -полиангидро- β -D-глюкозидных остаткам, следовательно, γ -изменяется от 0 до 300, т.е. чем больше степень замещения, тем больше обменная емкость сорбента.

Микропористость ионообменных материалов можно оценить при помощи метода сорбции паров жидкостей. Так, например, получены данные по сорбции паров воды для исходной измельченной косточек урюка, косточек миндаля, рисовая солома, древесная опилка и ФЭЦ на их основе (табл. 8). При соприкосновении целлюлозных материалов с парами жидкостей определяющим фактором является сорбция, т.е. объемное поглощение паров целлюлозными материалами.

Таблица 8

Сорбция паров воды и сорбционные характеристики сорбентов при 25°C

Образцы	Сорбционная способность, X_m , г/г	Удельная поверхность, $S_{уд}$, м ² /г	Суммарный объем пор, W_o , см ³ /г	Радиус пор, r_k , А°
косточек урюка (исх.)	0,0188	66,082	0,100	30,2
косточек урюка (ФЭЦ)	0,0222	78,114	0,125	32,0
косточек миндаля (исх.)	0,0205	72,068	0,150	41,6
косточек миндаля (ФЭЦ)	0,0189	66,560	0,103	30,9
Рисовая солома (исх.)	0,0137	48,135	0,190	78,9
Рисовая солома (ФЭЦ)	0,0095	33,425	0,320	191,4
Древесная опилка (исх.)	0,0171	60,106	0,096	31,9
Древесная опилка (ФЭЦ)	0,0028	9,97	0,480	962,8

Видно, что все эти целлюлозные материалы в той или иной степени поглощают пары воды. Изотермы сорбции паров воды исходной целлюлозой

и его эфирами почти аналогичны. Такой вид изотермы, однако, показывает, что использование адсорбции паров воды иногда приводит к заниженным значениям удельной поверхности. Если на любом из этих образцов сорбентов присутствуют гидроксильные группы, они через водородную связь воздействуют на сорбент и таким образом усиливают взаимодействие адсорбат-сорбент. По-видимому, это приводит к возрастанию значения силы отталкивания, вследствие чего изотерма адсорбции образцов будет относиться ко II-типу. Насыщение образцов достигается не потому, что занята вся поверхность сорбента, а потому, что заполнен объем микропор.

Таким образом, во втором разделе описаны работы по синтезу сорбентов, состоящих в основном из КПП Нуратинского месторождения, Ангреновского угля и ФЭЦ из целлюлозосодержащего растительного сырья с изучением их физико-химических, сорбционно-ионообменных свойств.

В третьей главе «Технологии получения высокоэффективных сорбентов на основе природных и вторичных местных сырьевых ресурсов» представлены результаты по разработке опытно-промышленной установки для получения сорбентов на основе КПП и целлюлозного отхода для очистки воды. Разработанная установка предназначена для производства различных сорбционных материалов, используемых для очистки воды от радиоактивных загрязнений и нефтепродуктов. После химической обработки КПП (соотношения КПП:вода или раствора кислоты 1:3,5-4,0) подвергается отстаиванию в течение 30 минут, после чего вода сливается и разделенная паста с 30-35%-ной влажностью подается на шнеково-прессующий механизм с фильерой. Пасту в виде цилиндрических струек диаметром 8-10 мм подаются на сушильный аппарат, в котором осуществляется сушка в течение 60-65 минут при температуре 100-105°C.

Таблица 9

Физико-химические характеристики сорбента

Наименование показателя	Нормы
1. Внешний вид, цвет	Гранулы светло коричневого цвета
2. Запах	Без запаха
3. Дисперсность: массовая доля, % (мм);	
массовая доля в %, 0,25 мм	30
массовая доля в %, 0,315 мм	30
массовая доля в %, 0,5 мм	20
массовая доля в %, 1,0 мм	10
массовая доля в %, 1,5 мм	9,5
массовая доля в %, 2,0 мм	0,5
4. Массовая доля нерастворимого остатка сорбента в воде, %.	100
5. Насыпная масса, г/см ³	0,54-0,56

Термическая активация массы проводится в трубной печи в течение 6-7 минут при 850°C, в которую высушенная масса подается с помощью транспортера. Затем термоактивированная масса подается на измельчитель, пропускается через ситовый отборник, и крупная фракция направляется на дополнительное измельчение с помощью транспортера. Мелкодисперсная

фракция (менее 0,25 мм) отбирается отдельно для получения конечной продукции, которая может быть использована для коагуляционной очистки воды от нефтепродуктов. Готовый сорбент упаковывается в специальные полиэтиленовые мешки (табл. 9).

Следует указать, что аналитический контроль производства проводится по наиболее важным критериям качества продукции, т.е. по фракционному составу и объемной массе.

Разработанная технология позволяет производить сорбенты на основе местной КПП для очистки сточных вод, а также для первичной очистки добываемых нефтью ее продуктов и газоконденсатов от механических примесей и воды с целью стабилизации состава. У сорбентов обнаружена способность поглощения примесей, содержащихся в сточных водах, а также сорбирования радиоактивных элементов при очистке воды. Промышленная себестоимость сорбента составляет 338 тыс. сум за 1 т.

Разработанная технология по синтезу катионит целлюлозного фосфорированного (КЦФ) позволяет получить материал с повышенной обменной емкостью на основе вторичных ресурсов -рисовой лузги, который можно использовать при очистке сточных вод от радиоактивных элементов, а также при очистке подземных и поверхностных вод от ионов тяжелых металлов и др. токсичных компонентов.

Основными технологическим стадиями синтеза являются: -подготовка сырья и реагентов; -загрузка сырья и реагентов в перемешивающий реактор; -активация и фильтрация дисперсной массы; -промывка активированной массы; -сушка; -загрузка активированного и просушенного сырья и этирифицирующих реагентов в перемешивающий реактор; -фильтрация дисперсной массы от избытка этирифицирующей смеси; -этерификация; -промывка полученного продукта; -фильтрация КЦФ; -сушка КЦФ до кондиционной массы; -упаковка готового продукта.

Измельченная целлюлозная масса 15% раствором едкого натра (модуль ванны 1:10) перемешивается в течение 2 ч при температуре активирующего аппарата 90-105°C. Далее смесь нейтрализуются, от фильтруются и полученная масса высушивается при 100-105°C в течение 1 ч и переносится в этерификационный реактор, где перемешивается с этерифицирующим агентом при 25-45°C в течение 30 минут. В реакторе соотношение целлюлоза:этерификационная смесь должно быть 1:3 соответственно. После этерификации смесь разделяется в фильтрационной установке. Целлюлозная масса подается в этерифицирующий аппарат, где этерифицируются в течение 30±5 минут при температуре 80±5°C.

Аналитический контроль производства проводится по основным критериям качества продукции: -статическая обменная емкость (СОЕ), мг-экв/г; динамическая обменная емкость с заданным расходом регенерирующего вещества, мг-моль/л; гранулометрический состав, содержанием зерен размером, %; массовая доля влаги.

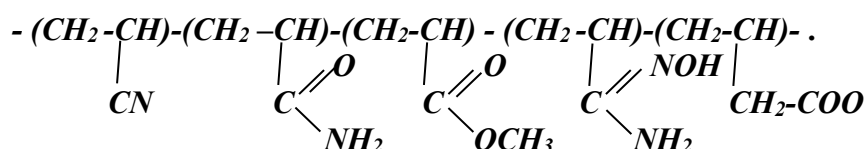
Таким образом, разработан новая технология получения сорбционно-ионообменного материала марки КЦФ с повышенной обменной емкостью на

основе -рисовой лузги, представляющий собой полидисперсный материал: внешний вид, цвет гранулы -светло коричневая; обменная емкость -8,0-11,5 мг-экв/г; дисперсность -от 0,5 до 1,25 мм -65%; более 1,25-10 мм -25%; 0,5 мм не более 10%; более 0,7 мм -10-15%; менее 0,25 мм не более -5%; плотность -1,285 г/см³; набухаемость -239-275%.

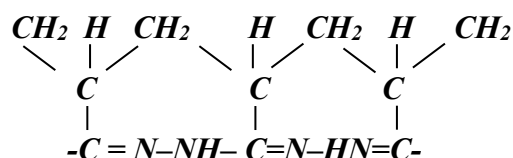
Для оптимизации условий процесса этерификации при получении КЦФ был использован метод математического планирования эксперимента Бокса-Уильсона. С этой целью, на основании экспериментальных данных, были определены основные факторы, влияющие на процесс этерификации. При этом были установлены некоторые закономерности процесса от изменения различных факторов на установке. Принцип работы установки соответствовала промышленной технологии и найдены условия, которые обеспечивают максимальную степень этерификации: содержание фосфорной кислоты -28 масс.%, карбамида -42 масс.%, воды -30 масс.% (от общей массы этерифицирующей смеси). Соотношение этерифицирующей смеси и целлюлозы (модуль ванны) 3:1 соответственно.

Перспективным направлением при создании сорбционных материалов являются химические превращения в макромолекулах и получения высокомолекулярные полимерные соединения различной химической структуры и свойств. Особый интерес представляют полимеры на основе полиакрилонитрила (ПАН). Так, для получения сорбционно-ионообменных материалов важное значение имеют полимераналогичные превращения нитрильных групп. К примеру, в результате взаимодействия с нейтрализованным солянокислым гидроксиламином происходит образование оксимных групп.

Следует отметить, что при этом не исключается возможность образования и карбамидных групп в макромолекуле. Таким образом, в результате оксимирования образуется сополимер сложного строения:



Циклизация и реализация межмолекулярных связей способствует образованию полимерной сетки, которая протекает по следующей схеме:



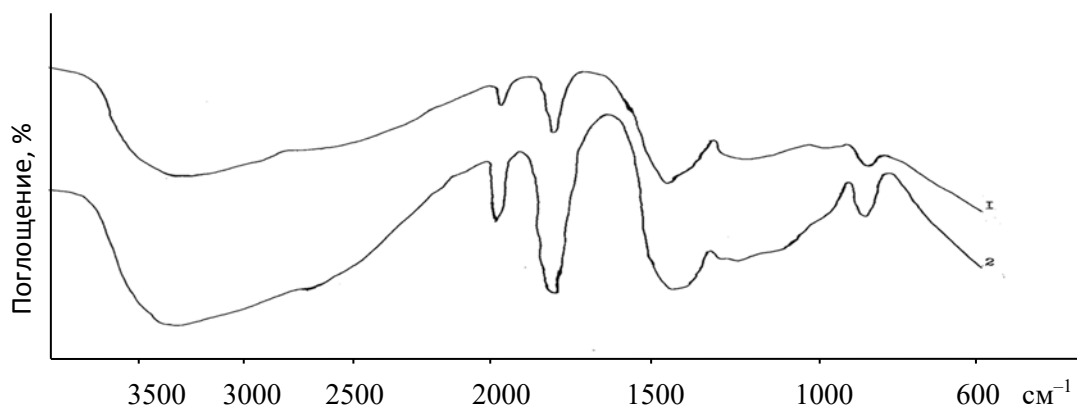
Очевидно, сорбенты в виде ФЭЦ в качестве второго компонента могут быть включены в состав модифицированной анионообменной циклической полимерной сетки ПАН. Варьируя составом можно регулировать количество и структуру содержащихся в макромолекуле функциональных групп.

Отметим, что при помощи образцов ФЭЦ, полученных на основе рисовой соломы, древесных опилок, косточек скорлупы миндаля, абрикоса и

грецкого ореха действительно нетрудно создать высокоэффективного ионообменника с полиамфолитными свойствами.

В технологии получения полиамфолита заключается в обработке смеси, составляющей из 12%-ного раствора сополимера (ПАН 92,5%; метакрилат 6,0%; итаконовая кислота 1,5%) –компонент-1 и ФЭЦ –компонент-2 (смесь компонентов 1 и 2 в различных соотношениях) в 51,5%-ном водном растворе роданистого натрия и высаживания нейтрализованного раствора гидроксил-амина. Обработку проводят при температуре 90-95°C в течение 15-20 минут, при этом модуль ванны 30-40. Обменная емкость полиамфолита достигает по 0,1н NaOH 11,12 мг-экв/г и по 0,1н HCl -3,1 мг-экв/г.

В ИК-спектрах полученных полиамфолитов наблюдается полоса поглощения при 1700 см^{-1} , принадлежащая карбоксильным группам. Кроме того, между полосой поглощения карбоксилатной группы и полосой C=O сложноэфирной группы проявляется еще одна полоса 1655 см^{-1} , принадлежащая, по-видимому, к -NH_2 группам. В зависимости от температуры обработки, концентрации гидроксил-амина в растворе и соотношения компонентов в ИК-спектрах проявляются с различной интенсивностью полосы поглощения при 2030 см^{-1} , 2220 см^{-1} . В области валентных колебаний $3300\text{-}3500\text{ см}^{-1}$ наблюдаются полосы поглощения, относящиеся к симметричным и антисимметричным колебаниям -NH_2 группы, а также к гидроксилу оксимной группы.



1) ФЭЦ:ПАН – 1:1,1; 2) ФЭЦ:ПАН – 1:0,1.

Рис. 4. ИК– спектры сорбционно-ионообменного полиамфолита

Таким образом, основным направлением реакции нитрильных групп воздействием нейтрализованного гидроксил-амина является образование оксимных и карбамидных групп в полимерном субстрате. При этом не исключается возможность образования химических связей между компонентами смеси, то есть между ФЭЦ и вновь образованными полиоксимами (рис.4).

Для оценки степени упаковки структурных элементов в оксимированных ПАН, помимо прямого определения плотности, были изучены их сорбционно-ионообменные свойства (табл. 10).

Как видно значения $S_{уд}$ растут с увеличением обменной емкости ПАН, исходной целлюлозы, ФЭЦ на её основе и полиамфолита. Высокие значения

$S_{уд}$ являются кажущимися, так как с возрастанием обменной емкости ПАН увеличивается сродство с водой, т.е. оксимирование полимерного субстрата приводит к повышению гидрофильности волокна, вследствие этого увеличивается значение $S_{уд}$. Рост значений плотности свидетельствует о более плотной упаковке структурных элементов ПАН.

Таблица 10

Значения $S_{уд}$ и плотности модифицированных ПАН, целлюлоз, ФЭЦ и полиамфолита

Обменная емкость, мг-экв/г			$S_{уд}$, м ² /г	Плотность, г/см ³
ПАН модифицированный	Растительная целлюлоза	Соотношение ФЭЦ:ПАН		
Исходный			35,7	1,1925
Модиф. -4,4			284,7	1,3417
Модиф. -5,2			222,1	1,4088
Модиф. -6,5			288,0	1,3985
	Исходная		212	1,3409
		Полиамфолит 1:1,1	112	1,1786
		Полиамфолит 1:0,1	186	1,2012
	ФЭЦ -8,0		112	1,2850

Четвертая глава «Сорбционная очистка сточных вод» посвящен описанию результатов, полученных при проведении экспериментов по очистке подземной воды бывших урановых рудников поселка Чаркесар (Папский район Наманганской области) с использованием новых сорбционно-ионообменных материалов.

Условия очистки: в первом варианте, колонке находятся КПП, обработанный водой и термически активирован при 850°С в течение 5 минут.

Во втором варианте колонка, заполненная КЦФ в ОН-форме. Проведенные испытания показали, что степень очистки достигается 100% в отношении β -активности ²²⁶Ra, 40,8-49,5-73,0% по ⁴⁰K- ²¹⁴Bi- ²²⁸Ac соответственно. Было установлено, что высокой эффект наблюдается в случае наличия сорбента КПП и совместного использования КЦФ для улавливания урана при степени очистки 98,4-98,9%. Испытания показали, что разработанные образцы сорбентов имеют сорбционную активность и по золоту, лантану, кальцию, барию, скандию. Эффективность очистки от ионов тяжелых металлов Mo, Cd, Hg достигает 98,5; 77,6; 60% соответственно, при исходном содержании ионов металлов в воде соответственно 0,420, 0,021, 0,00088 мг/л.

Химический анализ очищенной воды Марджанбулакской золото-извлекательной фабрики (МЗИФ) и воды показывает сорбционной способности образцов по улавливанию Ag⁺, Cu⁺², Mo⁺⁶, Au⁺³, Cd⁺², Hg⁺², Al⁺³, Be⁺². Степень очистки достигает величин, равных соответственно, 99,9%, 99,5%, 98,5%, 96,2%, 77,6%, 60%, 44,7% и 59,6%. Полученные данные свидетельствуют о селективности сорбентов по отношению к различным типам металлов. Следует отметить, что концентрации компонентов после очистки находятся ниже ПДК.

Установлено, что при использовании полиамфолита с целью извлечения Mo(VI)-, Ni(II)-ионов, значения обменной емкости зависят от pH среды.

Образцы катионообменного материала (с обменной емкостью 10,2 мг-экв/г по 0,1н NaOH) и анионообменного материала (с обменной емкостью 2,67 мг-экв/г по 0,1н HCl) характеризовались обменной емкостью для Ni(II)-ионов от 157,6 до 314,5 мг-экв/г. При изменении pH от 3,1 до 3,35 максимальное значение статической обменной емкости при извлечении анионов MoO₄²⁻ для анионообменного образца составило 103,2 мг-экв/г при pH 11.

Таблица 11

Данные об извлечении катионов Ni²⁺ из растворов NiCl₂ и анионов MoO₄²⁻ сорбентами на основе местного сырья

pH раствора	Обменная емкость, мг-экв/л			
	Катионная		Анионная	
	по Na ⁺	по Ni ²⁺	по Cl ⁻	по MoO ₄ ²⁻
3,1	11,1	84,5	-	-
	10,2	157,6	2,67	-
3,35	11,1	157,8	2,72	-
	10,2	314,5	-	-
7,0	0,45	-	11,6	85,6
11,0	2,65	-	9,0	103,2

Была найдена статическая обменная емкость полиамфолита 0,1н растворами Na₂MoO₄ и NiCl₂ в зависимости от различных значений pH (табл. 11) при емкости моно слоя 1,83 ммоль/г при 20°C, удельной поверхности 115 м²/г, предельной сорбции 20,6 моль/г и значения предельного сорбционного слоя 0,37. Выявлено также, что обменная емкость с ростом значений pH возрастает незначительно. Преимущественные свойства анионообменного материала проявляются при pH 11, а катионообменного образца - при pH 3,35.

Исследования по извлечению катионов Ni²⁺ и MoO₄²⁻ из разбавленных 0,1-0,2н растворов NiCl₂ и Na₂MoO₄ показали, что значения обменной емкости полиамфолитов по никелю составили более 150 мг-экв/г, а по молибдену - более 100 мг-экв/г.

Для извлечения радионуклидов из воды рудника Чаркесар использовались полиамфолитные сорбенты, в составе которых ФЭЦ и ПАН были в различных соотношениях в виде как в H⁺, так и OH⁻ формах. При применении образца №5 (табл. 12) была обнаружена самая высокая эффективность поглощения урана.

Таблица 12

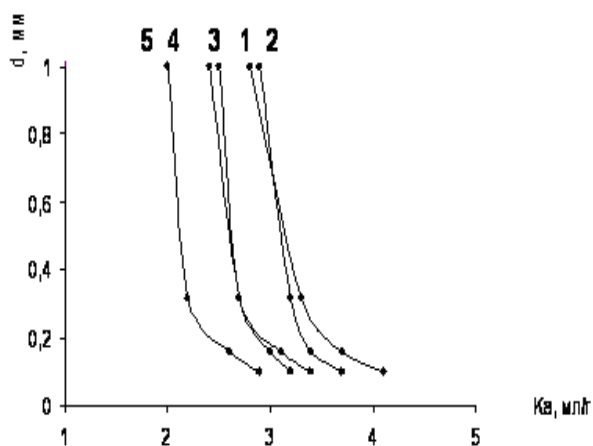
Зависимость количества извлеченного урана из воды Чаркесар от соотношения компонентов в полиамфолитном материале

№	Объем воды, мл	Соотношение ФЭЦ:ПАН	Форма Ионобменников	Уран, поглощенный из раствора, мкг/г	Уран, оставшийся в растворе, г/л
1	50	1:0	OH ⁻	117	0,00154
2	50	0:1	H ⁺	113	0,000062
3	50	1:1	H ⁻	71	0,000116
4	50	1:1	OH ⁺	82	<0,00002
5	500	1:1	OH ⁻	337	0,00192
6	500	1:1	H ⁺	48	0,00214

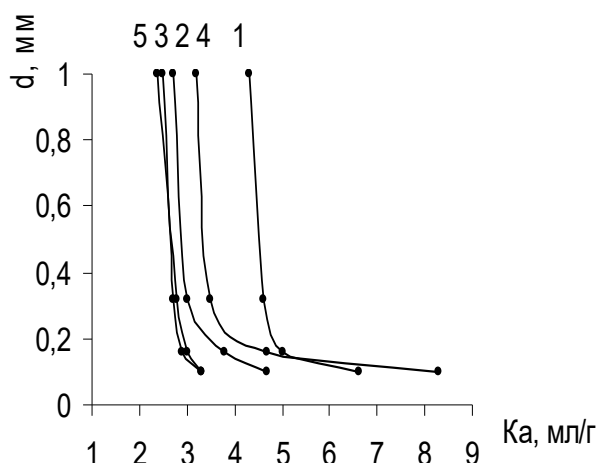
Таким образом, разработанные образцы полиамфолитов в катионообменной и анионообменной формах, обладают высокоразвитой активной поверхностью.

Проведенные комплексные исследования по очистке воды от нефтяных загрязнений, основанные на процессах сорбции, ионного обмена и последующего осаждения показали, что модифицированные сорбенты, приготовленные на основе КППГ и ФЭЦ эффективно очищают воду от нефти и нефтепродуктов при степени очистки более 98-99%, отмечено дополнительное улавливание различных ионов -катионы кальция и магния, обуславливающих жесткость воды (рис. 5 и 6).

Установлено, что кинетика сорбции нефти и нефтепродуктов в случае сорбционных ионообменников на основе растительного сырья и КППГ, достигает равновесия в течение нескольких секунд, при этом коэффициент сорбции (K_a) у исходных образцов повышается с увеличением дисперсности сорбентов, а расход (г/100 мл) уменьшается (рис. 5).



1-исходная рисовая солома;
2- исходная скорлупа косточек абрикоса; 3- исходная скорлупа косточек миндаля; 4- исходная древесная опилка; 5- исходная КППГ.
Рис. 5. Зависимость коэффициента сорбции исходных сорбентов от их дисперсности при очистке воды от нефти



1- ФЭЦ на основе рисовой соломы;
2- ФЭЦ на основе скорлупы косточек абрикоса; 3- ФЭЦ на основе скорлупы косточек миндаля; 4- ФЭЦ на основе древесной опилки;
5-модифицированная КППГ.
Рис. 6. Зависимость коэффициента сорбции модифицированных сорбентов от их дисперсности при очистке воды от нефти

После химической модификации образцов (ФЭЦ и КППГ) величина K_a повышается более, чем в два раза (рис. 6). Установлено, что кинетика сорбции нефти и нефтепродуктов в случае сорбционных ионообменников на основе растительного сырья и КППГ, достигает равновесия в течение нескольких секунд, при этом коэффициент сорбции (K_a) у исходных образцов повышается с увеличением дисперсности сорбентов, а расход (г/100 мл) уменьшается (рис. 5).

После химической модификации образцов (ФЭЦ и КПП) величина K_a повышается более, чем в два раза (рис. 6).

Таким образом, коэффициент сорбции (K_a) сорбентов зависит не только от активационных обработок и дисперсности исходных материалов, но и от вида и степени их модификации.

В УДП «Мубарекский ГПЗ» также проведены исследования по очистке воды от нефтепродуктов двухэтапным способом. В различных технологических процессах завода образуется сточная вода в объеме более 1200 м³/сутки. Использовались модифицированный природный неорганический порошкообразный сорбент на основе КПП, порошкообразный АУ марки ААУО-1 и гранулированный АУ марки ААУ-2.

Эксперименты в первом этапе проводились в статических условиях с применением приготовленной смеси сорбентов в соотношении 1:1 на основе КПП и ААУО-1 в количестве 2-6 г/л.

Второй этап проводился в динамических условиях со стоком воды в колонке сверху вниз, в которой размещен активный уголь ААУ-2. Было установлено, что очищенная вода отвечала требованиям ГОСТа. Результаты экспериментов в дальнейшем были использованы для разработки технологических режимов процесса очистки и доочистки воды от нефтепродуктов.

Результаты исследований свидетельствуют, что полученные композиции сорбентов на основе КПП и ААУО-1, эффективно очищают воду от нефти и нефтепродуктов, при этом достигается степень очистки более 70-80% (при расходе на 1 л сточной воды 2 г сорбента). Сорбируемость нефтепродуктов значительно повышается, и равновесие достигается в течение нескольких секунд. Использование ААУ-2 при доочистке степень очистки достигает от 97 до 100%. Было установлено, что ААУ-2 имеет положительный эффект в течение 6-8 месяцев.

В пятой главе **«Использование результатов исследования на практике»** приведены рекомендуемые сорбенты на основе местных сырьевых ресурсов, которые можно использовать при очистке воды от нефтепродуктов, ионов тяжелых металлов и радиоактивных элементов, а так же их изотопов. Выбор сорбционно-ионообменников определяется их сорбционной активностью, ионообменными характеристиками, доступностью, способностью к регенерации и т.п. Очистка сточных вод с использованием сорбционной технологии на основе местных сорбентов является чрезвычайно важной, как с экологической, так и экономической точки зрения.

В шестой главе **«Экономическая эффективность получения и внедрения новых адсорбентов при очистке сточных вод»** приведены результаты экономической эффективности новых местных сорбционно-ионообменных материалов. Выявлено, что ориентировочная экономическая эффективность от использования 1т сорбента «Юнуратит-Бентонит» марки Б при очистке сточных вод от нефтепродуктов составит 5224490 сумов в год. Расчетная экономическая эффективность от использования 1т КЦФ на основе местного сырья, предназначенного для очистки сточных вод от радиоактивных загрязнений, составляет 9979800,6 сумов в год.

Можно заключить, что разработанные новые сорбционно-ионообменные материалы, полученные в производственных условиях из местного сырья, может служить важным заменителем импортных цеолитоподобных и целлюлозных сорбционно-ионообменных материалов.

Ожидаемая экономическая эффективность от использования 1т отечественного активированного угля марки ААУО-1 для очистки сточных вод от нефтепродуктов составляет 4012830 сумов в год.

В ООО «OBIRAVON QURILISH SAVDO» внедрено АУ марки ААУ-2 на основе Ангреного бурого угля. Экономический эффект от использования предложенного ААУ-2 взамен импортного при очистке технической воды составляет 176,0 млн. сумов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании выполненного комплекса исследований по теме «Создание высокоэффективных сорбентов на основе местных сырьевых ресурсов для очистки сточных вод» можно сделать следующие основные научные и практические результаты:

1. Разработка способов модификации природных ресурсов с целенаправленным их использованием, с целью получения новых видов сорбционно-ионообменных материалов управляя режимами модификации, обосновывают возможность получить материалы с необходимыми сорбционно-структурными свойствами.

2. Получение новых сорбентов для очистки вод с кислотнo-термической, водно-термической активацией карбонатно-палигарскитовых глин, исходный материал характеризуются свойствами мезопористой структуры. Физико-химическая активация приводит к образованию микрополостей в структуре сорбентов, кислотнo-термическая модификация глин существенно изменяет химический состав по содержанию SiO_2 , необходимость увеличения температуры после активации в течение 5-ти минут до 850°C рекомендуется для разработки научно-технологических основ, связанных с повышением образования пористой структуры.

3. Повышение прочности сорбентов на основе ангреного угля с использованием госсиполовой смолы, впервые разработан способ производства активных углей и сульфоугля, обладающих повышенной прочностью и сорбционно-ионообменной активностью, предназначенных для сорбции вредных веществ из газа и жидкостей. Рекомендуется разработка научной и практической основы направленной на перспективность модификации углеродных сорбентов различными органическими соединениями с целью формирования новых физико-химических, механических, сорбционных свойств, а также способных заменить импортные аналоги.

4. Впервые созданы новые катионообменные сорбенты с повышенными физико-механическими ($1,08-4,45 \text{ кгс/мм}^2$) и ионообменными свойствами (порядка 10 мг-экв/г) на основе фосфорнокислых эфиров целлюлозы. Установлены факторы, влияющие на обменную емкость сорбента и выход исходной целлюлозы, концентрацию реагентов, температуру, время этерифи-

кации и объем фосфорной кислоты. Исследования, относящиеся к физико-химическим, сорбционным и плотностным характеристикам ионообменников могут служить основой для разработки технологии их получения.

5. Рекомендуются получение высокомолекулярных полимерных материалов с различной химической структурой и ионообменными свойствами (по 0,1н NaOH до 11,12 мг-экв/г и по 0,1н HCl до 3,1 мг-экв/г), при помощи изучения процессов происходящих при синтезе полиамфолитов модифицированной анионообменной циклической полимерной сетки полиакрилонитрила с добавлением фосфорнокислых эфиров целлюлозы, их химических превращений в макромолекулах.

6. Изучение сорбционно-ионообменной селективности модифицированных сорбентов по отношению к вредным примесям позволило обосновать определяющую роль природы функциональных групп в процессе извлечения, а также влияния пористой структуры на сорбцию различных ионов из сточных вод.

7. Выявлена ионообменная активность и избирательность сорбента к радиоактивным элементам (в основном к урану, где степень очистки достигает 98,4-98,9%, при исходном содержании урана в воде 1700 мкг/л) и тяжелым металлам (где степень очистки достигает 98,5; 77,6; 60% соответственно по Mo, Cd, Hg), установлена степень эффективности ионообменников и рекомендуется использовать при очистке воды от урана, ионов тяжелых металлов и нефтепродуктов.

8. Разработана двухступенчатая сорбционная очистка сточных вод от нефтепродуктов с применением местного неорганического сорбента и активированного угля в статических и динамических условиях. Установлено, что уже после первой стадии очистки и осветления, сорбенты почти на 80% очищают воду от нефтепродуктов. Также обнаружено, что при этом в течение нескольких секунд достигается равновесие, и коэффициент адсорбции сорбентов будет достаточно высоким, с использованием Ангренский активированный уголь-2 достигается 100%-ная степень очистки воды после второй стадии очистки, эта новая технология очистки рекомендуется в сфере промышленности.

9. Предназначены для разработки научно-практических аспектов сорбционной очистки сточных вод с использованием сорбционно-ионообменных материалов на основе угля, карбонатно-палигорскитовой глины и целлюлозы, обеспечения очистки воды в пределах допустимой концентрации, улавливания полезных веществ, улучшения экологической обстановки вокруг объектов, обеспечения возможности повторного использования очищенной воды в производстве.

10. Экономическая эффективность при внедрении предлагаемых технологий и разработанных новых сорбентов по себестоимости составляет: при очистке сточных вод от нефтепродуктов, радиоактивных элементов с использованием 1 т сорбента «Юнуратит-Бентонит» марки Б 5224490 сумов в год; от использования 1 т катионита целлюлозного фосфорилированного составляет 9979800,6 сумов в год; от использования 1 т активированного

угля-1 составляет 4012830 сумов в год; от использования Ангреновского активированного угля-2 взамен импортного GAC-830 при очистке технической воды составляет 176 млн. сум в год.

**ON THE BASIS OF SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES OF DSc.28.03.2018.K/T.04.02
AT TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE
GP «INSTITUTE OF HYDROGEOLOGY AND ENGINEERING
GEOLOGY»**

KUDRATOV AKMALJON

**DEVELOPMENT OF HIGH-PERFORMANCE SORBENTS BASED ON
LOCAL RAW RESOURCES FOR WASTEWATER CLEANING**

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

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

Tashkent –2019

The theme of dissertation doctor of sciences (DSc) was registered in the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B2018.2.DSc/K57.

The dissertation has been carried out the GP «Institute of hydrogeology and engineering geology».

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

Scientific consultant:

Zokirjon Salimov

Doctor of technical science, professor, academician of AS RUz

Official opponents:

Kulmatov Rashid Anorovich

Doctor of chemical sciences, professor

Kuldasheva Shakhnoza Abdulazizovna

doctor of chemical sciences, leading researcher

Kadirov Khasan Irgashevich

Doctor of technical sciences, docent

Leading organization:

Tashkent state technical university

The defense dissertation will take place on “2” march 2019 at 14⁰⁰ o’clock at the meeting of the Scientific Council on awarding scientific degrees of DSc.28.03/2018.K/T.04.02 at Tashkent chemical-technological Institute (address: 100011, Tashkent, Shaykhontohur region, Alisher Navoi str., 32. Phone: (99871) 244-79-21; Fax: (99871) 244-79-17. E-mail: info@tkti.uz).

The dissertation has been registered in the Information and Resource Center of the Tashkent chemical-technological Institute №__ (address: 100011, Tashkent, Shaykhontohur region, Alisher Navoi str., 32. Phone: (99871) 244-79-20)

Abstract sent out on «__»_____ 2019/
(mailing report №_____ on _____ 2019).

Mutalov Sh.A.

Chairman of the Scientific Council for
awarding of scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor

Pulatov Kh.L.

Scientific secretary of the Scientific Council
on awarding scientific degrees, candidate of technical sciences, docent

Sidikov A.S.

Chairman of the scientific seminar under
Scientific Council on awarding scientific
degrees, doctor of chemical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of doctoral dissertation)

The aim of the research is development and study of the properties of highly efficient import-substituting sorption materials based on local natural mineral, carbon and secondary organic resources for the purification of waste water from heavy metal ions, radioactive elements and oil products.

The objects of research work are carbonaceous, mineral, cellulose containing natural and secondary resources, surface water, groundwater and industrial wastewater.

Scientific novelty of research work is as follows:

for the first time created sorbents based on carbonate palygorskite for wastewater treatment. The regularities of changes in the porous structure of the mineral as a result of modification, increasing the efficiency of sorption;

it was found that during acid-thermal modification of carbonate-palygorskite clay, the SiO₂ content increases by the action of thermal activation at 850°C for 5 minutes the crystal lattice collapses and loosens the microstructure due to decomposition of carbonates and CO₂, and the required volume porosity, density, specific surface area is reached;

methods have been created for the development of activated carbons, sulfoughli with increased strength, high sorption-ion-exchange properties based on local plant wastes, brown and natural stone coals;

cellulose phosphate esters (CPEs) with the increased exchange capacity of about 10 mg-eq/g were created for the first time and the factors influencing the yield of the initial cellulose, the effect of temperature, the esterification time and the volume of phosphoric acid on the exchange capacity of the obtained ion exchanger were established;

for the first time aspects of the nature and nature of the sorption-ion exchange interaction (heterogeneous) between the surface active centers of the matrix of polymers (cellulose phosphate ester and polyacrylonitrile) are substantiated; polyampholyte was created, the exchange capacity of which was 0.1N NaOH up to 11.12 mg-eq/g and 0.1N HCl up to 3.1 mg-eq/g;

the main kinetic regularities, high specific surface areas, sorption mechanisms, low degrees of polyampholyte density, to various anions and cations of metals, radioactive elements, as well as oil products;

the selectivity of the created sorption materials to metal ions of different nature, radioactive elements, and petroleum products are determined.

Implementation of research results. Based on the results of research on the creation of highly efficient import-mixing sorption materials based on local mineral, carbon and secondary organic resources and the development of an effective sorption technology with their use for wastewater treatment from heavy metal ions, radioactive elements and oil products:

obtained patent by the Intellectual Property Agency of the Republic of Uzbekistan (IAP No. 03043, 2006) for a method for producing a palygorskite sorbent, this makes it possible to produce a sorbent for purifying waste water from heavy metal ions;

on the development of targeted measures using local raw materials for the purification of environmental media with a new technology of step-by-step sorption treatment of wastewater from oil products introduced in the US “Mubarek GPP” (Reference of the State Committee of Ecology and Environmental Protection of the Republic of Uzbekistan dated May 28, 2018 No. 03-03/2-2635). As a result, the sorbents almost 70-80% purify water from oil products of the first stage, and the second stage reaches the 100% degree of purification;

for the treatment of underground industrial water from petroleum products in the process of obtaining technical iodine introduced in LLC “Bukhoro-iodine” (reference of the State Committee of Geology and Mineral Resources of the Republic of Uzbekistan dated May 28, 2018 No. 04/10). As a result, the possibility of purifying water from petroleum products with the help of local sorbents and increasing the working capacity of machines and equipment in technology has been created;

theoretical and technological developments in the field of environmental protection were implemented in scientific research works, performed in the SE “Institute GIDROINGEO” (reference of the State Committee of Geology and Mineral Resources of the Republic of Uzbekistan dated May 28, 2018 No. 04/10). As a result, the possibility to use local highly effective sorbing materials in extracting of heavy metal ions, radioactive elements and oil products from groundwater.

The structure and volume of dissertation. The structure of dissertation consists of an introduction, six chapters, conclusion, the list of references and appendixes. The volume of the dissertation is 215 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Салимов З.С., Кудратов А.М., Убайдуллаев Б.Х. Сорбционная очистка сточных вод. – Монография. – Т.: “Фан”, 2010. –Б. 153.
2. Кудратов А.М. Физико-химические основы получения и применения сорбентов на основе органического сырья //Kimyo va kimyoviy texnologiya.– Тошкент, 2009. №3. -Б. 49-54. (02.00.00, №4)
3. Кудратов А.М., Нумонжонов А.Н. Шоли қобиғи целлюлозаси асосида ион алмашувчи сорбент олиш //ТошДТУ хабарномаси. –Тошкент, 2010. №1-2. -Б. 120-123. (02.00.00, №4)
4. Кудратов А.М., Салимов З.С., Негматов С.С. Технология контактной очистки вод на композициях местных сорбентов //ТошДТУ хабарномаси. –Тошкент, 2011. №3-4. -Б. 133-136. (02.00.00, №4)
5. Кудратов А.М., Салимов З.С., Негматов С.С. Изучение свойств фосфорсодержащих ингредиентов для композиционных полиамфолитных сорбентов //Композицион материаллар. –Тошкент, 2011. №2, -Б. 89-90. (02.00.00, №4)
6. Кудратов А.М., Салимов З.С., Негматов С.С. Разработка импортзамещающей технологии получения композиционных сорбентов на основе угля //Композицион материаллар. –Тошкент, 2011. №3. -Б. 20-24. (02.00.00, №4)
7. Кудратов А.М., Салимов З.С., Негматов С.С. Получение и характерные особенности композиционного полиамфолита на основе фосфорсодержащего ингредиента и сополимера полиакрилонитрила //Композицион материаллар. –Тошкент, 2011. №4. -Б. 15-18. (02.00.00, №4)
8. Кудратов А.М., Хошимов У.Ж., Мамаев О.Б. Технология переработки угля и получение альтернативных топлив на его основе //ТошДТУ хабарномаси. –Тошкент, 2013. №1. -Б. 146-150. (02.00.00, №4)
9. Норкулова К.Т., Алимов З.Б., Кудратов А.М., Маматкулов М.М. Комплексная переработка пластовой воды с использованием вакуум-выпарной установки и ее автоматизация //Kimyo va kimyoviy texnologiya. – Тошкент, 2014. №4 -Б. 56-61. (02.00.00, №4)
10. Норкулова К.Т., Алимов З.Б., Кудратов А.М. Комплексная переработка пластовой воды и ее адсорбционная очистка //Узбекский журнал нефти и газ. –Тошкент, 2015. №1. -Б. 28-34. (02.00.00, №4)
11. Кудратов А.М., Салимов З.С., Хамидов Б.Н. Влияние диаметра частиц на пористость и порозность сорбента из местного сырья //Ўзбекистон нефть ва гази. –Тошкент, 2009. №4. -Б. 35-37. (04.00.00, №4)
12. Норкулова К.Т., Алимов З.Б., Кудратов А.М. Разработка технологии производства пресной воды и йодо-бром-магниевого концентрата с использованием вакуум-выпарной установки на нефтегазовых провинциях Узбекистана //Химическая промышленность. -Санкт-Петербург, 2014. №5. - С. 184-188. (02.00.00, №2)

13. Кудратов А.М., Муинов Б.Б. Ион алмашувчилар олишда этерификация жараёнининг математик режалаштириш усули билан кулай шароитини аниқлаш //Ўзбекистон кимё журнали. –Тошкент, 2005. №6. -Б.49-52. (02.00.00, №4)

14. Кудратов А.М. Разработка технологии получения новых видов сорбентов на основе бурого угля Ангренского месторождения //Тоғ-кончилик хабарномаси. –Навоий, 2006. №2. -Б. 35-40. (02.00.00, №4)

15. Кудратов А.М., Шарипов Ш.Р., Вапаев С.Ф. Очистка нефтяных масел с использованием сорбентов на основе глин Нуратинского месторождения //Kimyo va kimyoviy texnologiya. –Тошкент, 2007. №4. -Б. 72-74. (02.00.00, №4)

16. Кудратов А.М., Шарипов Ш.Р., Вапаев С.Ф., Азизов Т.А. Сорбенты на основе глин Нуратинского месторождения //Kimyo va kimyoviy texnologiya. –Тошкент, 2008. №2. -Б. 20-24. (02.00.00, №4)

17. Кудратов А.М. Получение, структура и свойства нового модифицированного ионита //Ўзбекистон кимё журнали. -Тошкент, 2008. №3. -Б. 76-82. (02.00.00, №4)

18. Кудратов А.М. Получение, исследование свойств сорбентов и их применение на основе карбонатно-пальгорскитовых глин //ТошДТУ хабарномаси. –Тошкент, 2008. №4. -Б. 131-135. (02.00.00, №4)

19. Кудратов А.М., Шарипов Ш.Р. Оптимизация процесса регенерации отработанного турбинного масла //Kimyo va kimyoviy texnologiya. –Тошкент, 2008. №4. -Б. 65-67. (02.00.00, №4)

20. Кудратов А.М., Салимов З.С. Разработка технологии получения сорбционно-ионообменных материалов на основе рисовых отходов //Химическая промышленность. -Санкт-Петербург, 2010. №1. -С. 16-22. (02.00.00, №2)

21. Кудратов А.М., Салимов З.С., Негматов С.С. Разработка эффективной технологии контактной очистки сточных вод от нефтепродуктов //Химическая промышленность. -Санкт-Петербург, 2011. №4. -С. 184-188. (02.00.00, №2)

22. Ubaidullayev V.Kh., Kudratov A.M., and Salimov Z.S. Preparation and ion-exchange properties of containing cellulose derivatives from certain plant species // Chemistry of Natural Compounds. –New-York, Vol 40, No.4, 2004. -С. 335-336.

23. Убайдуллаев Б.Х., Салимов З.С., Саидахмедов И.М., Хамидов Б.Н., Кудратов А.М., Абдукаримов Р.С. Способ получения сорбента на основе пальгорскита // IAP №03043. Расмий ахборотнома. - 2006. -№3.

II бўлим (II часть; part II)

24. Кудратов А.М. Сорбенты из местных сырьевых ресурсов для очистки неоднородных жидких систем //Аспирант, докторант, тадқиқотчиларнинг Респуб. илмий-ам. анж. -Тошкент, 2007. -Б. 107-109.

25. Кудратов А.М., Кудратов А.А. Создание новых сорбционно-ионообменных материалов с различной пористостью и структурой для

разделения многокомпонентных углеводородсодержащих газовых и жидких систем //«Кимё фани ютуқлари ва замонавий таълим технологияларини амалиётга жорий қилиш масалалари» Респуб. илмий-ам. анж. маър. тўп. - Тошкент. 2007. -Б. 47-50.

26. Кудратов А.М., Кудратов А.А., Бектурдиев Г.М. Очистка сточных вод от углеводородов с применением неорганических и углеродных сорбентов на основе местного сырья //«Кимё фани ютуқлари ва замонавий таълим технологияларини амалиётга жорий қилиш масалалари» Респуб. илмий-ам. анж. маър. тўп.-Тошкент. 2007. -Б. 90-94.

27. Кудратов А.М. Активированный уголь марки ААУ-2 //Каталог I Республиканской ярмарки инновационных идей, технологий и проектов. -Тошкент. 2008. -Б. 65.

28. Кудратов А.М. Получение композиционных ионообменных материалов для очистки сточных вод //I- Междун. (3 Всеукр.) конф. студ., асп. и мол. уч. в химии и химич. техн. -Киев. 2008. -С. 120.

29. Кудратов А.М., Нумонов А.Н., Кудратов А.А. Сорбционная очистка сточных вод от нефтепродуктов с применением сорбентов на основе местного сырья //«Актуальные проблемы обеспечения интеграции науки, образования и производства». Междун. научно-практ. конф. -Тошкент. 2008. -Б. 143-146.

30. Кудратов А.М. Технология получения осветляющего сорбента активированного марки ААУО-1 //Каталог I Республиканской ярмарки инновационных идей, технологий и проектов. -Тошкент. 2008. -Б. 65-66.

31. Кудратов А.М. Местные сорбционно-ионообменные материалы для очистки неоднородных жидких систем//Научно-практ. конф. мол.уч. «Высокотехнологичные разработки-производству».-Тошкент. 2008. -Б. 30-33.

32. Кудратов А.М., Нумонжонов А.Н. Получение сорбента на основе палыгорскита //I Междун. (3 Всеукр.) конф. студ., асп. и мол. уч. в химии и химич. технол. -Киев. 2008. -С. 32.

33. Кудратов А.М. Изучение влияния диаметра частиц на пористость и порозность сорбента, применяемого при очистке авиакеросина //Респ. научно-техн. конф. «Актуальные проблемы переработки нефти и газа Узбекистана». -Бухоро. 2009. -Б. 64-68.

34. Кудратов А.М. Технология получения катионита марки КЦФ для очистки технической воды //Каталог II республиканской ярмарки инновационных идей, технологий и проектов. -Тошкент. 2009. -Б. 79.

35. Кудратов А.М., Мирзарахимов М.С. Очистка нефтяных дистиллятов глинистыми сорбентами //Респ. научно-техн. конф. «Актуальные проблемы переработки нефти и газа Узбекистана». -Бухоро. 2009. -Б. 98-104.

36. Кудратов А.М., Салимов З.С. Технология получения сульфоугля для очистки воды //Каталог III республиканской ярмарки инновационных идей, технологий и проектов. -Тошкент. 2010. -Б. 51.

37. Кудратов А.М. Создание инновационных технологий производств сорбционных и ионообменных материалов //Современные техники и

- технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития. Междун. научно-техн. конф. -Навои: 2010. -Б. 436-437.
38. Кудратов А.М., Нумонжонов А.Н. Сорбционные характеристики сорбционного материала на основе рисовых отходов //Современные техники и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития. Междун. научно-техн. конф. -Навои: 2010. -Б. 417-418.
39. Кудратов А.М., Абдуллаев М.Э., Хайдаров Ж.А. Эффективная технология очистки сточных вод от нефтепродуктов //Атроф-мухитни мухофаза килишва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш. Респ. илмий-техн. анж. –Фарғона: 2012. -Б. 70-71.
40. Кудратов А.М., Жураев М.Т., Абдуллаев Б.Д. Рекомендация по очистке вод с использованием сорбционно-ионообменной технологии на основе местных сорбентов //Проблемные вопросы гидрогеологии, инженерной геологии, геоэкологии и пути их решения. Респуб. научно-техн. конф. – Тошкент: 2012. -Б. 169-172.
41. Кудратов А.М., Эргашев С., Салимов З.С. Очистка нефтяных дистиллятов на основе отбеливающего действия сорбентов в зависимости от физико-химических свойств, природы обменных катионов //Междун. научно-техн. конф. «Современные проблемы и пути освоения нефтьгазового потенциала недр». -Тошкент. 2013. –Б. 161-167.
42. Кудратов А.М., Норов Ж.Р., Суфиев Н. Доочистка нефтяного дистиллята в результате изменения диаметра частиц сорбента на пористость и порозность //Междун. научно-техн. конф. «Современные проблемы и пути освоения нефтьгазового потенциала недр». -Тошкент. 2013. –Б. 169-172.
43. Кудратов А.М., Хошимов У.Ж. Новые импортозамещающие технологии на основе топливного угля для получения сорбционно-ионообменных материалов //Междун. научно-техн. конф. «Современные проблемы и пути освоения нефтьгазового потенциала недр». -Тошкент. 2013. –Б. 172-174.
44. Кудратов А.М., Анвархужаев Д.Н. Использование эффективных технологий очистки подземных вод в условиях Узбекистана //«Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии, геоэкологии и пути их решения»: Междун. научно-техн. конф. –Тошкент: 2015. -Б. 238-240.
45. Кудратов А.М., Жураев М.Т. Опреснение воды в пустынных районах Навоийской области //«Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии, геоэкологии и пути их решения»: Междун. научно-техн. конф. – Тошкент: 2015. -Б. 247-250.
46. Кудратов А.М., Курбонов Д.А. Деминерализация воды с применением нового сорбента из местного угля //«Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии, геоэкологии и пути их решения»: Междун. научно-техн. конф. –Тошкент: 2015. -Б. 323-325.
47. Кудратов А.М., Жураев М.Т., Кадырходжаев А.А. Использование эффективных технологий очистки подземных вод в условиях Узбекистана //XII– Междун. научно-практ. конф. «Новые идеи в науках о Земле». –Москва 2015. -С. 154-155.

48. Кудратов А.М., Назаров Ж.С., Хакимов Н.А., Абдуганиев Ш.Ш. Сорбенты для водоподготовки на пищевой промышленности //Респ. научно-практ. конф. «Химич. технол. и иновационные идеи равитии промышленных технологий пищевой промышцленности», II-часть.-Наманган. 2016. –Б. 25-27.

Автореферат “Kimyo va kimyo texnologiyasi” журнали
таҳририятида таҳрир қилинди.

Бичими 60x841/16. Ризограф босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табоғи: 4,5. Адади 100. Буюртма № 33.
Баҳоси келишилган нархда.
«Тошкент кимё-технология институти» босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.