

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc27.06.2017.К.01.03
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ
БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ

РУСТАМОВ МАҲАММАСИДИК КУКАНБАЕВИЧ

**«НИТРОН» ТОЛАСИНИ КАРБАМИД БИЛАН МОДИФИКАЦИЯЛАБ,
СИНТЕЗ ҚИЛИНГАН ЯНГИ АНИОНАЛМАШУВЧИ СОРБЕНТНИНГ
ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИ**

02.00.04 – Физикавий кимё
02.00.06 – Юқори молекуляр бирикмалар

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

Тошкент – 2020

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

Рустамов Махаммасидик Куканбаевич

«Нитрон» толасини карбамид билан модификациялаб, синтез қилинган
янги анионалмасувчи сорбентнинг физик-кимёвий хоссалари..3

Рустамов Махаммасидик Куканбаевич

Физико-химические свойства нового анионообменного сорбента,
синтезированного модификацией волокна «Нитрон» карбамидом..21

Rustamov Makhammasidik

Physico-chemical properties of the new anion-changing sorbent synthesized
by modification of fiber «Nitron» by carbomide.....39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....42

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ Sc27.06.2017.К.01.03
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ
БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ

РУСТАМОВ МАҲАММАСИДИК КУКАНБАЕВИЧ

**«НИТРОН» ТОЛАСИНИ КАРБАМИД БИЛАН МОДИФИКАЦИЯЛАБ,
СИНТЕЗ ҚИЛИНГАН ЯНГИ АНИОНАЛМАШУВЧИ СОРБЕНТНИНГ
ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИ**

02.00.04 – Физикавий кимё
02.00.06 – Юқори молекуляр бирикмалар

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

Тошкент – 2020

Кимё фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.4.PhD/К53. рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Ўзбекистон Миллий университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (ik-kimyo.nuu/uz) ва «Ziynet» Ахборот таълим порталида (www.Ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Бабаев Туйгун Мирзаахмедович
кимё фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Рафиков Адхам Салимович
кимё фанлари доктори профессор

Тробов Хамза Турсунович
кимё фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Тошкент кимё-технология институти

Диссертация ҳимояси Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.27.06.2017.К.01.03 рақамли Илмий кенгаш асосидаги бир марталик Илмий кенгашнинг 2020 йил «__» _____ соат «__» даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 4-уй. Тел.: (+99871) 246-07-88; факс: (+99824) 246-53-21; 246-02-24, e-mail: chem0102@mail.ru).

Диссертация билан Ўзбекистон Миллий университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (____ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 4-уй. Тел.: (+99871) 246-07-88, 277-12-24; факс: (+99871) 246-53-21; 246-02-24; e-mail: nauka@nuu.uz).

Диссертация автореферати 2020 йил «__»__ куни тарқатилди.

(2020 йил «__»__ даги__ рақамли реестр баённомаси).

Х.Т. Шарипов

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

Д.А. Гафурова

Илмий даражалар берувчи бир марталик
Илмий кенгаш илмий котиби, к.ф.д.

М.Г. Мухамедиев

Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш қошидаги илмий семинар
раиси к.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон илмий-техник тараққиётининг жадал суръатлар билан ривожланишида, иқтисодиёт соҳалари, айниқса, саноат ишлаб чиқаришида, экологик муаммоларни ҳал қилишда, хусусан, сув тайёрлашда, технологик эритмалар ва оқова сувлардан қимматбаҳо ва рангли металлларни ажратиб олишда, саноатда зарарли моддалардан газ-ҳаво оқимини тозалашда ионалмашувчи материалларни қўллайдиган замонавий технологиялардан фойдаланишни талаб қилмоқда. Замонавий технологияларни яратишда толасимон селектив сорбентлардан фойдаланиш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳонда саноатнинг турли тармоқлари ривожланиб ва кенгайиб боргани сари экология ва гидрометаллургия муаммоларини ечишда ишлатиладиган толасимон сорбентларга бўлган эҳтиёж ҳам ортиб бормоқда. Хусусан, ионалмашувчи ва комплекс ҳосил қилиш хусусиятларига эга бўлган толасимон сорбентлар синтез қилиш юзасидан мақсадли тадқиқотларни амалга ошириш муҳим масалалардан бири бўлиб, жумладан, нитрон толасини баъзи бир олтингугурт ва азот тутган органик реагентлар билан кимёвий модификациялаш усуллари ёрдамида турли маркали кучсиз асос, кучли кислота ва комплекс ҳосил қилиш хусусиятларига эга бўлган ионалмашувчи толасимон сорбентлар яратиш бўйича кўплаб ишлар амалга оширилган.

Мамлакатимизда кимё саноати соҳасини ривожлантириш мақсадида замонавий талабларга жавоб бера оладиган янги турдаги сорбентлар ишлаб чиқаришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Мазкур йўналишда амалга оширилган дастурий чора-тадбирлар асосида муайян натижаларга, айниқса, маҳаллий хомашёлар асосида саноат тармоқларини ривожлантириш мақсадида давлатлараро стандартларга жавоб бера оладиган янги турдаги сорбентлар ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш бўйича кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси¹да «маҳаллий хомашёларни чуқур қайта ишлашни кўзда тутувчи саноатни янги сифат жиҳатдан юқорига кўтариш» ҳамда «ички ва ташқи бозорларда маҳаллий товарларнинг рақобатбардошлигини таъминлайдиган маҳсулотларнинг тубдан янги турларини ишлаб чиқаришни ўзлаштириш» га йўналтирилган муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада маҳаллий хомашё, яъни нитрон толаси асосида янги комплекс хусусиятларга эга бўлган толасимон анионитларни яратиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги ПФ-4947-сон Фармони, 2018 йил 25 октябрдаги «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги ПҚ-3983-сон, 2018 йил 17 январдаги «Мамлакат

¹ 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича ҳаракатлар стратегияси / Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли Фармони.

иктисодиёти тармоқларини талаб юқори бўлган маҳсулот ва хомашё турлари билан барқарор таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида» ги ПҚ-3479-сон, 2019 йил 3 апрелдаги «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги ПҚ-4265-сон Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Тола кўринишидаги полиакрилонитрил (ПАН) дунёда энг кўп ишлаб чиқариладиган, турли соҳаларда кенг миқёсда ишлатиладиган кўп тоннали полимер, шунинг учун илмий адабиётларда кўплаб ишлар унга бағишланган. ПАН толасини модификациялаш, хоссаларини яхшилаш ва унинг ишлатилиш соҳаларини кенгайтириш борасида Е.Н.Зильберман, М.П. Зверев, Л.А. Вольф, В.С.Солдатов, С.А.Симанова, L.S.Wang, С.Е.Carraher, Б.Э.Геллер, Inamuddin Mohammad Luqman. Ўзбек олимларидан К.С.Ахмедов, Н.У.Ризаев, М.А.Асқаров, А.Т.Жалилов, Ў.Н.Мусаев, Т.М.Бабаев, Ш.А.Қурбанов, М.Г. Мухамедиев, Д.А.Гафурова ва бошқа олимларнинг олиб борган илмий изланишлари алоҳида аҳамият касб этади. Улар ПАН толасининг нитрил гуруҳини кимёвий модификациялаш йўналишида олиб борган ўз илмий тадқиқотлари билан ионалмашувчи полимерлар синтези, физик-кимёвий хоссалари ҳамда ишлатилишдаги муаммоларни ҳал қилишга катта ҳисса қўшганлар.

Илмий манбаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, нитрон толасини карбамид билан модификациялаш асосида бирламчи ва иккиламчи аминогуруҳлар тутган ионалмашувчи толасимон материалларнинг тўқима, нотўқима ёки жгут кўринишидаги, ҳамда полимер таркибига янги элементларни киритиб улар асосида янги турдаги селектив хоссали толасимон сорбент олинмаган ва уларнинг физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш устида тизимли илмий изланишлар олиб борилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Миллий университети илмий-тадқиқот ишлари режасининг НТП-9.14. «Маҳаллий хомашёлардан фойдаланиб толасимон ионалмашувчи янги полимерлар яратиш» (2002-2004 йй.); А-6-323 «Умумжамоа ҳимоя воситалари элементларида ва инфекциян муассасалар оқава сувларини зарарсизлантиришда фойдаланиш учун антимиқроб хоссаларга эга синтетик толасимон материаллар олиш технологиясини яратиш» (2006-2008 йй.); х/ш №22/2010/02-1910 юр. «АГМК технологик эритмаларидан ноёб металлларни ионалмашувчи материаллар воситасида

ажратиб олиш технологиясини тадқиқ қилиш» (2010-2011 гг.) мавзуларидаги фундаментал, амалий ва хўжалик шартномалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади нитрон толасини карбамид билан модификациялаб, синтез қилинган янги анионалмашувчи сорбентнинг физик-кимёвий хоссаларини аниқлашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

янги анионалмашувчи толасимон сорбентнинг синтез жараёни кинетикасини таҳлил қилиш ва карбамид билан модификацияланган нитрон толасини олишнинг оптимал шароитларини аниқлаш;

нитрон толасини карбамид билан модификациялаб олинган ионалмашувчи материалларнинг физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш ҳамда уларнинг морфологияси ва тузилишини аниқлаш;

нитрон толасини карбамид билан модификациялаб олинган толасимон ионалмашувчи сорбентга бихромат ва полийодид ионларининг ютилиш жараёнларининг кинетикаси ва термодинамикасини тадқиқ қилиш;

олинган сорбентга ҳар хил рН ли эритмалардан симоб ионларининг ютилишини статик ҳамда динамик шароитда аниқлаш ва таҳлил қилиш;

яратилган сорбентлардан технологик эритмалар ва оқава сувлардаги металл ионларини ажратиб олиш ҳамда газ ва ҳаво оқимларини симоб буғларидан тозалаш учун фильтр материаллар сифатида фойдаланиш имкониятларини аниқлаш;

карбамид билан модификацияланган нитрон толаси асосида синтез қилинган, таркибида йод тутган сорбентлардан антибактерицид материаллар сифатида фойдаланиш мумкинлигини тадқиқ қилиш.

Тадқиқотнинг объектлари сифатида нитрон толаси, Б маркали карбамид, нитрон толасини карбамид билан модификациялаб олинган ионалмашувчи материаллар ва уларнинг турли хил ноорганик моддалар билан бирикмаларидан фойдаланилди.

Тадқиқотнинг предмети полимерни кимёвий модификациялаш, моддаларни иммобиллаш, сорбция ва десорбция жараёнлари кинетикаси ҳамда термодинамикасини аниқлаш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқотларда ИҚ-спектроскопия, рентгенография, потенциометрия, сканирловчи электрон микроскопия, атом-адсорбцияси каби экспериментал усуллардан фойдаланилди.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

илк бор нитрон толасини карбамид билан кимёвий модификациялаш усули орқали бирламчи ва иккиламчи аминогуруҳлар тутган толасимон анионалмашувчи материаллар синтез қилинган;

нитрон толаси карбамид билан таъсирлашганда чокланган структуралар ҳосил бўлиши ва полимер структурасида тартибсизланишнинг ортиши аниқланган;

ПАН-КДМ сорбентига бихромат, полийодид ионларининг ютилиши ионалмашуви шунигдек комплекс ҳосил қилиш механизмлари бўйича бориши аниқланган;

полимер структурасига специфик моддалар мақсадли киритилганда олинган сорбентнинг симоб иони ва бугига нисбатан селективлиги ортиши аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

нитрон толаси ва карбамид асосидаги толасимон ионалмашувчи сорбент синтезининг лаборатория регламенти ва техник шартлари ишлаб чиқилган;

тажриба-саноат қурилмаси яратилиб йириклаштирилган синовлар учун сорбентларнинг турли хил партиялари олинган;

олинган сорбентларнинг физик-кимёвий ва техник кўрсаткичлари тадқиқ қилинган ҳамда уларнинг хром, молибден, симоб ва йод ионларини турли рН муҳитли эритмалардан ютиш қобилиятлари аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тажриба натижалари ИҚ-спектроскопия, рентгенография, потенциометрия, электронмикроскопия, атом-адсорбция каби замонавий тадқиқот усулларидан фойдаланиб олинганлиги билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ионитлар синтези йўналишида методик ва методологик ёндошувларнинг такомиллаштирилиши ҳамда синтетик толасимон полимерлар асосида олинган, симобга нисбатан селектив сорбентлар, антибактерицид системалар олиниши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти, нитрон толаси ва карбамид асосида янги ионалмашувчи полимерлар синтези технологиясини яратиш ва уни тажрибавий ишлаб чиқаришни ташкил қилишнинг тадқиқот натижалари асосида комплекс муҳим хоссаларга эга бўлган маҳаллий ионитларни саноат миқёсида ишлаб чиқариш технологиясини яратишга хизмат қилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Карбамид билан модификацияланган нитрон толасининг физик-кимёвий хоссаларини аниқлашнинг илмий натижалари ва ишлатилиш соҳалари бўйича олинган илмий натижалар асосида:

нитрон толасини карбамид билан модификациялаб, синтез қилинган анионалмашувчи сорбентлар «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ да амалиётга жорий қилинган («Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ нинг 2019 йил 12 ноябрдаги АА-8721-сон маълумотномаси). Натижада сульфат кислота ишлаб чиқариш цехи эритмаларидан Мо ни ажратиб олишнинг янги самарали технологиясини яратиш имконини берган;

синтез қилинган янги анионалмашувчи сорбентларнинг ишлаб чиқариш технологияси «МАХАМ-СНІРСНІQ» АЖ да амалиётга жорий этилган («МАХАМ-СНІРСНІQ» АЖ нинг 2019 йил 25 декабрдаги 96-9/100-сон маълумотномаси). Натижада толасимон ионалмашувчи сорбентларни синтез қилишнинг янги технологиясини яратиш имконини берган;

нитрон толасини карбамид билан модификациялаб, синтез қилинган янги анионалмашувчи сорбентдан А-12-53 рақамли «Полимер ташувчиларга имобилланган реагентлар билан атроф-муҳит объектларидан

экоотоксикантларни фотометрик ва сорбцион-фотометрик аниқлаш усулларини ишлаб чиқиш» мавзусидаги амалий лойиҳада нитрогуруҳ тутган органик реагентларни полимер ташувчиси сифатида фойдаланилган (Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2019 йил 25 декабрдаги 89-04-3114-сон маълумотномаси). Натижада оғир ва захарли металлларни аниқлашнинг сорбцион-фотометрик усулини ишлаб чиқиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 16 та, шу жумладан 4 та халқаро, 12 та республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 22 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 7 та илмий мақола, жумладан 4 та республика, 1 та хорижий журналларда нашр этилган ва 1 та патент олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 115 саҳифани ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган. Ўзбекистон республикаси фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиниши, нашр этилган ишлар ҳамда диссертация тузилиши бўйича маълумотлар берилган.

Диссертациянинг биринчи боби **«Полиакрилонитрил толаси асосидаги хемосорбцион материаллар, уларнинг хоссалари ва ишлатилиш соҳалари (адабиётлар шарҳи)»** да хориж ва мамлакатимиз илмий журналларидаги амалга оширилган тадқиқотлар натижалари келтирилган. Маълумотлар умумлаштирилган ва илмий хулосалар қилинган ҳамда адабиёт маълумотларини таҳлил қилиш асосида диссертация ишнинг мақсади, вазифалари, долзарблиги ва муҳимлиги аниқланган.

Диссертациянинг **«Нитрон толасини карбамид билан кимёвий ўзгартиришлар йўли билан анионалмашувчи материаллар олиш»** деб номланган иккинчи боби нитрон толасини карбамид билан модификациялаб анионалмашувчи толасимон сорбентлар синтез қилиш жараёнининг кинетик қонуниятларини ўрганишга бағишланган.

Мамлакатимизда сорбентларга юқори талабни ҳисобга олсак, маҳаллий хомашёлар асосида сорбентлар яратиш ва ишлаб чиқаришни ташкил қилиш Республика ҳукуматининг маҳсулотларнинг янги хилларини ишлаб чиқаришни ўзлаштиришни жадаллаштириш бўйича ва бу билан мамлакат йирик корхоналарининг барқарор ривожланишини таъминлаш талабида

кўйилган вазифаларни ечишни таъминлайди. Мамлакатда сорбентларни яратиш бўйича муаммоларни ҳал қилиш ҳукуратимиз томонидан илгари сурилган ишлаб чиқаришни локаллаштириш ва импорт ўрнини босувчи маҳсулотлар ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш вазифаларини бажаришда олға кўйилган қадам бўлади.

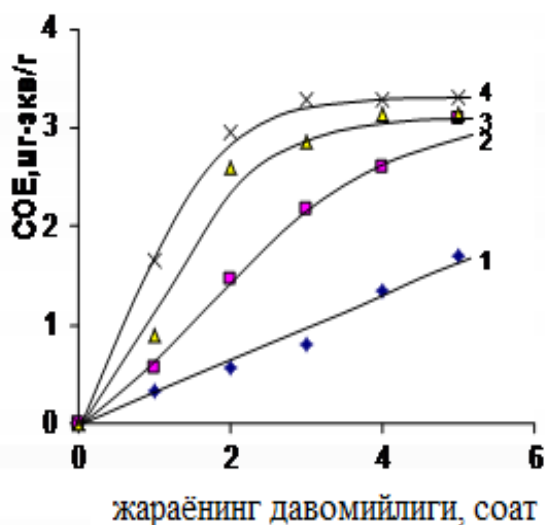
Анионалмашувчи толалар олишнинг оптимал шароитларини аниқлаш мақсадида нитрон толасини карбамид билан кимёвий модификациялаш жараёнининг кинетик қонуниятлари ўрганилди. Бунинг учун олинган толалар САСининг реакция давомийлиги, ҳарорат, босим ва эритувчи табиатига боғлиқлиги тадқиқ қилинди.

Нитрон толасининг карбамид билан модификациялаш жараёнига ҳарорат ва реакция давомийлигининг таъсири 413 дан 443К гача ҳарорат оралиғида 1-5 соат давомида ўрганилди. Мазкур тадқиқотлар натижалари 1-расмда келтирилган.

Келтирилган 1-расмдан кўришиб турибдики, реакция давомийлигининг ортиши САСи ва тола массасининг ортишига олиб келади. Масалан, 423К ҳароратда реакция давомийлигининг 2 дан 5 соатгача ортиши тола САСининг 1,48 дан 3,09 мг-экв/г гача ортишига олиб келади, шу билан бир қаторда нисбатан юқори ҳароратларда (433-443К) жараённинг ўзгармай қолиши кузатилади: 3 соатдан сўнг маҳсулотнинг САСи деярли ўзгармай қолади.

Полиакрилонитрил толалари ва унинг асосидаги материалларни карбамид билан кимёвий модификациялаш учун карбамиднинг маълум эритувчилари орасида энг юқори даражада қайновчи этиленгликолдан фойдаландик. Нитрон толасини этиленгликол иштирокида карбамид билан кимёвий модификациялаш натижалари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвалдан кўришиб турибдики, карбамид концентрациясининг ортиши билан олинган ионалмашувчи толаларнинг САСи бироз ортади. Демак карбамидга этиленгликолнинг қўшилиши толалар САСининг ва модификация самарасининг ортишига олиб келмайди.



1-расм. Олинган толалар САСининг (0,1 н. НСl) ҳар хил ҳароратларда реакция давомийлигига боғлиқлиги. 1, 2, 3, 4 – реакция ҳарорати мос равишда 413, 423, 433, 443К.

Карбамид эритмаси концентрациясининг нитрон толаси кимёвий модификациясига таъсири (эритувчи-этиленгликоль, P=3 атмосфера)

Харорат, К	Реакция давомийлиги, соат	Карбамид концентрацияси, %	Толанинг дастлабки массаси, г	Модификацияланган тола массаси, г	Ошган масса, %	САС, НСИ бўйича, мг-экв/г
433	5	33,3	0,502	0,666	32,6	2,27
433	5	50,0	0,501	0,674	34,5	2,65
433	5	66,7	0,506	0,580	34,4	2,87
433	5	100,0	0,504	0,590	17,0	3,09
433*	5	50,0	0,503	0,636	26,4	2,66

*Реакция гидросиламин иштирокида олиб борилган.

Шундай қилиб, ПАН толасини кимёвий модификациялашнинг оптимал шароитлари: ҳарорат – 433К, реакция давомийлиги – 3 соат, босим -3 атмосфера, реакцияни карбамид суяқламасида зангламас пўлатдан бўлган автоклавда олиб боришдан иборат.

Олинган анионалмашувчи толасимон материалнинг кимёвий структурасини идентификациялаш учун дастлабки ва карбамид билан модификацияланган ПАН толасини Фурье спектрометрида ИҚ-спектрлари олинди. Модификацияланган ПАН ИҚ-спектрида ионитларнинг алмашинув сифими ортиши билан 2241 см⁻¹ соҳадаги ютилиш чўққиларининг интенсивлиги камаяди. Бунинг сабаби полимердаги нитрил гуруҳлар ҳисобига боровчи полиакрилонитрил ва карбамид орасидаги кимёвий реакциядир, натижада нитрил гуруҳлар миқдори камаяди. ИҚ-спектрда гидратланган сув молекулалари ва NH₂ гуруҳларнинг амидлардаги карбонил гуруҳлар орасида ҳосил бўлувчи водород боғлар ҳисобига янги кенгайган ютилиш чўққилари 3200-3600 см⁻¹ соҳасида ва амид гуруҳлар карбонили деформацион тебранишларига мос келган 1577 см⁻¹ ҳамда -C=NH гуруҳлар деформацион тебранишларини акс этдирувчи 1229 см⁻¹ чўққилар пайдо бўлади.

Маълумки, макромолекулалар тўри параметрларини баҳолаш учун бўкиш жараёни энг «яхши» эритувчида ва мувозанат шароитларида, яъни Δμ=0 да ўрганилади. «Яхши» эритувчи сифатида диметилформамид (ДМФ)дан фойдаландик.

Таъкидлаш лозимки, биз ўрганаётган ПАН-КДМ ионалмашувчи тола СМА-1 толасига қараганда анча тез бўқади. Бу натижалардан келиб чиқадиган хулоса шуки, СМА-1 нинг бўқувчанлиги ПАН-КДМ га қараганда анча кичик.

Ионалмашувчи толалар фазовий тўрининг баъзи характеристикалари

Гель фракция, %	g_{2m}	M_c	$n_c^* \cdot 10^{-3}$, моль/см ³	$V_c \cdot 10^{-4}$ см ³ /моль	v_c , моль/см ³	$N_c \cdot 10^{20}$ (см ³) ⁻¹	n
<i>СМА-1</i>							
94,4	1,0774	640,55	1,79	8,83	558,66	4,69	107,13
<i>ПАН-КДМ</i>							
90,1	1,46	570,8	1,66	12,8	600	10	120

M_c – чокланган полимер фаол занжирининг ўртасанок молекулалар оғирлиги; n_c^* – чокланган полимер ҳажм бирлигидаги фаол занжирлар моль сони, моль/см³; V_c – фаол занжирнинг эффектив моль ҳажми, см³/моль; v_c – намунадаги фаол занжирлар моль сони, моль/см³; N_c – чокланган полимер ҳажм бирлигидаги фаол занжирлар концентрацияси, (см³)⁻¹; n – тўрнинг зичлиги.

Фазовий тўрнинг M_c параметри қуйидаги формула орқали ҳисобланди:

$$M_c = \frac{\rho_2 V_1 \left[(q_{2m} + 1)^{-1} - \frac{1}{2} (q_{2m} + 1)^{-1} \right]}{\ln \left(\frac{1}{q_{2m}} + 1 \right) - (q_{2m} + 1)^{-1} - \chi_1 (q_{2m} + 1)^{-2}}$$

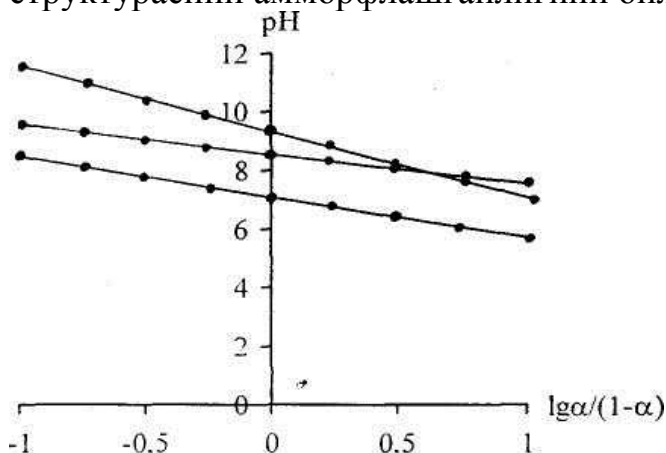
Бу ерда χ - полиакрилонитрил – ДМФ системаси учун Флори-Хаггинс параметри. χ ўрнига нитроннинг диметилформамаиддаги эритмаси келтирилган қовушқоқлигининг эритма концентрациясига боғлиқлик графигидан топилган Хаггинс константаси K дан фойдаландик. K нинг қиймати 0,29 ни ташкил қилди. M_c қийматини топгач чокланиш даражаси, яъни фазовий тўр тугунлари орасидаги бўлақларнинг ўртача сонини ҳисоблаш мумкин.

ПАН-КДМ ва СМА-1 ионалмашувчи толалар фазовий тўрининг баъзи характеристикалари 2-жадвалда келтирилган. 2- жадвалдан кўриниб турибдики, функционал гуруҳлар ўзгариши билан M_c ҳам ўзгаради. Бу ПАН-КДМ дагига қараганда СМА-1 да тўрлар зичлиги анча пастлигидан гувоҳлик беради. Ионалмашувчи толаларнинг полимер тўридаги тугунлар зичлиги ёки M_c нинг молекуляр массаси ПАН-КДМ да 570, СМА-1 да эса 640 ни ташкил қилади. Битта макромолекулага тўғри келган тўрлар зичлиги 120 тугун атрофида, бу дастлабки тола «нитрон» ни эритувчисида ионалмашувчи толалар кам бўкувчанликка эгалиги билан тушунтирилади.

Диссертациянинг учинчи «**Нитрон толасини карбамид билан модификациялаб олинган анионалмашувчи толаларнинг физик-кимёвий хоссалари**» деб номланган бобида полиакрилонитрилни карбамид билан кимёвий модификациялаб олинган полимерларнинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш натижалари келтирилган.

Модификациядан кейин ПАН толалари структурасининг ўзгаришларини аниқлаш мақсадида олинган анионалмашувчи толасимон материаллар рентгенструктуравий таҳлил қилинди.

Дастлабки ПАН толалари ва карбамид билан модификацияланган ПАН рентгенограммаларини таққослаш шуни кўрсатдики, модификациядан кейин барча намуналарда полимернинг кристалл структураларига мос чўққиларнинг ёмонлашуви ва полимернинг аморф структураларга кўпроқ мос келувчи чўққилар кенгайишининг ортиши кузатилди, рентген сигналлари интенсивлигининг 5000 бирликдан пастда жойлашиши полимер структурасини амморфлашганлигини билдиради.

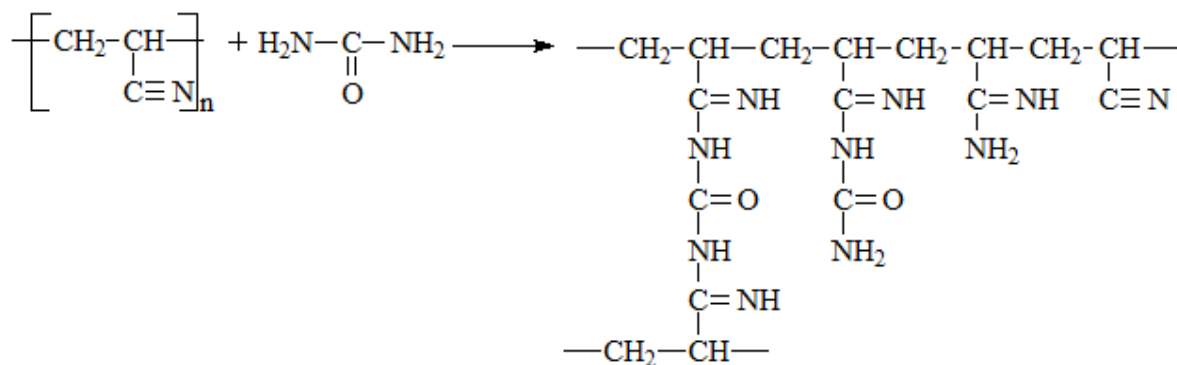


2-расм. pH нинг $\lg\alpha/(1 - \alpha)$ га боғлиқлиги. 1,2,3-мос равишда pK_{α} 7,0; 8,5; 9,4.

Модификацияланган ПАН-КДМ толаларининг ионалмашиш ва комплекс ҳосил қилиш каби специфик хоссаларни намоён қилиши сабабини ва ионалмашувчи материалдаги ионоген гуруҳларни характерлаш мақсадида потенциометрик титрлаш тадқиқотлари ўтказилди.

2-расмда келтирилган маълумотлардан кўришиб турибдики, ионит таркибида кучли ҳамда кучсиз асос характерига эга гуруҳлар мавжудлигини тасдиқловчи pK_{α} қиймати 7,1; 8,5; 9,4 га тенг бўлган функционал гуруҳлар бор.

Шундай қилиб, карбамид билан модификацияланган толалар тўрлари параметрларини аниқлаш, ИҚ-спектроскопик, потециявий титрлаш каби тадқиқотлар шуни кўрсатдики, карбамид нитрон толасини нитрил гуруҳлари билан таъсирлашиб қуйидаги тахминий структурали анионалмашувчи толасимон материал ҳосил қилади:

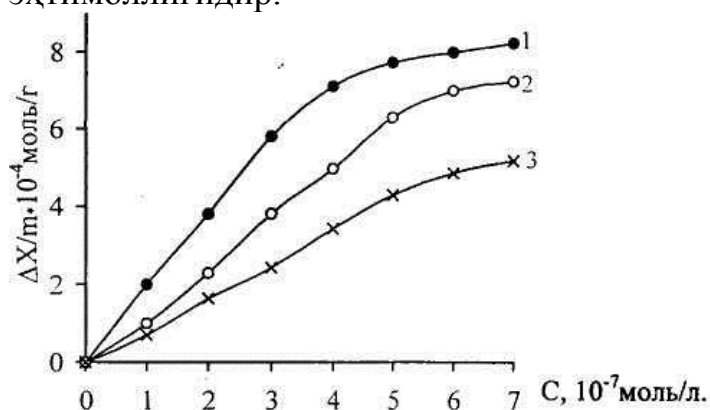


Толасимон ПАН-КДМ сорбентининг кимёвий барқарорлиги турли хил агрессив муҳитларда ва ҳар хил шароитларда ўрганилди. ПАН-КДМ ионалмашувчи толанинг ҳар хил агентлар, жумладан, кучли оксидловчиларга барқарорлигини характерлаш учун синовларнинг қабул қилинган усулларидан фойдаланилди. Тажриба натижалари тадқиқ қилинаётган ПАН-КДМ ионалмашувчи толаси СМА-1 каби турли хил кимёвий реагентлар таъсирига чидамли эканлигини кўрсатди. Шу билан бир қаторда модификацияланган ПАН-КДМ толасини агрессив муҳитларда ишлаганда, худди СМА-1 каби, намуналарнинг САС қиймати сезиларли даражада пасаяди, яъни ионалмашувчи қисман гидролизга учрайди, аммо намуналарнинг толасимон структураси сақланиб қолади. Ўрганилаётган сорбентларнинг кимёвий реагентларга етарли даражада барқарорлиги улар структурасининг чокланганлиги билан боғлиқ.

Диссертациянинг тўртинчи «**Олинган анионалмашувчи материалларнинг сорбциялаш хоссалари ва уларни ишлатилиш соҳалари**» деб номланган бобда олти валентли хром, йод, симоб ионлари ва симоб буғларини сорбциялаш ҳамда полийодид комплексларини олиш ва булардан антибактерицид материаллар сифатида фойдаланиш бўйича олинган натижалар келтирилган.

Маълумки, атроф муҳитни муҳофаза қилишнинг асосий муаммоларидан бири саноат оқава сувларини ҳамда ичимлик суви манбаларини Zn, Cr, Cu, Hg ва бошқа захарли металл ионларидан тозалаш ҳисобланади. Cr(VI) ионларини сувли эритмалардан, айниқса, нордон эритмалардан сорбциялаш усуллари билан чиқариб ташлаш бирмунча қийин, чунки у сорбентнинг функционал гуруҳларини оксидлайди ва бу унинг парчаланишига олиб келади. Cr₂O₇²⁻ ионларини ПАН-КДМ сорбенти билан сорбциялаш вақт, ҳарорат ва дастлабки эритмадаги Cr₂O₇²⁻ ионларининг концентрациясига боғлиқлиги бўйича ўрганилди.

Тола ва эритма орасидаги сорбцион мувозанат барча ҳолларда 5-10 мин. давомида қарор топади. Ҳарорат ортиши билан жараёнда солиштирма сорбциянинг биров камайиши кузатилади, бунинг сабаби кучсиз боғ орқали сорбцияланган Cr₂O₇²⁻ ионларининг ҳарорат таъсирида чиқиб кетиш эҳтимоллигидир.



3-расм. Ҳар хил ҳароратда бихромат ионларининг ПАН-КДМ ионалмашувчи тола билан сорбцияланиш изотермалари.
1, 2, 3 – сорбциялаш ҳарорати мос равишда 288, 298, 308К.

Бу ҳолатларнинг термодинамик функциялари мувозанат константасининг ҳароратга боғлиқлиги $\Delta G = -RT \ln K$ дан аниқланди: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ тенгламасидан ΔH ва ΔS қийматлари топилди. Бунинг учун $-R \ln K$ нинг $1/T$ бўйича боғлиқлик графиги чизилиб, тўғри чизиқнинг оғиш бурчаги тангенсидан ΔH ва $\Delta S = (\Delta H - \Delta G)/T$ тенгламасидан ΔS ҳисобланди. Олинган натижалар 3 жадвалда келтирилган.

3-жадвал

$Cr_2O_7^{2-}$ ионларининг ПАН-КДМ толаларига сорбцияланишида термодинамик функцияларнинг ўзгариши

T, K	Γ_{∞} , моль/г	$K \cdot 10^7$	ΔG , Дж/моль	ΔH , Дж/моль	ΔS , Дж/моль
288	1,33	4,16	-19935,36	-44000	-83,55
298	1,25	1,96	-18768,04		-84,88
308	1,17	0,95	-17546,76		-85,61

Система энтальпияси ва энтропиясининг камайиши хром ионларининг ПАН-КДМ сорбентига жуда кучли боғланишидан далолат беради.

Келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, адсорбциянинг мувозанат константаси қиймати бирдан анча катта. $K \gg 1$ қиймат ПАН-КДМ сорбентининг $Cr_2O_7^{2-}$ ионларини сорбциялаш жараёнининг селективлигидан далолат беради.

Шуниси эътиборга лойиқки, $Cr_2O_7^{2-}$ ионларининг ПАН-КДМ сорбентига сорбцияланиш жараёни системанинг эркин энергияси, энтальпияси ва энтропиясининг камайиши билан боради.

Юқорида кўрсатиб ўтилганидек, ионалмашувчи материаллардан саноатнинг турли соҳаларида экология муаммоларини ҳал қилишда ва технологик эритмалардан сийрак металлларни ажратиш олишда фойдаланилади. Ионалмашувчи материаллар синтези саноатини кенг локализациялаш учун полиакрилонитрил модификациясида асосий эътибор «МАХАМ-СНРСНІҚ» АЖ да ишлаб чиқариладиган мочевиная қаратилган эди.

Шундай йўл билан олинган анионалмашувчи толасимон материаллар технологик эритмалардан сийрак металлларни ажратиш олишда гидрометаллургияда жуда фойдали бўлиши мумкин. Бу мақсадлар учун синтез қилинган ПАН-КДМ маркали сорбент ва маълум СМА-1, СМА-2 сорбентлардан фойдаландик. Улар бир биридан функционаллиги билан фарқланади, яъни улар ўз таркибида асослилиги билан фарқланувчи функционал гуруҳлар тутади.

Технологик эритмалардан молибденни сорбциялаш статик шароитларда ўрганилди. 4-жадвалда ЦПРМ МПЗ «АГМК» АЖ мииолрртехнологик эритмаларидан молибденни, синтез қилинган

анионалмашувчи материалларга сорбцияланиши бўйича қиёслаш маълумотлари ва физик-кимёвий параметрлари келтирилган.

Жадвалда келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, олинган сорбентлар HCl ҳамда молибден бўйича жуда юқори алмашинув сифимига эга ва тола, мато ҳамда ватин кўринишида ишлатилади. Яратилган сорбентлар молибденга нисбатан етарли даражада юқори сорбциялаш қобилиятига ва ЦПРМ МПЗ»АГМК» АЖ технологик эритмаларидаги сульфат кислотанинг катта концентрацияларида ҳам молибденни танлаб сорбциялаш хусусиятига эга.

4-жадвал

ЦПРМ МПЗ «АГМК» АЖ (маточный) эритмасидан молибден бўйича анионалмашувчи материалларнинг сорбциялаш ва физик кимёвий хоссалари ($m_{\text{сорб}}=1,00$ г, $T=300\text{K}$, $t=48$ соат, $V=100$ мл, $C_{\text{Mo}}=6,9$ г/л, $C(\text{H}_2\text{SO}_4)=322$ г/л, $\text{pH}=1,0$; аралашмалар миқдори: Cu - 0,232; Re – 0,001; Fe – 0,191; Zn – 0,135г/л)

Сорбент	Сорбент тури	HCl бўйича САС, мг-экв/г	Заррачалар ўлчами, текс	Mo бўйича САС, мг/г
СМА-1	тола	4,50	0,6-1,2	260,4
СМА-2	тола	4,20	0,6-1,2	280,7
В-МДА-6	тола	3,44	0,6-1,2	263,8
ПАН-КДМ	тола	4,42	0,6-1,2	340,1
ПАН-КДМ	тола	3,83	0,6-1,2	273,7
ПАН-КДМ	тола	3,7	0,6-1,2	278,3
ПАН-КДМ	мато	3,60	2 см ли иплар	170,5
ПАН-КДМ	ватин	3,20	2 см ли тола.	190,8

Тадқиқотлар натижасида олинган натижалар синтез қилинган толасимон анионалмашувчи материаллар «АГМК» АЖ нинг технологик эритмаларидан молибденни ажратиб олишда ишлатилиши мумкинлигини аниқланди.

Антимикроб хоссага эга иод тутувчи толасимон материаллардан жарроҳлик, гематологик, дерматологик муассасаларда ҳамда гермоёпик системаларда инсоннинг узоқ изоляцияси шароитларида, йирингли инфекцияга қарши курашишда, шу жумладан, эколого-техник масалаларни ечиш учун, масалан, ичимлик сувини хавфли касалликларни келтириб чиқарувчи микроорганизмлардан зарарсизлантиришда фойдаланиш мумкин

Тадқиқотларнинг кўрсатишича ҳарорат кўтарилиши билан солиштирма сорбциянинг сезиларли ортиши кузатилади, бу сорбцияланувчи ионларнинг ҳаракат тезлиги ортиши билан тушунтирилади. Жараённинг дастлабки босқичларида сорбентнинг йод билан тўйиниши жуда тез боради, сўнгра жараён секинлашади ва тўйиниш эффекти кузатилади. Барча ҳолларда мувозанат вужудга келиши учун 100 минутга яқин вақт керак бўлади. Сорбция жараёнининг тезлиги ҳам йоднинг эритмадаги концентрациясига боғлиқ бўлади. Сорбентнинг йод бўйича сиғими нафақат контакт вақтига, балки сорбентдаги функционал гуруҳлар табиатига ва ҳароратга ҳам боғлиқ бўлади. Йоднинг боғланиш механизми Cl^- ионининг J_3^- ионига алмашиши ҳисобига бўлади.

Ҳар хил ҳароратлардаги мувозанат константалари қийматлари асосида сорбция жараёнининг термодинамик параметрлари қийматлари топилди (5-жадвал).

Шундай қилиб, олинган йод тутувчи полимер материаллар тиббиётда антимиқроб воситалар сифатида ҳамда ичимлик сувини турли хил микроорганизмлардан зарарсизлантиришда ва саноат оқава сувларини оғир металллар ҳамда хавони симоб буғларидан зарарсизлантиришда амалиётда қўллаш учун ишлатилиши мумкин.

5-жадвал

ПАН-КДМ толасига йод ионларининг сорбцияланишида термодинамик функцияларнинг ўзгариши

T, K	Γ_{∞} , моль/г	$K \cdot 10^8$	$\Delta G \cdot 10^4$, Дж/моль	$\Delta H \cdot 10^4$, Дж/моль	ΔS , Дж/моль
288	1,92	1,79	-4,55	-5,57	-35,42
298	2,17	5,13	-4,97		-20,13
308	2,38	8,57	-5,26		-10,06

ПАН-КДМ сорбентларини оқава сувлар ва технологик эритмаларни хром ионларидан тозалаш учун таклиф қилиш мақсадида турли хил рН муҳитли сунъий эритмалардан хром ионларини динамик сорбциялаш техник режими ўрганилди. Олинган натижалар 6-жадвалда келтирилган.

6-жадвалдан кўришиб турибдики, хроми (VI) ионлари бўйича динамик алмашинув сиғим (ДАС) кислотали муҳитда рН=1 да 300 мг/г га етди ва ишкорий муҳитлар рН=10 да 99 мг/л гача тушди. Буни сорбентнинг протонланган ҳолати билан тушунтириш мумкин. Шу билан бир қаторда сорбентни кўп марта ишлатиш учун уни ювиш имкониятлари, ҳамда $Cr_2O_7^{2-}$ ионларининг ПАН-КДМ сорбенти ДАС ига сорбция-десорбция цикллари таъсири ўрганилди. Олинган натижалар 7-жадвалда келтирилган.

7-жадвалдан кўришиб турибдики, ПАН-КДМ сорбентидан $Cr_2O_7^{2-}$ ионларининг аммиакнинг 2% ли сувли эритмаси билан десорбциясида сорбция-десорбция цикли 15 мартага етади. Сорбция-десорбция жараёнининг

15 марталик циклида сорбент ДАС си 25% га ўзгарди ва $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ ионлари бўйича 176-169 мг/г атрофида бўлди.

6-жадвал

Эритма рН нинг $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ ионлари бўйича ПАН-КДМ сорбентлари ДАС ига таъсири

рН	1	3	4	5,8	7	8	10
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ бўйича ДАС, мг/г	300	240	235	170	163	108	99
Хром бўйича ДАС, мг/г	106	120	117	85	81	52	48

7-жадвал

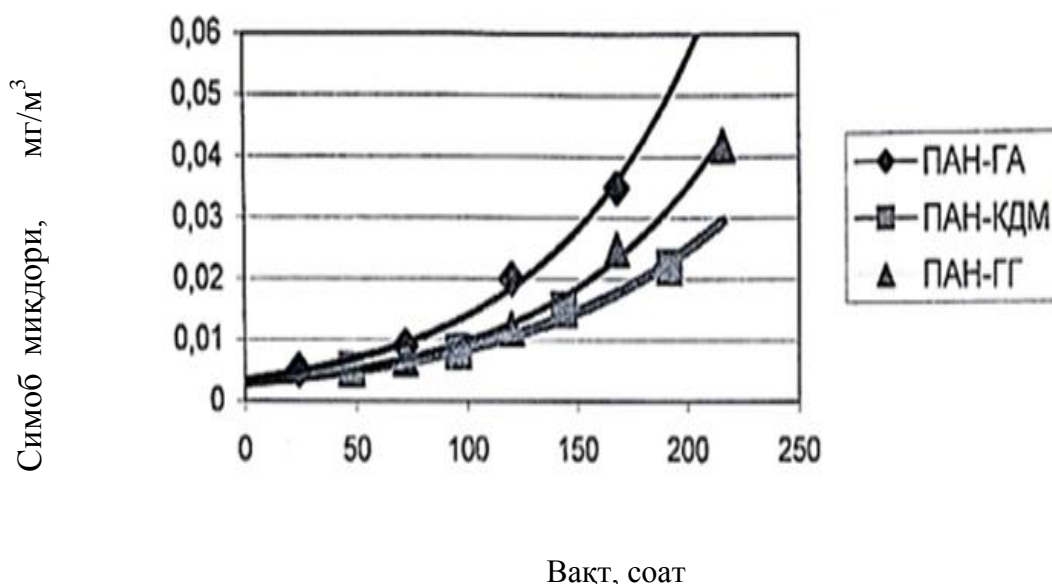
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ ионлари сорбциясига ПАН-КДМ регенерация шароитларининг таъсири

ДАС, мг/г	Регенерация-гача	Аммиакнинг 2% ли сувли эритмаси билан регенерациялангандан кейин					
		1,2	3	4-8	9-12	13,14	15
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ бўйича	350	290	280	270	260	240	230
Cr бўйича	257	213	205	198	191	176	169

Яратилган сорбент хромловчи гальваник цехларнинг оқава сувларини Cr(VI) ионларидан тозалашда ҳамда технологик эритмаларни концентрлашда ишлатилиши мумкин.

Толасимон сорбентлар ёрдамида ҳавони симоб буғидан тозалаш тадқиқотлари Россия Фанлар Академияси Ноорганик кимё институти илмий ходимлари ва «Новосибирск химконцентратлар заводи» (НЗХК) нинг атроф муҳитни муҳофаза қилиш лабораторияси билан ҳамкорликда амалга оширилди. Тадқиқотларда модификацияланган йод тутган полиакрилонитрил толалари, айнан ПАН-ГА ($J_2= 26\%$), ПАН-КДМ ($J_2= 28\%$) ва ПАН-ГГ ($J_2= 19\%$) лардан фойдаланилди.

Барча тажрибаларда сорбентлар билан тўлдирилган колонкаларга келиб тушаётган ҳаво оқимидаги симоб буғлари концентрацияси $4 \pm 0,2$ мг/м³ миқдорида ўзгартирмай олиб борилди. Олинган натижалар 4-расмда келтирилган. Синовлар 200 соатдан сўнг тозалаш самарадорлиги 98,75% ни ташкил қилганлигини кўрсатди. Энг яхши тозалаш натижаларини ПАН-КДМ толаси асосидаги сорбент кўрсатди.



4-расм. Тозалашдан кейинги симобб концентрацияси ўзгаришининг
 фильтрация тезлиги 0,05 м/с даги динамикаси

Мазкур ишда инфекцияли тиббий муассасалар оқава сувлари ва хавосини зарарсизлантириш усулини яратиш ҳамда маҳаллий хомашёлар асосида самарали фильтросорбент маҳсулотлар ишлаб чиқиш устида лаборатория синовлари ўтказилди.

ПАН-КДМ ва ПАН-ГА асосида олинган йод тутувчи антибактерицид материалларнинг микробларни фильтроб тозалаш қобилияти микроблар билан зарарланган хавони «йўтал пластинка»лари усули билан ўрганилиб, микроблар билан зарарланиш аэрозоль кўринишида бўлса, самарадорлик 11 ҳолатда 100% ни, 4 ҳолатда 95,5-96,2% ни ташкил қилади, деган хулосага келинди.

Диссертациянинг «**Полимерларнинг кимёвий ўзгаришларини олиб бориш услублари**» деб номланган бешинчи бобида дастлабки ва ёрдамчи реактивларнинг физик-кимёвий тавсифлари, анионалмашувчи толасимон сорбетни синтез қилиш услуби баён қилинган. Анионалмашувчи толасимон сорбентларни тадқиқ қилишнинг физик-кимёвий усуллари ва шунингдек ҳисоблаш ва олинган натижаларни қайта ишлаш усуллари ёритилган.

ХУЛОСАЛАР

1. Нитрон толасини карбамид билан модификациялаш асосида янги анионалмашувчи, комплекс хоссаларга эга бўлган толасимон сорбент синтез қилинди ва модификациялаш жараёнининг кинетик қонуниятлари асосида сорбент синтез қилишнинг оптимал шароитлари тавсия қилинди.

2. Сорбент рентгенографик ҳамда фаол занжир тўрлари зичлигини аниқлаш усуллари ёрдамида тадқиқ қилинди, тадқиқот натижалари асосида модификацияланган нитрон толасида чокланган структура ҳосил бўлиши ва модификациялаш жараёни давомида аморф структуранинг ортиши билан изоҳланади.

3. Сорбентнинг физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш ҳамда потенциометрик титрлаш орқали, унинг кимёвий барқарорлиги, таркибида кучли ва кучсиз асосли функционал гуруҳлар мавжуд эканлиги билан асосланади.

4. Бихромат ва полийодид ионларининг ПАН-ҚДМ сорбентига ютилиш жараёнининг термодинамик функцияларини ўзгариш қийматлари аниқланди ва олинган натижалар асосида ютилиш, ионалмашиш ҳамда компонентларнинг комплекс ҳосил қилиш механизмига асосланганлиги билан изоҳланди.

5. ПАН-ҚДМ-Ј сорбентига симоб ионлари ва буғларининг ютилиш жараёни кинетикасини тадқиқ қилиш асосида симоб ионларининг сорбентга ютилиш самараси сорбентдаги йоднинг фоиз миқдориغا боғлиқ эканлиги кўрсатилди.

6. ПАН-ҚДМ-Ј сорбентининг вабо вибрионларига нисбатан антибактерицид хоссаларини тадқиқ қилиш натижасида сорбент инфекцияон касалхоналарнинг оқава ҳамда ичимлик сувини вабо вибрионларидан тозалаш учун юқори самарали восита сифатида тавсия этилди.

7. ПАН-ҚДМ сорбенти Олмалик «ҚМҚ» АЖ технологик эритмаларидан Мо ионларини ажратиб олишга тавсия қилинди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
DSc.27.06.2017.K.01.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ
ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА**

НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УЗБЕКИСТАНА

РУСТАМОВ МАХАММАСИДИК КУКАНБАЕВИЧ

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВОГО
АНИОНООБМЕННОГО СОРБЕНТА, СИНТЕЗИРОВАННОГО
МОДИФИКАЦИЕЙ ВОЛОКНА «НИТРОН» КАРБАМИДОМ**

**02.00.04 – Физическая химия
02. 00. 06 – Высокомолекулярные соединения**

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

Ташкент – 2020

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2019.4.PhD/К53.

Диссертация выполнена в Национальном университете Узбекистана

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета www.ik-kimyo.nuuz.uz и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.Ziynet.uz)

Научный руководитель: **Бабаев Туйгун Мирзаахмедович**
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Рафиков Адхам Салимович**
доктор химических наук, профессор

Троров Хамза Турсунович
доктор химических наук, доцент

Ведущая организация: Ташкентский химико-технологический институт

Защита диссертации состоится « ____ » _____ 2020 г. в ____ часов на заседании разового Научного совета на основе Научного совета DSc.27.06.2017.K.01.03 при Национальном университете Узбекистана. (Адрес: 100174, г.Ташкент, ул. Университетская, 4. Тел.: (+99871) 227-12-24, факс: (+99824) 246-53-21; 246-02-24, e-mail: chem0102@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национального университета Узбекистана (зарегистрирован за № ____). Адрес: 100174, г.Ташкент, ул. Университетская, 4. Тел.: (+99871) 246-07-88, 277-12-24; факс: (+99871) 246-53-21; 246-02-24, e-mail: nauka@nuu.uz.

Автореферат диссертации разослан « ____ » _____ 2020 года.
(протокол рассылки № ____ от « ____ » _____ 2020 года).

Х.Т. Шарипов
Председатель разового научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.х.н., профессор

Д.А. Гафурова
Ученый секретарь разового
научного совета по присуждению
учёных степеней, д.х.н.

М.Г. Мухамедиев
Председатель разового научного семинара при
научном совете по присуждению учёных
степеней, д.х.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. При ускоряющемся развитии мирового научно-технического прогресса, отраслей экономики, особенно, промышленного производства, решении экологических проблем требует использование современных технологий с применением, в частности, ионообменных технологий в водоподготовке, извлечении драгоценных и цветных металлов из технологических растворов и сбросных вод, очистка газо-воздушных потоков от вредных веществ в промышленности. Большое значение имеет использование селективных волокнистых сорбентов при создании современных технологий.

В мире с развитием и расширением различных отраслей промышленности потребность к волокнистым сорбентам для решения проблем экологии и гидрометаллургии будет увеличиваться. Особенно, проведение целевых исследований по синтезу ионообменных волокнистых сорбентов, обладающих свойствами ионного обмена и комплексообразования являются одним из важнейших вопросов, в том числе, с помощью метода химической модификации волокна нитрон некоторыми органическими реагентами содержащих серу и азот проводились многочисленные работы по созданию анионообменных волокнистых сорбентов.

В нашей стране с целью развития химической промышленности особое внимание уделяется производству новых типов сорбентов, отвечающих современным требованиям. На основе проведенных нормативных мероприятий в данном направлении достигнуты определенные результаты, особенно, с целью развития отраслей промышленности реализуются масштабные мероприятия по производству новых типов сорбентов на основе местных сырьевых ресурсов отвечающих межгосударственным стандартам. В стратегии² действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан намечены задачи по «подъему промышленности на качественно новый уровень, на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов», а также определены важнейшие задачи направленные на «освоение выпуска принципиально новых видов продукции, обеспечивающих конкурентоспособность местных товаров на внутреннем и внешнем рынках. В этом отношении особое значение имеет создание волокнистых анионитов новыми комплексными свойствами на основе местного сырья волокна нитрон.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указами Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», УП-3479 от 17 января 2018 года «О мерах по стабильному обеспечению отраслей экономики страны востребованными видами продукции и сырья», Постановлениями Президента Республики Узбекистан от 25 октября 2018 года ПП №3983 «О мерах по

² О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 гг. Указ Президента Республики Узбекистан УП-49-47 от 7 февраля 2017 года.

ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан», от 3 апреля 2019 года ПП №4265 «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности», а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологии в Республике. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями науки и технологии VII. Химическая технология и нанотехнология.

Степень изученности проблемы. Полиакрилонитрил (ПАН) в виде волокна является одним из многотаннажно получаемых в мире и широко применяемых в различных областях полимерных материалов и поэтому в научной литературе имеются много работ посвященных ему. В области модификации ПАН, улучшению свойств и расширению областей его применения необходимо отметить проведенные научные изыскания Зильбермана Е.Н., Зверева М.П., Вольфа Л.А., Солдатова В.С., Симановой С.А., Wang L.S., Carraher C.E., Геллер Б.Э., Inamuddin Mohammad Luqman. Узбекские ученые Ахмедов К.С., Ризаев Н.У., Аскарлов М.А., Жалилов А.Т., Мусаев У.Н., Бабаев Т.М., Курбанов Ш.А., Мухамедиев М.Г., Гафурова Д.А., и другие своими научными исследованиями в области химической модификации нитрильных групп ПАН волокна внесли большой вклад в решение проблем синтеза, физико-химических свойств, а также по их применению.

Анализ научных источников показал, что не было проведено систематическое научное исследование по получению нового вида ионообменного волокнистого материала, в виде тканного, не тканного или жгута, содержащего одновременно первичные и вторичные аминогруппы, путём химической модификации волокна нитрон карбамидом, а также по синтезу селективных сорбентов введением в структуру полимера новых элементов и исследованию их физико-химических свойств

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ в Национальном университете Узбекистана по прикладным грантам: «НТП-9.14. Разработка новых волокнистых ионообменных полимеров с использованием местного сырья». (2002-2004) А-6-323 на тему «Разработка технологии получения синтетических волокнистых материалов с антимикробными свойствами для применения в элементах коллективных средств защиты и для обеззараживания сточных вод инфекционных учреждений» (2006-2008 гг.); №22/2010/02-1910 юр. «Исследование возможности и разработка технологии извлечения редких металлов из технологических растворов АГМК ионообменными материалами» (2010-2011 гг.).

Целью исследования является определение физико-химических свойств нового анионообменного сорбента, синтезированного модификацией волокна нитрон карбамидом.

Задачи исследования:

анализ кинетических особенностей синтеза нового анионообменного волокнистого сорбента и определение оптимальных условий получения модифицированного карбамидом волокна «нитрон»;

исследование физико-химических свойств полученных анионообменных материалов модификацией волокна «нитрон» карбамидом, а также установление их морфологии и структуры;

исследование кинетики и термодинамики процесса сорбции ионов бихромата и полийодида волокнистыми анионообменными материалами, полученными модификацией волокна «нитрон» карбамидом;

анализ и выявление особенностей сорбции ионов ртути к полученным сорбентам из растворов имеющих различные рН среды в статических также динамических условиях;

определение возможности использования разработанных полимеров в качестве сорбентов для извлечения ионов металлов из технологических и сточных вод, а также фильтр материалов для очистки выбросных газ и воздушных потоков от паров ртути;

исследование возможности применения синтезированных йодсодержащих сорбентов на основе модифицированного волокна нитрон карбамидом в качестве антибактерицидных материалов.

Объектами исследования являются волокно «нитрон», карбамид-марки «Б», ионообменные материалы полученные модификацией полиакрилонитрильного волокна нитрон карбамидом и их соединения с различными неорганическими веществами.

Предметом исследований является химическая модификация полимеров, иммобилизация веществ, определение кинетики и термодинамики процессов сорбции и десорбции, .определение антибактерицидных свойств

Методы исследования. В диссертационной работе использованы методы ИК-спектроскопии, рентгенография, потенциометрия, сканирующая электронная микроскопия и атомная адсорбция.

Научная новизна исследования:

впервые синтезированы анионообменные волокнистые материалы, содержащие первичные и вторичные аминогруппы методом химической модификации волокна нитрон карбамидом;

определено образование сшитой структуры при взаимодействии карбамида волокном нитрон и увеличение неупорядоченности в структуре полимера;

выявлен механизм при сорбции бихромат и полийодид ионов к сорбенту ПАН-КДМ ионным обменом, а так же комплексообразованием;

определено увеличение селективности по металлам получаемых полимеров, при целенаправленном введении в полимерную структуру специфических веществ.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан лабораторный регламент и технические условия синтеза волокнистого ионообменного материала на основе волокна нитрон и карбамида;

разработана опытно-промышленная установка и наработаны партии различных видов полимеров для укрупнённых испытаний;

определены физико-химические и технические показатели полученных сорбентов и установлена способность сорбировать ионов бихромата, молибдата, ртути и йода из растворов имеющих различные рН среды.

Достоверность полученных результатов обосновывается тем, что экспериментальные результаты получены с применением современных методов исследования, как ИК-спектроскопия, рентгенография, потенциометрия, сканирующая электронно-микроскопия и атомная адсорбция.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования определяется использованием в совершенствовании методолого-методических подходов в направлении синтеза ионитов, а также получением на основе синтетических полимеров селективных к ртути сорбентов и антибактерицидных систем.

Практическая значимость результатов заключается в разработке технологии синтеза нового анионообменного волокнистого сорбента, организации его опытного производства и использование полученных результатов исследований в разработке технологии промышленного производства местных ионитов обладающего комплексом особых свойств.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов исследования физико-химических, а также сорбционных свойств и областей применения модифицированного волокна нитрон карбамидом:

сорбенты синтезированные модификацией волокна нитрон карбамидом были внедрены в практику АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» № АА-8721 от 12 ноября 2019 года). Результаты дали возможность извлечения молибдена из промывных растворов цеха по производству серной кислоты;

технология производства, синтезированных новых анионообменных сорбентов внедрен в практику в АО «МАХАМ-СНРСНІQ» (справка АО «МАХАМ-СНРСНІQ» № 96-9/100 от 25 декабря 2019 г.). Результаты дали возможность разработать новую технологию синтеза волокнистых ионообменных сорбентов;

сорбент синтезированный модификацией волокна нитрон карбамидом был использован на прикладном гранте А-12-53 «Иммобилизованные реагенты на полимерных носителях в разработке фотометрических и

сорбционно-фотометрических методов определения экотоксикантов в объектах окружающей среды» в качестве полимера носителя нитрозосодержащих органических реагентов (справка Министерства Высшего и среднего специального образования № 89-04-3114 от 25 декабря 2019 года). Результаты дали возможность разработать новый сорбционно-фотометрический метод определения тяжелых и вредных металлов.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования доложены и обсуждены на 16, в том числе 4 международных и 12 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 22 научных работ, из них получен 1 патент Российской Федерации, 7 научных статей в научных журналах, в том числе, 4 в Республиканских и 1 в зарубежном журнале, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объём диссертации. Структура диссертации состоит из введения, 5 глав, заключения, списка использованной литературы, приложения. Объём диссертации составляет 115 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Хемосорбционные материалы на основе полиакрилонитрильных волокон, их свойства и области применения»** изложены результаты проведенных исследований из иностранной и отечественной литературы. Данные объединены и сделаны научные выводы, а также на основе анализа данных литературы определены цель, задачи, актуальность и важность диссертационной работы.

Вторая глава диссертации под названием **«Получение анионообменных материалов путем химического превращения волокно нитрон карбамидом»**, посвящена изучению кинетических закономерностей модификации волокно нитрон карбамидом.

Влияние температуры, продолжительности реакции и давления на химическое превращение волокно нитрон карбамидом при его температуре плавления

Учитывая высокую потребность в сорбентах в нашей стране, разработка и дальнейшая организация производства сорбентов на основе

местного сырья позволит решить задачи, поставленные правительством Республики по ускорению освоения производства новых видов продукции, и тем самым обеспечить стабильное развитие крупных отечественных предприятий. Решение проблемы по созданию отечественных сорбентов позволит также сделать ещё один шаг в выполнении задач, выдвинутых правительством по локализации производства и налаживанию выпуска импортзаменяющей продукции.

С целью определения оптимальных условий получения анионообменных волокон нами изучены кинетические закономерности процесса химической модификации волокна нитрон карбамидом. Для этого проведены исследования зависимости СОЕ полученных волокон от продолжительности реакции, температуры, давления и природы растворителей.

Влияние температуры и продолжительности процесса на химическую модификацию волокна нитрон карбамидом изучено в интервале температур от 413 до 443К в течение 1-5 часов. Результаты этих исследований приведены на рис.1. Как видно из рис. 1 с увеличением продолжительности реакции СОЕ и привес волокон увеличиваются. Например, при температуре 423К увеличение продолжительности от 2 до 5 часов приводит к повышению СОЕ волокна от 1,48 до 3,09 мг-экв/г, вместе с тем при относительно высоких температурах (433-443К) наблюдается запределивание процесса: после 3-х часов ионообменная емкость продукта почти не меняется.

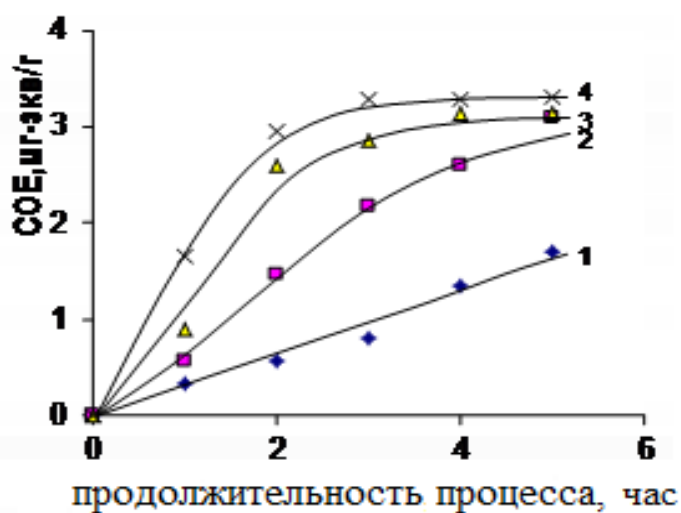


Рис. 1. Зависимость СОЕ (по 0,1 н. НСl) полученных волокон от продолжительности реакции при различных температурах . 1, 2, 3, 4-температура реакции соответственно 413, 423, 433, 443К.

Для химической модификации полиакрилонитрильных волокон и материалов на его основе карбамидом нами использован этиленгликоль – наиболее высококипящий из известных растворителей карбамида. Как видно из табл. 1. с повышением концентрации карбамида СОЕ полученных ионообменных волокон увеличивается незначительно. Следовательно, добавление этиленгликоля к карбамиду не приводит к повышению СОЕ волокна и эффективности модификации.

Результаты химической модификации «нитрона» карбамидом в присутствии этиленгликоля приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Влияние концентрации раствора карбамида на химическую модификацию волокна нитрон (растворитель-этиленгликоль, P=3атмосфера)

Температура, К	Продолжительность реакции, час	Концентрация карбамида, %	Вес исходного волокна, г	Вес модифицированного волокна, г	Привес, %	СОЕ по НСІ, мг-экв/г
433	5	33,3	0,502	0,666	32,6	2,27
433	5	50,0	0,501	0,674	34,5	2,65
433	5	66,7	0,506	0,580	34,4	2,87
433	5	100,0	0,504	0,590	17,0	3,09
433*	5	50,0	0,503	0,636	26,4	2,66

*Реакция проведена в присутствии гидросиламина.

С целью повышения ионообменной емкости волокон и ускорения процесса модификации в качестве катализатора применяли гидросиламин, что катализирует реакцию, т.е. в присутствии гидросиламина реакция между нитрильной группой полиакрилонитрила и гексаметилендиамином ускоряется в два раза. Однако применение гидросиламина для модификации полиакрилонитрила карбамидом в качестве катализатора (табл. 1, 433*) не привело к желаемому результату, что объясняется низкой основностью карбамида, по сравнению с гексаметилендиамином.

Таким образом, оптимальными условиями химической модификации волокна «нитрон» является: температура - 433К, продолжительность реакции - 3 часа, давления – 3 атмосфера, проведение реакции в расплаве карбамида и в автоклаве из нержавеющей стали.

Для идентификации химической структуры полученного анионообменного волокнистого материала были сняты ИК-спектры исходного и модифицированного карбамидом волокна «нитрон» на Фурье спектрофотометре. В ИК-спектре модифицированного волокна с увеличением обменной емкости ионитов наблюдается уменьшение интенсивности полосы поглощения в области 2241 см^{-1} , что указывает на химическую реакцию между полиакрилонитрилом и карбамидом, которая идет за счет нитрильных групп полимера, в результате чего уменьшается их количество. В ИК-спектре появляются новые расширенные полосы

поглощения за счёт гидратированных молекул воды и образующихся водородных связей $-\text{NH}_2$ групп с карбонильной группой амидов в области $3200\text{-}3600\text{ см}^{-1}$ и 1577 см^{-1} соответствующие деформационным колебаниям карбонила амидных групп и 1229 см^{-1} деформационным колебаниям $-\text{C}=\text{NH}$ групп.

Как известно, для оценки параметров сетки, процесс набухания изучают в самом "хорошем" растворителе и в равновесных условиях, когда $\Delta\mu=0$. В качестве "хорошего" растворителя нами использован диметилформамид (ДМФ).

Следует отметить, что исследуемое нами ионообменное волокно ПАН-КДМ набухает намного быстрее, чем волокно СМА-1. На основе этих результатов вытекает, что набухаемость СМА-1 меньше чем ПАН-КДМ. Параметр M_c пространственной сетки рассчитывали по формуле:

$$M_c = \frac{\rho_2 V_1 [(q_{2m} + 1)^{-3} - \frac{1}{2} (q_{2m} + 1)^{-1}]}{\ln\left(\frac{1}{q_{2m}} + 1\right) - (q_{2m} + 1)^{-1} - \chi_1 (q_{2m} + 1)^{-2}}$$

где χ - параметр Флори - Хаггинса для системы полиакрилонитрил - ДМФ. Вместо χ использовали константу Хаггинса K , которую находили из зависимости приведённой вязкости раствора нитрона в ДМФ от концентрации. Значение K составляло 0,29. Зная M_c можно рассчитывать степень сшивания, т.е. среднее число отрезков между узлами пространственной сетки.

Некоторые характеристики пространственной сетки ионообменных волокон ПАН-КДМ и СМА-1 приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Характеристики пространственной сетки ионообменных волокон.

Гель фракция, %	g_{2m}	M_c	$n_c \cdot 10^{-3}$, моль/см ³	$V_c \cdot 10^{-4}$, см ³ /моль	v_c , моль/см ³	$N_c \cdot 10^{20}$, (см ³) ⁻¹	n
<i>СМА-1</i>							
94,4	1,0774	640,55	1,79	8,83	558,66	4,69	107,13
<i>ПАН-КДМ</i>							
90,1	1,46	570,8	1,66	12,8	600	10	120

M_c - среднечисловая молекулярная масса активной цепи; n_c^* - число молей активных цепей в единице объема сшитого полимера, моль/см³; V_c - эффективный мольный объем активной цепи, см³/моль; v_c - число молей активных цепей в образце, моль/см³; N_c - концентрация активных цепей в единице объема сшитого полимера (см³)⁻¹; n - частота сеток.

Из данных, приведенных в табл. 2 видно, что с изменением функциональных групп изменяется M_c . Это свидетельствует о том, что у СМА-1 частота сшивок меньше, чем у ПАН-КДМ. Средняя молекулярная масса M_c ионообменных волокон составляет у ПАН-КДМ 570, а у СМА-1 640. Частоты сеток на одну макромолекулу составляет порядка 100 узлов, что и объясняет малую набухаемость ионообменного волокна в растворителе растворяющем исходного волокна "нитрон".

В третьей главе диссертации под названием «**Физико-химические свойства анионообменных волокон, полученных модификацией волокно нитрон карбамидом**» приведены результаты изучения физико-химических свойств полимеров полученных химической модификацией полиакрилонитрильных волокон карбамидом.

Рентгеноструктурное исследование исходного и модифицированного карбамидом ПАН волокон

Для выявления изменения структуры ПАН волокон после модификации, нами был проведен рентгеноструктурный анализ полученных анионообменных волокнистых материалов.

Сопоставление рентгенограмм исходного ПАН волокна и модифицированных карбамидом ПАН показывает, что у всех образцов после химической модификации наблюдается ухудшение пика соответствующее кристаллическим участкам полимера и увеличение расширенных полос, соответствующим более аморфным структурам полимера, так как рентгенограммы расположены ниже 5000 единиц интенсивности рентгеновского сигнала.

Так как модифицированные волокна ПАН-КДМ проявляют такие специфические свойства, как способность к ионному обмену и комплексообразованию, нами осуществлено потенциометрическое титрование, для характеристики ионогенных групп в ионообменном материале.

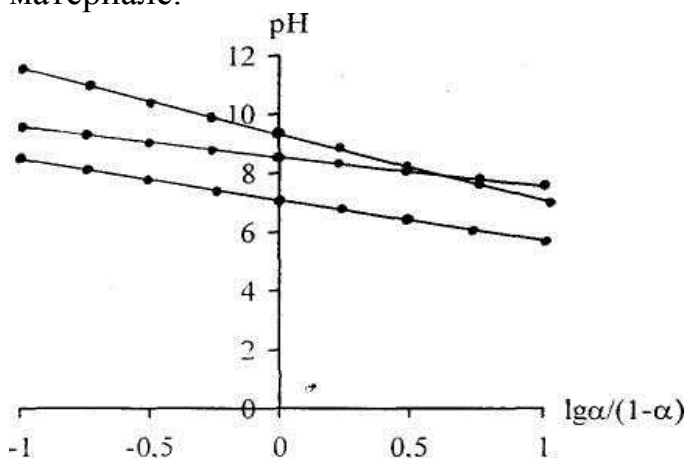
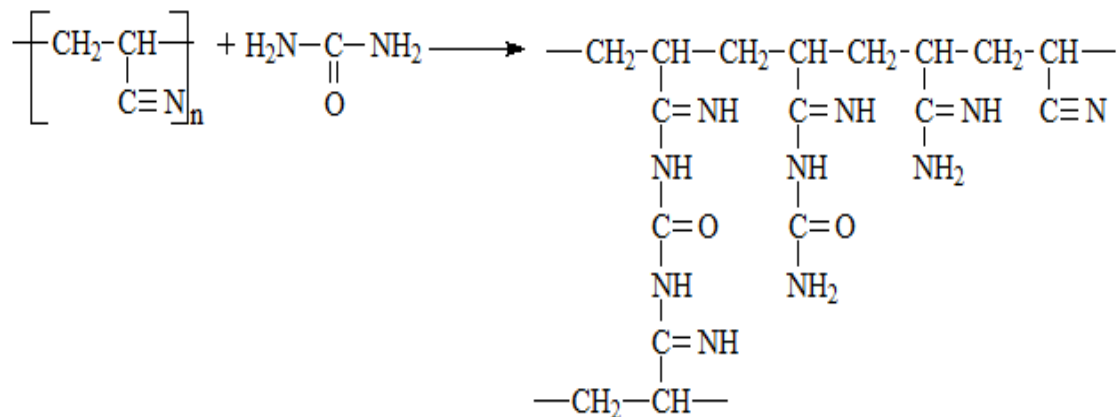


Рис. 2. Зависимость pH от $\lg \alpha / (1 - \alpha)$. 1,2,3-соответственно равны $pK_a = 7,0; 8,5; 9,4$.

Из представленных данных на рис. 2 видно, что в составе ионита имеются функциональные группы с pK_a 7,1; 8,5; 9,4, подтверждающие наличие в ионите групп сильноосновного и слабоосновного характера.

Таким образом, на основе определения параметров сетки, потенциометрического титрования, ИК-спектроскопических исследований модифицированных волокон карбамидом установлено, что последний взаимодействует с нитрильной группой ПАН волокна, в результате чего образуется анионообменный волокнистый материал следующей предполагаемой структурой:



Химическая устойчивость волокнистого сорбента ПАН-КДМ изучена в различных агрессивных средах и при разных условиях. Для характеристики устойчивости ионообменного волокна ПАН-КДМ к различным агентам, в том числе и к сильным окислителям использовали общепринятые методы испытания. Экспериментальные данные показали, что исследуемое анионообменное волокно ПАН-КДМ, так же как и СМА-1, устойчиво к действию различных химических реагентов. Тем не менее, при обработке модифицированных волокон ПАН-КДМ в агрессивных средах, как и в случае СМА-1, значение СОЕ и масса образцов заметно понижаются, т.е. происходит частичный гидролиз ионообменника, но при этом волокнистая структура сохраняется. Проявление достаточной устойчивости к химическим реагентам исследуемых сорбентов обусловлена их сшитой структурой.

В четвертой главе диссертации под названием «Сорбционные свойства полученных анионообменных материалов и области их применения» представлены полученные результаты по сорбции ионов шестивалентного хрома, йода, ртути и паров ртути, а также по получению полийодидных комплексов и применению последнего в качестве антибактерицидных материалов.

Известно, что одной из основных проблем охраны окружающей среды является очистка промышленных сточных вод и источников питьевой воды от ионов токсичных металлов как Zn, Cr, Си Hg и другие. Удаление Cr(VI) из водных растворов сорбционными методами затруднено, особенно из кислых растворов, так как он окисляет функциональные группы сорбента и приводит к его разрушению

Сорбцию ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ сорбентом ПАН-КДМ изучали в зависимости от времени, температуры и концентрации ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ в исходном растворе

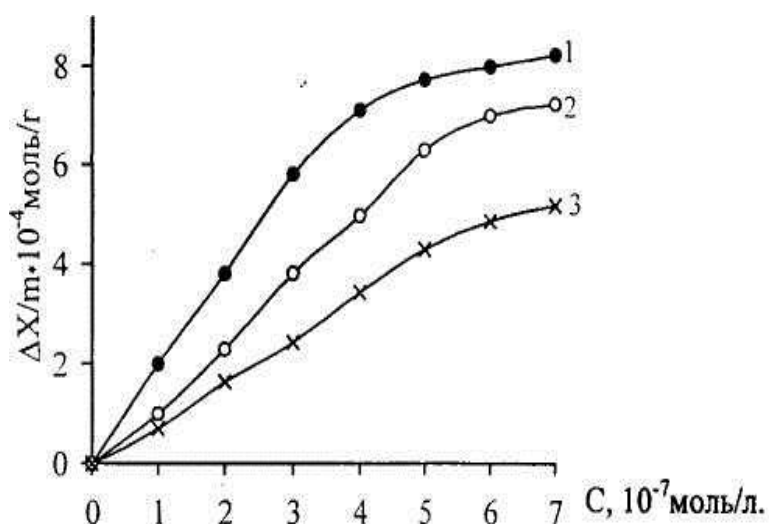


Рис. 3. Изотермы сорбции бихромат ионов ионообменным волокном ПАН-КДМ при различных температурах. 1, 2, 3 – температура сорбции 288, 298, 308К соответственно.

Сорбционное равновесие между волокном и раствором во всех случаях устанавливается в течении 5-10 мин. С повышением температуры процесса наблюдается небольшое уменьшение удельной сорбции, что, по-видимому связано с удалением физически сорбированных ионов $Cr_2O_7^{2-}$.

Термодинамические функции были определены из зависимости констант равновесия от температуры: $\Delta G = -RT \ln K$. Из уравнения $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ находили значения ΔH и ΔS . Для этого строили график зависимости $R \ln K$ от $1/T$. Из тангенса угла наклона этой прямой рассчитывали ΔH , а ΔS рассчитывали из уравнения: $\Delta S = \Delta H - \Delta G/T$. Полученные данные приведены в табл. 3.

Таблица 3
Изменение термодинамических функций при сорбции ионов $Cr_2O_7^{2-}$ волокном ПАН-КДМ

Т, К	Γ_{∞} , моль/г	$K \cdot 10^7$	ΔG , Дж/моль	ΔH , Дж/моль	ΔS , Дж/моль
288	1,33	4,16	-19935,36	-44000	-83,5
298	1,25	1,96	-18768,04		-84,6
308	1,17	0,95	-17546,76		-85,8

Как видно из приведенных данных табл. 3 величина константы равновесия адсорбции намного выше единицы, что свидетельствует о селективности процесса сорбции ионов $Cr_2O_7^{2-}$ сорбентом ПАН-КДМ. Следует отметить, что процесс сорбции ионов $Cr_2O_7^{2-}$ сорбентом ПАН-КДМ протекает с уменьшением свободной энергии, энтальпии и энтропии системы. Уменьшение энтальпии и энтропии системы свидетельствует об очень сильном связывании ионов хрома сорбентом ПАН-КДМ.

Исследование сорбции молибдат ионов из технологических растворов волокнистыми анионитами.

Как было вышесказано, ионообменные материалы широко используются в различных областях промышленности для решения проблем экологии и извлечения редких металлов из технологических растворов. Для широкой локализации производства синтеза ионообменных материалов, основной упор при модификации полиакрилонитрила был сделан на обработку его мочевиной выпускаемой на АО «МАХАМ-СНІРСНІQ».

Полученные таким образом анионообменные волокнистые материалы могут быть полезными в гидрометаллургии для извлечения редких металлов из технологических растворов. Синтезированные нами для этих целей сорбенты марки ПАН-КДМ и известные сорбенты СМА-1, СМА-2 отличаются друг от друга по функциональности, т. е. они содержат в своем составе различающиеся по основности функциональные группы.

Сорбцию молибдена из технологических (маточных) растворов изучали в статических условиях (табл. 4)

В таблице 4 представлены физико-химические параметры и сопоставительные данные по сорбции молибдена из технологических (маточных) растворов ЦПРМ МПЗ АО «АГМК» синтезированных анионообменных материалов.

Таблица 4

Физико-химические и сорбционные свойства анионообменных материалов по молибдену из маточного раствора ЦПРМ МПЗ АО «АГМК» ($m_{\text{сорб}}=1,00\text{г}$, $T=300\text{К}$, $t=48$ часов $V=100\text{мл}$, $C_{\text{Мо}}=6,9$ г/л, $C_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 322\text{г/л}$ $\text{pH}=1,0$; содержание примесей: Cu - 0,232; Re – 0,001; Fe – 0,191; Zn – 0,135 г/л)

Тип сорбента	Вид сорбента	СОЕ по HCl мг-экв/г	Размер частиц, текс	СОЕ по Мо, мг/г
СМА-1	волокно	4,50	0,6-1,2	260,4
СМА-2	волокно	4,20	0,6-1,2	280,7
В-МДА-6	волокно	3,44	0,6-1,2	263,8
ПАН-КДМ	волокно	4,42	0,6-1,2	340,1
ПАН-КДМ	волокно	3,83	0,6-1,2	273,7
ПАН-КДМ	волокно	3,7	0,6-1,2	278,3
ПАН-КДМ	ткань	3,60	нити по 2 см	170,5
ПАН-КДМ	ватин	3,20	волокна по 2 см	190,8

Данные таблицы показывают, что полученные сорбенты обладают высокой обменной ёмкостью по HCl, а также по молибдену и используются в виде, волокон, ткань и ватин (табл.4).

Как видно из таблицы разработанные сорбенты проявляют достаточно высокую сорбционную способность по молибдену в частности способны

извлекать молибден при таких больших концентрациях серной кислоты наблюдаемых в технологических растворах ЦПРМ МПЗ»АГМК»

Полученные результаты исследований показывают, что синтезированные волокнистые анионообменные материалы могут быть использованы для извлечения молибдена из технологических растворов «АГМК».

Йодсодержащие волокнистые материалы, обладающие антимикробными свойствами могут быть использованы для борьбы с гнойной инфекцией в хирургических, гематологических, дерматологических учреждениях, а также для борьбы с гнойной инфекцией в условиях длительной изоляции человека в герметизированных системах, в том числе для решения эколого-технических задач, как например, для обеззараживания пресной воды от микроорганизмов, вызывающих опасные болезни. Из проведенных исследований выяснилось, что, с повышением температуры наблюдается значительное увеличение удельной сорбции, что, по-видимому, объясняется увеличением скорости движения сорбирующих ионов. Насыщение сорбента йодом на начальных стадиях протекает очень быстро, затем процесс замедляется и наблюдается эффект запределывания. Во всех случаях для наступления равновесия необходимо около 100 мин. Скорость процесса сорбции также зависит от концентрации йода в растворе. Причем емкость сорбентов по йоду зависит не только от времени контакта, но и от природы функциональных групп в сорбенте, а также температуры.

Механизм связывания йода протекает за счет ионного обмена, ионов Cl^- на ионы I_3^-

На основании значений констант равновесия при различных температурах найдены величины термодинамических параметров процесса сорбции. Полученные величины приведены в табл. 5.

Таблица 5

Изменение термодинамических функций при сорбции ионов йода
волокном ПАН-КДМ

T, K	Γ_∞ , моль/г	$K10^8$	ΔG , Дж/моль	ΔH , Дж/моль	ΔS , Дж/моль
288	1,92	1,79	-45500	-55700	-354
298	2,17	5,13	-49700		-20,1
308	2,38	8,57	-52600		-10,0

Таким образом, можно считать, что полученные йодсодержащие полимерные материалы представляют интерес для практического применения в медицине в качестве антимикробных средств, а также для обеззараживания питьевой воды от различных микроорганизмов и в промышленности для очистки промышленных сточных вод от ионов тяжелых металлов, а также паров ртути.

С целью рекомендации сорбента ПАН-КДМ для очистки сточных вод и технологических растворов от ионов хрома был изучен технологический

режим по динамической сорбции ионов хрома из искусственных растворов имеющих различный рН среды.

Таблица 6

Влияние рН раствора на ДОЕ сорбента ПАН-КДМ по ионам $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

рН	1	3	4	5,8	7	8	10
ДОЕ по $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, мг/г	300	240	235	170	163	108	99
ДОЕ по хромуму, мг/г	106	120	117	85	81	52	48

При этом динамическая обменная емкость (ДОЕ) сорбента по ионам хрома (VI) в кислой среде при рН=1 достигала 300 мг/г и в щелочных средах при рН=10 снизилась до 99 мг/л. Это явление можно объяснить протонированным состоянием сорбента. Наряду с этими для многократного использования сорбента, была изучена возможность вымывания, а также влияние цикла сорбция-десорбция на ДОЕ сорбента ПАН-КДМ по ионам $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ и по атому хрома. Как видно из данных табл. 7 при десорбции ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ из сорбента ПАН-КДМ 2%-ным водным раствором аммиака достигается 15-кратный цикл сорбция-десорбция.

Таблица 7

Влияние условий регенерации ионита ПАН-КДМ на сорбцию ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

ДОЕ, мг/г	До регенерации	После регенерации 2% -ным водным раствором аммиака					
		1,2	3	4-8	9-12	13,14	15
по $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	350	290	280	270	260	240	230
по Cr	257	213	205	198	191	176	169

При проведении 15-кратного процесса сорбции-десорбции ДОЕ сорбента изменялась на 25% и составляла в пределе 176-169 мг/г по ионам $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.

Разработанный сорбент может найти применение в процессах очистки сточных вод гальванических цехов хромирования от ионов Cr(VI) и концентрирования технологических растворов.

Исследования по очистке воздуха от ртути волокнистыми сорбентами были проведены совместно с учеными Института неорганической химии Российской академии наук и лабораторией охраны окружающей среды Новосибирского завода химконцентратов (НЗХК). При проведении исследований использовали сорбенты на основе йодсодержащих модифицированных полиакрилонитрильных волокон, а именно ПАН-ГА ($J_2=26\%$), ПАН-КДМ ($J_2=28\%$) и ПАН-ГГ ($J_2=19\%$).

Во всех опытах концентрацию паров ртути в воздушном потоке, поступающем на колонки с сорбентами, поддерживали одинаковой и равной $4 \pm 0,2 \text{ мг/м}^3$. Полученные результаты приведены на рис. 4.

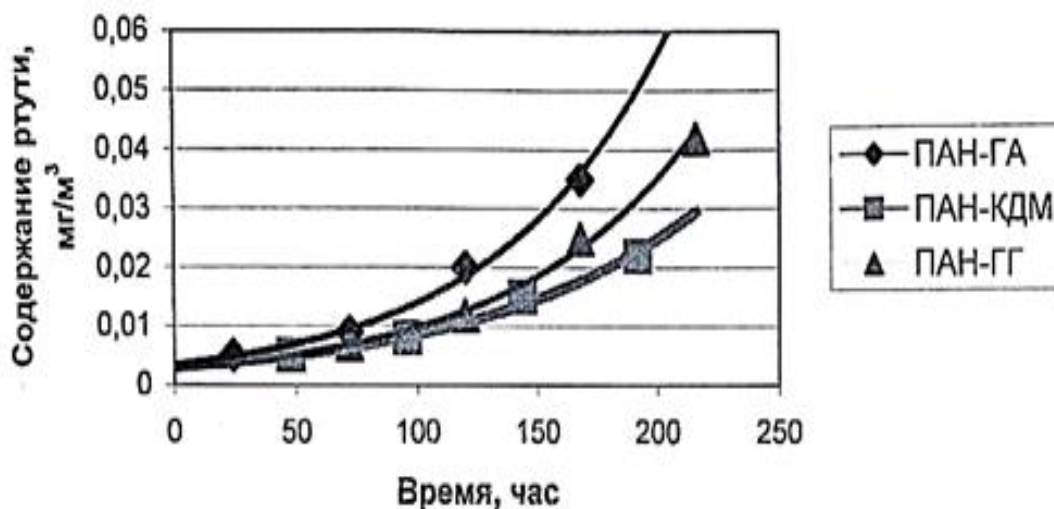


Рис.4. Динамика изменения концентрации ртути после очистки при скорости фильтрации 0,05 м/с.

Испытания показали, что после 200 час. испытаний эффективность очистки составляет 98,75%. Наилучшие результаты очистки показал сорбент на основе волокон ПАН-КДМ.

В данной работе были проведены лабораторные исследования для выявления способов обеззараживания сточных вод и воздушных выбросов инфекционных медицинских учреждений, а также разработка способов получения эффективных фильтрсорбентных материалов для этих целей на основе местного сырья.

Сопоставление полученных лабораторных испытаний с использованием полимерных волокнистых материалов марки ПАН КДМ и СМА-2 показали, что фильтрсорбентные материалы марки ПАН-КДМ обладают более выраженным бактерицидным действием в отношении холерных вибрионов 01, чем СМА-2 и 1 г фильтрсорбентом обеззараживаются 1,0-1,5 л зараженная холерными вибрионами вода.

Изучением микробной очишающей фильтрующей способности йодсодержащих антибактерицидных материалов полученных на основе ПАН-КДМ и ПАН-ГА воздуха от микробного загрязнения методом «кашлевых пластин, установлено, что когда микробное загрязнение представляет собой аэрозоль эффективность составила в 11 случаях 100%, в 4 случаях 95,5-96,2%.

В пятой главе диссертации под названием «**Методика проведения химических превращений полимеров**» описаны физико-химические характеристики исходных и вспомогательных реактивов, методика синтеза анионообменного волокнистого сорбента. Описаны физико-химические методы исследования ионообменных сорбентов а также представлены методы расчета и обработки полученных результатов.

ВЫВОДЫ

1. Синтезирован новый ионообменный волокнистый сорбент с комплексными свойствами модификацией волокна нитрон карбамидом и на основе кинетических закономерностей процесса модификации предложены оптимальные условия синтеза сорбента.
2. Сорбент исследован методами рентгенографии, а также определены плотности сетки активных цепей и на основе полученных результатов исследований объясняется что, у модифицированного волокна нитрон образуется сшитая структура и при продолжительности данного процесса возрастает доля аморфной структуры.
3. Исследованием физико-химических свойств сорбента показано, что сорбент химически устойчив и в структуре имеются сильно- а также слабоосновные функциональные группы.
4. Определено изменение значений термодинамических функций процесса сорбции бихромат и полийодид ионов сорбентом ПАН-КДМ и на основе полученных результатов установлено, что сорбция основана на механизмах ионногообмена, а также комплексообразовании.
5. На основе исследований кинетики процесса сорбции ионов и паров ртути сорбентом ПАН-КДМ показано, что эффективность сорбции ионов ртути зависит от процентного содержания йода в сорбенте.
6. Исследованием антибактерицидных свойств сорбента ПАН-КДМ-Ж по отношению выбрионам холеры сорбент рекомендован для очистки сточных вод инфекционных больниц, а также питьевых вод от выбрионов холеры.
7. Сорбент ПАН-КДМ рекомендован для сорбции ионов молибдена из технологических растворов АО Алмалыкского «ГМК».

**ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL AT DSc.27.06.2017.K.01.03
ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES
AT NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN**

NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN

RUSTAMOV MAKHAMMASIDIK

**PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF THE NEW ANION-CHANGING
SORBENT SYNTHESIZED BY MODIFICATION OF FIBER «NITRON»
BY CARBOMIDE**

02.00.04 – Physical chemistry
02.00.06 – High molecular compounds

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

Tashkent-2020

The title of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) has been registered by the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number of B2019.4.PhD/K53.

The dissertation has been carried out at the National university of Uzbekistan.

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

Scientific supervisor: **Babaev Tuygun**
Doctor of chemical sciences, professor

Official opponents: **Rafikov Adham**
Doctor of chemical sciences, professor

Turobov Hamza
Doctor of chemical sciences, Dotsent

Leading organization: Tashkent chemical-technological Institute

Defense of the dissertation will on "____" _____ 2020 at ____ at a meeting of the one-time Scientific Council at Scientific Council DSc 27.06.2017.K.01.03 at the National university of Uzbekistan. (Address: 100174, Tashkent, street Universitetical 4. Chemical faculty of the National University of Uzbekistan. Ph.: (99871)227-12-24, Fax: (99824) 246-53-21; 246-02-24. e-mail:chem0102@mail.ru)

The dissertation has been registered at the Informational Resource Centre of National University of Uzbekistan under №__ (Address: 100174, 4 University street, Tashkent, National University of Uzbekistan, tel.: (99871) 246-67-71).

The abstract of the dissertation has been distributed on «__» _____ 2020 year

Protocol at the register № _____ dated «__» _____ 2020 year

Kh. Sharipov

Chairman of the one-time Scientific council
on awarding scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor

D. Gafurova

Scientific secretary of the one-time Scientific
council on awarding scientific degrees,
doctor of chemical sciences

M. Mukhamediev

Chairman of scientific seminar at
one-time Scientific council at
on awarding of scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of doctor of philosophy (PhD) thesis)

The aim of investigation-determination of physico-chemical properties of new anion-exchanging sorbent synthesized by modification of fiber «Nitron» by carbamide.

Objects of investigation are fiber «Nitron», carbamide of sort «B», ion-exchanging materials obtained by modification of polyacrylonitrile fiber «Nitron» by carbamide, their compositions with different inorganic compounds.

Scientific novelty of investigation:

for the first time anion-exchanging fibrous materials containing primary and secondary amino-groups by method of chemical modification of fiber «Nitron» by carbamide;

formation of branching structure at interaction of carbamide with polyacrylonitrile fiber and increasing didn't regulating macromolecules in this process has been determined;

mechanism of sorption process of ions of different metals from water solutions on the elaborated polymers based on ionic and complex interactions of components and its regularities;

increasing of selectivity of sorption of different ions by obtained sorbent was determined at introduction in its structure of some specific compounds has been determined.

Introduction of investigation of results. On the base of obtained scientific results of investigation of some physico-chemical and sorption properties ranges of using of modified by carbamide fiber «Nitron» were revealed:

sorbents synthesized by nitron urea fiber modification were introduced into practice of Almalyk Mining and Metallurgical Plant JSC (certificate of Almalyk Mining and Metallurgical Plant JSC No. AA-8721 dated November 12, 2019). The results made it possible to extract molybdenum from the washing solutions of the sulfuric acid production workshop;

the production technology of synthesized new anion-exchange sorbents was put into practice at JSC «MAXAM-CHIRCHIQ» (certificate of JSC «MAXAM-CHIRCHIQ» No. 96-9 / 100 dated December 25, 2019). The results made it possible to develop a new technology for the synthesis of fibrous ion-exchange sorbents;

sorbent, obtained by modification of fiber «Nitron» by carbamide was used in applied grant A-12-53 «Development of photometric and sorption-photometric methods of detection of ecotoxicants from environmental objects with immobilized reagents for polymer carriers» as polymer carrier for nitrosocontaining organical reagents (reference of Ministry of High and secondary special education № 98-04-3114 from 25.12.2019 year). In result a new sorption-photometrical method of determination of ions heavy and toxically metals was proposed.

Structure and volume of dissertation. Dissertation consist from introduction, 5 chapters, conclusion, list of using literature and supplement. Volume of dissertation is 115 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Рустамов М.К. Химическая модификация полиакрилонитрильных волокон и материалов на его основе карбамидом. // Вестник НУУз. 2012. №3/1. -С.56-60. (02.00.00, №12).

2. Rustamov M.K., Gafurova D.A., Karimov M.M., Rustamova N.M., Bekchonov D. Zh., Mukhamediev. M.G. Application of Ion-Exchange Materials with High Specific Surface Area Solving Environmental Problems. // Russian Journal of General Chemistry. Vol.84, №13. 2014. P. 2545-2551. (№40. Research Gate. IF=0,42).

3. Рустамов М.К., Тиунов М.П. Сорбционное извлечение ртути из азотнокислых растворов модифицированными йодсодержащими волокнистыми сорбентами на основе полиакрилонитрила. // Вестник НУУз. 2017. №3/1. -С.410-417. (02.00.00, №12).

4. Юнусов М.Ю., Махмудов С.Н., Рустамов М.К., Касимов О.Ш., Юнусов А.М. Антибактериальные материалы для очистки или обеззараживания сточных вод. // Химия и химическая технология. 2007. №3. -С. 60-64. (02.00.00, №3).

5. Рустамов М.К., Каримов М.М., Халматов М.М., Рустамова Н.М., Мухамедиев М.Г. Исследование сорбции редких металлов из технологических растворов АГМК новыми ионитами. // Химия и химическая технология. 2014. №2. С.62-65. (02.00.00, №3).

6. Рустамов М.К., Каримов М.М., Мухамедиев М.Г., Муминджанов Т.И., Рустамова Н.М. Разработка технологии извлечения йода с использованием волокнистых сорбентов. // Композиционные материалы. 2014. №2. С.68-72. (02.00.00, №4).

7. Амирханова.Н.А., Зайцев А.Н., Сабуров Т.И., Исламова Р.С., Рустамов М.К., Мухамедиев М.Г., Каримов М.М. Способ получения анионообменного волокнистого материала, обладающего способностью извлекать ионы хрома (VI) из водных растворов. / Патент Российской Федерации № RU236711С1 27.09.2009 г.

II бўлим (II часть; part II)

8. Рустамов М.К., Каримов М.М., Мухамедиев М.Г. Мухиддинов Б.Ф. Синтез волокнистых анионообменных материалов на основе полиакрилонитрила и их физико-химические свойства. // Горный Вестник Узбекистана. №4, 04.12.2010 г., -с. 93-96.

9. Хакиджанов Б.Ш., Мусаев У.Н., Гафурова Д.А., Икрамова М.Э., Рустамов М.К. Анионообменные волокнистые материалы на основе нитрона. // Республиканская конференция «Полимеры-2002». Ташкент, 2002. С. 93.

10. Хамраева Г.И., Рустамов М.К., Хакиджнов Б.Ш. Ионобменные свойства модифицированного волокна нитрон. // «Юкори молекуляр бирикмалар кимёси ва физикаси» ёш олимлар илмий анжумани. Ташкент, 2002. С.98.

11. Тиунов М.П., Уланов А.В., Мусаев У.Н., Хакиджанов Б.Ш., Левченко Л.М., Бодишев Ж.О., Абровкин Н.Е., Мухамедиев М.Г., Рустамов М.К., Гафурова Д.А. Исследование процесса сорбции ртути на модифицированной ПАН волокне. // Республиканская конференция «Полимерлар кимёси ва физикаси». Ташкент, 2002. С. 16.

12. Тиунов М.П., Мусаев У.Н., Хакиджанов Б.Ш., Мухамедиев М.Г., Рустамов М.К. Сорбция ртути на йодсодержащих полимерных материалах. // Республиканская конференция «Ўзбекистонда кимё таълими, фани ва техникаси». Ташкент, 2002. С. 152.

13. Рустамов М.К., Тешаев О.Р., Бабаджанов Б.Д., Мусаев У.Н. Волокнистые антимикробные перевязочные материалы для лечения гнойных ран. // Международная конференция молодых учёных. Ташкент, 2003. С. 20.

14. Катгаев Н.Т., Мусаев У.Н., Рустамов М.К. Хакиджанов Б.Ш. Сорбционные свойства ионобменных материалов, полученных на основе нитрона // Санкт-Петербургская конференция молодых учёных «Современные проблемы науки о полимерах». Санкт-Петербург, 2005. С.36.

15. Мухамедиев М.Г., Гафурова Д.А., Каримов М.М., Рустамов М.К., Шохидова Д. Новые функциональные полимеры с комплексом особых свойств // Материалы I-Республиканской научно-практической конференции «Зеленая химия в интересах устойчивого развития». 2012. Самарканд. С.28-30.

16. Абдуллаев О.Г., Мамаджонов С.М., Рустамов М.К., Каримов М.М. Разработка опытно-промышленного реактора для синтеза ионобменного материала. // Республиканская конференция «Ўзбекистонда полимерли композицион материаллар фани ва ишлаб чиқарилишининг истиқболлари». Наманган, 2015, С. 45-47.

17. Рустамов М.К., Бабаев Т.М., Матмуратов Б.Я., Каюмов М.Б. Синтез волокнистых анионитов на основе полиакрилонитрила. // Материалы республиканской научно-технической конференции «Горно-металлургический комплекс достижения, проблемы и перспективы инновационного развития». Навои, 2016. –С. 431.

18. Юнусов М.Ю., Рустамов М.К., Махмудов С.Т., Юнусов А.М. Получение экспериментальных волокнистых материалов с бактерицидными свойствами. // Межвузовский сборник «Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук». Ташкент, 2006. –С. 182-183.

19. Юнусов М.Ю., Рустамов М.К., Касимов О.Ш., Юнусов А.М. Фильтрсорбентные материалы на основе волокнистых полимеров для обеззараживания сточных вод. // Тезисы докладов региональной Центрально-Азиатской международной конференции по химической технологии. Ташкент, 2007. –С. 360-362.

20. Рустамов М.К., Бабаев Т.М. Исследование сорбции молибдена из технологических растворов АГМК новыми волокнистыми анионитами. // Республиканская конференция «Современные проблемы науки о полимерах». Ташкент, 2019. С.142-143.

21. Мухамедиев М.Г., Рустамов М.К., Каримов М.М., Рустамова Н.М., Холматов М. Инновационная технология извлечения редких металлов из технологических растворов сорбентами на основе местного сырья. // Международная конференция «Наука о полимерах: вклад в инновационное развитие экономики». Ташкент, 2011. С. 245-246.

22. Рустамов М.К., Каримов М.М., Шахидова Д.Н., Шерматов Д.У., Мирзаахмедов Ш.Я. Сорбционное извлечение шестивалентного хрома из искусственного раствора. // Материалы IX международной научно-технической конференции: «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса». Навои, 2017. С.281

Автореферат Ўзбекистон Миллий университетининг «ЎзМУ хабарлари»
журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди

Босишга рухсат этилди: 15.01.2020 йил.
Қоғоз бичими 60x84 1/16. Адади 100 нусха.
Буюртма №11.

“Sano-standart” МЧЖ босмахонасида чоп этилди.
Тошкент ш., Широқ кўчаси, 100

