

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

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ЮЛДАШЕВ АЛИШЕР АЛИМДЖАНОВИЧ

**МИС ВА МОЛИБДЕН ИОНЛАРИГА ТАНЛОВЧАН БЎЛГАН
АНИОНИТЛАРНИ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**11.00.05-Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш
ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш**

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

Тошкент – 2019

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Юлдашев Алишер Алимджанович

Мис ва молибден ионларига танловчан бўлган анионитларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш..... 3

Юлдашев Алишер Алимджанович

Разработка технологии получения анионитов селективные к ионам меди и молибдену 23

Yuldashev Alisher

Development of technology of the production of anion exchangers, selective for copper and molybdenum ions..... 43

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 46

ЮЛДАШЕВ АЛИШЕР АЛИМДЖАНОВИЧ

**МИС ВА МОЛИБДЕН ИОНЛАРИГА ТАНЛОВЧАН БЎЛГАН
АНИОНИТЛАРНИ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**11.00.05-Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш
ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш**

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

Фалсафа доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2018.4.PhD/K155. рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент кимё технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз(резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифада www.tkti.uz манзилига ҳамда «ZiyoNET» ахборот-таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Муталов Шухрат Аҳмаджонович
кимё фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Салиханова Дилноза Саидакбаровна
техника фанлари доктори, етакчи илмий ходим

Арсланов Шарафутдин Султанович
кимё фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Тошкент давлат техника университети

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc.28.03.2018.K/T.04.02 рақамли Илмий кенгашининг 12 июль 2019 йил соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳри, Навоий кўчаси, 32. Тел: (+99871) 244-79-20, Факс:(+99871) 244-79-17. e-mail: info@tkti.uz)

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институтининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин. (№76 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100011, Тошкент шаҳри, Навоий кўчаси, 32. Тел(+99871) 244-79-20.

Диссертация автореферати 29 июнь 2019 й. да тарқатилган
(2019 йил 29 июндаги №3 рақамли реестр баённомаси)

Л.Т.Пулатова

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

Х.Л.Пулатов

Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш котиби, к.ф.д, доцент

А.С.Сидиков

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

КИРИШ (фалсафа доктори диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда саноатни жадал ривожлантириш, экологик муаммоларни ҳал этиш, рақобатбардош ва экологик тоза маҳсулотларни ишлаб чиқаришда замонавий технологияларни қўллаш тобора долзарб масалага айланиб бормоқда. Охирги йиллар давомида янги ишланмалар орқали инновацион ёндашув асосида саноатга зарур бўлган маҳсулотлар ишлаб чиқариш ошмоқда. Бу технологияларда кимёвий фаол моддалар қўллаш орқали оқава сувларни тозалаш учун катионит ва анионитларни яратиш, уларнинг физик-кимёвий, адсорбцион хоссаларини янада яхшилаш муҳим илмий-амалий аҳамият касб этади.

Жаҳонда технологик оқава сувларни таркибидан нодир ва қимматбаҳо металл ионларини ажратиш олиш учун ионалмашинувчи полимерларни, жумладан, анионитларни олиш, улар учун хом-ашё базасини кенгайтириш бўйича тегишли ечимларни илмий асослаш, хусусан, ионалмашувчи полимерлар олишга яроқли бўлган бошланғич хом-ашёларнинг кимёвий таркиби, физик-кимёвий ва адсорбцион хоссаларини аниқлаш; фурфуролни меламина билан ДФА иштирокида поликонденсациялаш йўли билан комплекс ҳосил қилувчи ва танловчан сорбцион хусусиятли кучсиз асосли анионит олиш; анионит олишнинг оптимал шароитларини аниқлаш ва реакция ҳарорати, бошланғич моддалар нисбати, катализатор концентрацияларини олинган анионит хоссаларига таъсирини аниқлаш зарур.

Республикада техноген оқава сувларни тозалаш учун маҳаллий хом-ашёлар асосида ион алмашувчи ионитлар, анионитлар ишлаб чиқариш технологиясини яратиш ва қўллаш борасида назарий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлатиришга қаратилган Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «Саноатни юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало маҳаллий хом-ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори сифатли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш»¹ га қаратилган муҳим вазифалар белгиланган. Бу борада, жумладан, маҳаллий саноат чиқиндилари асосида янги ионалмашувчи анионитлар ишлаб чиқариш бўйича илмий изланишлар олиб бориш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги №ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ва 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сонли «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларини ривожланишининг устивор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV “Атроф муҳит муҳофазаси ва табиий ресурслардан рационал фойдаланиш” устивор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммони ўрганилганлик даражаси. Ион алмашинувчи полимерларни олиш, уларни физик кимёвий хоссаларини ўрганиш ва бошқариш масалаларига куйидаги олимлар, яъни М.М.Дубинин, Ф.Д.Овчаренко, Ю.И.Тарасевич, А.В.Киселев, К.И.Чмутов, А.Б.Пашков, К.М.Салдадзе, К.Б.Мусабеков, Ш.Б.Батталова, Ю.А.Эльтеков, V.Tacan, Y.Iemuro, S.Nonako, K.Sugino, K.Cirai, R.Kitavaki, R.Heping, G. Bayd, A.Lurre, G.Maneske, H.Heller, G.Yander, V.Slater, C.Harland, H.Hofman, B. Rivas, M.Jara, E.Pereira, K.C.Ахмедов бошчилигида Э.А.Арипов, Ф.Л.Глекель, С.С.Хамраев, С.Н.Аминов, А.А.Агзамходжаев, У.К.Ахмедов, Г.У.Рахматкориев, С.З.Муминов, Б.Н.Хамидов, В.П.Гуро, Г.Р.Нарметова, И.К.Сатаев, О.К.Бейсенбаев, А.С.Султонов, Н.У.Ризаев, М.А.Аскарлов, А.Т.Джалилов, Ф.А.Магруппов, Р.А.Назирова, С.М.Туробжоновлар илмий тадқиқот ишлари бағишланган.

Кимё ва гидрометаллургия саноатида кўп миқдорда сув ресурсларидан фойдаланилишини ҳисобга олган ҳолда, улар томонидан сувни тозалаш ва баъзи металллар ионларини ажратиб олиш учун ион алмашинувчи полимерлар олиш ва уларни қўллаш технологиялари яратилган. Маҳаллий хом ашё-фурфурол асосида импорт ўрнини босувчи ионитлар олиш технологиясини яратиш саноат объектларида атроф муҳитни муҳофаза қилиш муаммоларини ҳал қилишда долзарб илмий амалий аҳамиятга эгадир.

Диссертацион мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасининг илмий-тадқиқот режалари билан боғлиқлиги Диссертацион тадқиқоти Тошкент кимё-технология институтининг илмий-тадқиқот ишлари режаларининг «Саноат оқава сувларини металллар ионларидан ион алмашилиш усули билан тозалаш» (2012-2015 йй.) ва ЁА-12-6 «Аввалдан белгиланган хоссали поликонденсацион амфолитларни олишнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш» (2016-2017 йй.) мавзуларидаги амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади фурфуролни меламина билан дифениламин иштирокида поликонденсациялаш йўли билан комплекс ҳосил қилувчи анионитлар олиш, кимё ва гидрометаллургия саноати оқава сувлари таркибидан металл ионларидан тозалашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

ионалмашувчи полимерлар олишга яроқли бўлган бошланғич хом ашёларнинг кимёвий таркиби, физик-кимёвий ва адсорбцион хоссаларини аниқлаш;

фурфуролни меламина билан ДФА иштирокида поликонденсациялаш йўли билан комплекс ҳосил қилувчи, рангли ва камёб металллар (мис,

молибден и др.) ионларига нисбатан танловчан сорбцион хусусиятли кучсиз асосли анионит олиш;

анионит олишнинг оптимал шароитларини аниқлаш ва реакция ҳарорати, бошланғич моддалар нисбати, катализатор концентрацияси ва бошқаларни олинган ионалмашувчи анионит хоссаларига таъсирини ўрганиш;

анионит олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва олинган ионалмашувчини физик-кимёвий, сорбцион (мис, никель, молибден ва бошқа ионларни сорбцияси, сорбцион сиғими, функционал гуруҳларнинг диссоциацияланиш даражаси) хоссаларини ўрганиш.

Тадқиқотнинг объекти фурфурол, меламин, ДФА, таркибида оғир металл ионлари бўлган оқава сувлар, оғир метал ионлари, анионитлар ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети рангли металл ионларига селектив бўлган термокимёвий барқарор комплекс ҳосил қилувчи анионит олиш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари Диссертацияда кимёвий таҳлил усуллари – элемент таҳлили, алкалометрик титрлаш, трилонометрик, йодометрик усул, физик-кимёвий таҳлил усуллари – ИҚ-спектроскопия, масс-спетроскопия, потенциометрия, фотоколориметрия, термогравиметрия, электрон парамагнит резонанс (ЭПР), газ-суюқлик хроматографияси ва бошқа таҳлил усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

фурфуролни меламин билан дифениламин иштирокида поликонденсациялаб рангли металл ионлари билан комплекс ҳосил қилувчи ва молибден ионларига нисбатан танлаш хусусиятига эга бўлган кучсиз асосли полифункционал термокимёвий барқарор анионит олинган;

поликонденсация жараёнини кинетик таҳлили асосида реакциянинг тезлик константаси, реакция тезлик константасини температурага, бошланғич моддаларнинг концентрациясига ва бошқа омилларга боғлиқлиги ва реакциянинг активланиш энергияси аниқланган;

импорт ўрнини босувчи ионалмашувчи полимернинг асосий кимёвий ва физик-кимёвий хоссаларининг (мис, никель, молибден ва бошқа ионларни сорбцияси, сорбцион сиғими, функционал гуруҳларнинг диссоциацияланиш даражаси) бошланғич хом-ашёларнинг кимёвий таркиби, физик-кимёвий ва сорбцион хоссаларига корреляцион боғлиқлиги аниқланган;

саноат оқава сувларини тозалаш ва баъзи металл ионларини ажратиб олиш жараёнлари учун аввалдан белгиланган хоссаларга эга бўлган ионалмашувчи полимер олиш учун маҳаллий хом-ашё фурфуролни қўллаш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

фурфурол ва меламинни дифениламин иштирокида поликонденсациялаб янги полифункционал кучсиз асосли, термокимёвий барқарор анионит олиш усули ишлаб чиқилган;

Фурфурол асосида олинган анионитни саноат ва оқава сувларини тозалашда қўллаш технологик жараёни такомиллаштирилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги тадқиқотни хулосалари ва тавсияларнинг асосланганлиги замонавий кимёвий, физик-кимёвий усулларва кимёвий тадқиқотлар қўлланилганлиги ва ишлаб чиқилган катионитларни олиш технологияси, уларнинг қўлланиши тажриба-саноат синовларида апробация қилинган ҳамда ишлаб чиқаришга қўлланилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ионалмашувчи полимерларнинг асосий физик-кимёвий ва кимёвий хоссалари билан (мис, никель, молибден ва бошқа ионларни сорбцияси, сорбцион сиғими) уларни олиш учун яроқли бўлган бошланғич хом-ашёларнинг кимёвий таркиби, физик-кимёвий ва сорбцион хоссалари ўртасидаги корреляцион боғлиқлигини аниқлаш, ҳамда поликонденсацион турдаги ионитлар ассортиментини кенгайтириш учун шароитлар яратиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, маҳаллий ишлаб чиқарилган фурфурол асосида янги анионит олинган ва у саноат ва оқава сувларни тозалаш учун тавсия қилинган. Аниқланган баъзи металл ионларини сорбцияланиш қонуниятлари саноат сувларини тозалаш технологияларини такомиллаштиришда, маҳаллий ишлаб чиқарилган фурфурол асосида ион алмашинувчи полимерлар олишда хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Маҳаллий хом-ашёдан олинган янги сорбентлар ва реагент асосида оқава сувларни тозалашнинг самарали усуллари ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

синтез қилинган анионит «Олмалиқ ТМК» АЖда саноат молибденли эритмаларини рангли металл ионларидан тозалаш жараёнларида амалиётга жорий этилган («Олмалиқ ТМК» АЖнинг 2018 йил 4 июлдаги АА-05016-сон маълумотномаси, Ўзбекистон Республикаси экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш давлат қўмитасининг 2019 йил 12 июндаги 03-02/3-2598-сон маълумотномаси). Натижада оқава сувлар таркибидаги мис ва молибден ионларини меъёр даражасигача ажратиб олиш имкониятини берган;

синтез қилинган анионит «Сувсоз» ДУК га қарашли Салар аэрация станциясида оқава сувларни тозалашда амалиётга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш давлат қўмитасининг 2019 йил 12 июндаги 03-02/3-2598-сон маълумотномаси). Натижада анионитни шахар ташлама сувларини оғир металл ионларидан, сульфат, фосфат, нитрат ва бошқа анионлардан самарали тозалаш имкониятини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 5 та ҳалқаро ва 11 та республика илмий амалий анжуманда муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 20 та илмий иши чоп этилган, Ўзбекистон

Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 8 та мақола, жумладан, 5 таси республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган.

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

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ушбу мавзуни долзарблиги ва зарурлиги асосланган. Тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари илмий янгилиги ва ушбу диссертацион ишнинг амалий аҳамияти аниқланган.

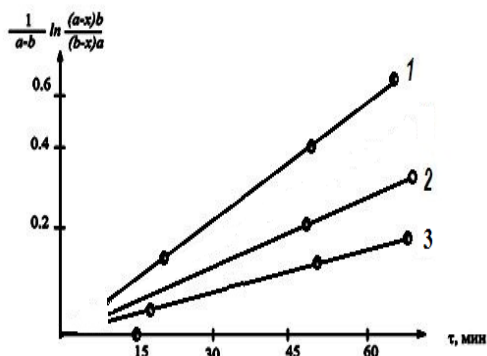
Диссертациянинг биринчи **«Саноат оқава сувларини тозалаш масаласининг замонавий ҳолати»** бобида ионалмашинувчи полимерларни олиш технологиялари ва қўлланилишининг замонавий ҳолатига бағишланган адабиётлар шарҳи келтирилган бўлиб, у ўз ичига уларнинг таркиби ва хоссалари, олиш усуллари ҳамда уларни саноат оқава сувларини тозалаш ва турли эритмалардан баъзи металллар ионларини ажратиб олиш жараёнларида қўллашни ўз ичига олади.

Диссертациянинг иккинчи **«Бошланғич моддалар ва тадқиқот усуллари»** боби бошланғич моддаларнинг характеристикаси меламин, фурфурол ва ДФА асосида анионит синтез қилиш усули, поликонденсация реакциялари кинетикасини тадқиқот усуллари, ҳамда олинган анионитни сорбцион ва физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш усуллари бағишланган.

Диссертациянинг учинчи **«Меламин ва фурфурол поликонденсация реакциясини тадқиқ қилиш ҳамда олинган анионитни асосий физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш»** боби анионитни олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва унинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш. Анионитни синтези ва тадқиқоти бўлимида фурфурол, меламин ва ДФАни поликонденсациялаш йўли билан ҳосил қилиш қонуниятлари тадқиқ қилинган.

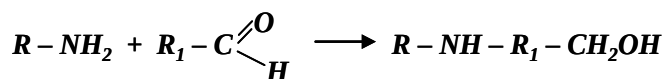
Юқори термо-кимёвий барқарорлик, механик мустаҳкамлик қийматларида молибден ионларига танланувчан хусусиятли анионитни олиш мақсадида, анионитни олишда тикувчи агент сифатида формальдегид ўрнига фурфуролдан фойдаланилди. Фурфурол ва меламинни (ДФА) иштирокида поликонденсациялаш йўли билан анион алмашинувчини ҳосил бўлиш қонуниятлари натижалари тадқиқ қилинди. Анионит структурасида ароматикларни (ДФА) фурфуролнинг гетероцикллари билан биргаликда бўлиши ионитнинг кимёвий термик ва механик барқарорлигини сезиларли даражада ошишига олиб келади. Поликонденсацияни бир текис бориши учун реакцияни қуйидаги эритувчиларда олиб борилди: этил, изоамил спиртлари, диметилформамид (ДМФА) ва бошқалар. Полимернинг энг кўп чиқиши

этиль спирти ва ДМФА қўлланилганда кузатилади. Бир оғирлик қисм эритувчи ва бир оғирлик қисм меламина қўлланилганда поликонденсация жараёни бир текисда бўлади ва олинган анионит етарли алмашилиниш сифими ва яхши механик мустаҳкамликка эга бўлади. Меламинни фурфурол билан поликонденсацияланиш реакцияси тезлигини 100°C, 110°C, 120°C, 130°C, да ўрганилди меламинни фурфуролга моль нисбати доимий бўлиб, 1.5:1.0. Тажриба натижалари 1-расмда келтирилган.

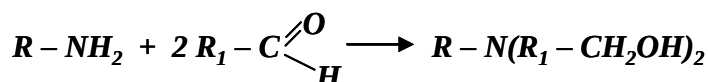


1-расм. Турли температуралардаги реакция жараёнида реакцияга киришувчи моддалар концентрациялари логарифмини ўзгариши:
1 – 130°C; 2 – 120°C; 3 – 110°C.

Реакция тезлик константасини фурфуролнинг концентрациясининг ўзгаришига биноан ҳисоблашда таклиф қиламизки полимерни ҳосил бўлиши фурфуролнинг корбанил группасини меламинамина группасининг ҳаракатчан водородлари билан ўзаро таъсири ҳисобига юзага келади. Бунда реакциянинг биринчи босқичида метилолли ҳосилаларини ҳосил бўлиши ҳисобланади.



Аминнинг иккала водород атомларини алмашилинишида диметилолли ҳосилалари ҳосил бўлиши мумкин.



Бундай йўл билан ҳосил қилинган метилолли ҳосилалар сувни ажратиб ва алоҳида амин молекулаларини боғловчи кўндаланг кўприкларни ҳосил қилиб, ўзаро таъсир қила бошлайдилар.

Эксперимент натижалари бошланғич моддаларни ИК-спектроскопик тадқиқотлари натижалари билан мос келади. Турли температураларда полимерлар ўзгариш даражасини жараён давомийлигига боғлиқлиги аниқланган. Ушбу натижалар асосида турли ҳароратларда реакцияга киришаётган моддалар концентрациясини вақт бўйича ўзгаришининг логарифмик боғлиқлиги аниқланган. Ҳисоблаш учун 30% дан ортиқ бўлмаган ўзгариш даражасига тўғри келадиган натижалар қўлланилган. 1-расмдан кўриниб турибдики, $\frac{1}{a-b} \ln \frac{(a-x)b}{(b-x)a} - \tau$ координаталарида чизиқли боғлиқлик борлиги, ушбу жараённи иккинчи даражали тенглама бўйича борадиган реакцияларга таълуқлигини кўрсатади.

Тезликлар константаларининг ҳароратга боғлиқлиги Аррениус тенгламасига бўйсунади. Меламинни фурфурол билан поликонденсация реакциясини $\lg k$ нинг $1/T$ га график боғлиқлигидан аниқланган активланиш энергияси 98 ккал/моль ни ташкил қилди. Бошланғич моддалар нисбатларини поликонденсация жараёнига таъсири ўрганилган. Реакция тезлиги константасини фурфурол концентрациясига боғлиқлиги шуни кўрсатдики, 120°C да тезлик константасини реакция муҳитдаги фурфурол концентрациясидан ўсиши чизикли ҳарактерга эга бўлади. Шундай қилиб, олиб борилган тадқиқот натижалари асосида, қуйидаги реакциянинг оптимал шароитлари аниқланди. $T=120^\circ\text{C}$, муҳит ДМФА, фурфуролнинг меламинга моль нисбати 2.0:1.0. Олинган анионитнинг хоссалари 1-жадвалда келтирилган.

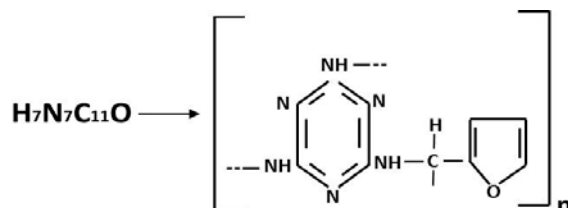
1-жадвал

Анионитларнинг асосий физик-кимёвий хоссалари

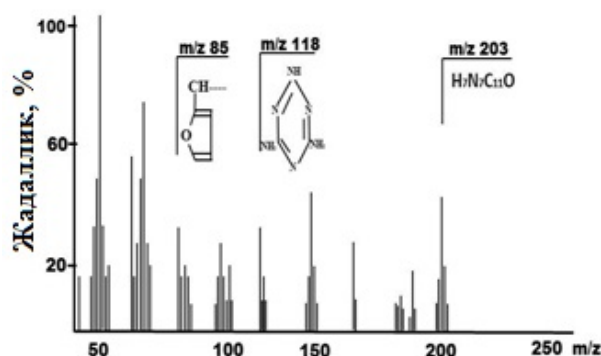
Кўрсаткичлар	Ўлч. бирл.	Меламин, фурфурол ва дифенил-амин асосида анионит	Бензогуанидин ва фурфурол асосида ФБГ анионит	Дифенил-амин ва фурфурол асосида ФДГ анионит	Меламин ва формальдегид асосида АН-1
Намлик	%	-	-	-	15
Статик алмашилиш сиғими (САС) 0,1N эритмаси бўйича, натрий хлор хлорид кислота нитрат кислота сульфат кислота	г/мл	0,6 4,5-5,0 5,08 5,95	- 4,8-5,0 4,6 4,5	- 6,5-7,2 6,2 6,3	0 3,96 4,17 4,95
ОН-формадаги бўккан анионитнинг сиғими	мл/г	1,6-1,8	2,8	3,8	2,5
Кимёвий барқарорлик. 30 минут давомид анионитни: 5 N NaOH 5 N H ₂ SO ₄ эритмасида қайнатилгандан сўнг 0.1N HCl эритмаси бўйича САС	мг-экв/л	4,5 4,2	4,5 4,6	6,3 6,4	- -
Термабарқарорлик. 20 минут давомид анионитни сувда қайнатилгандан сўнг 0.1N HCl эритмаси бўйича САС	мг-экв/л	4,8-5,0	4,7	6,4	-
Молибден ионлари ва аммоний молибдат аралашмаси ва 1 N Na ₂ SO ₄ эритмаси сорбцияси (C _{бош} =1гр/л, pH=4,5-5)	мг/г	206	354	200	165

Меламин фурфуролли анионит структурасини тадқиқи. Олинган анионитни учламчи структурали бўлиши унинг структураси ва асосий хоссаларини ўрганишда кимёвий таҳлил усуллари (элемент таҳлили, алкалометрик титрлаш, Кнопп усули ва бошқалар) билан бирга, шунингдек Масс- ва ИҚ-спектроскопия, рентгеноструктуравий таҳлил, потенциометрик титрлаш, термогравиметрия ва бошқа физик кимёвий усуллардан фойдаланиш зарурлигини аниқлаб берди. Олинган анионит структурасини

Масс-спектроскопик тадқиқоти шуни кўрсатдики **203** масса бирлигига тенг бўлган пикни борлиги меламина фурфуролли полимер элементар звеносининг молекуляр массасига тўғри келади ва у қуйидаги формула билан ифодаланади:



Масса бирликлари 85 ва 118 га тенг бўлган кам интенсив ионлар пиклари шубҳасиз меламина ва фурфурол реакциясида оз миқдорда реакцияга киришмаган бошланғич мономерлар борлигини кўрсатади (2-расм).

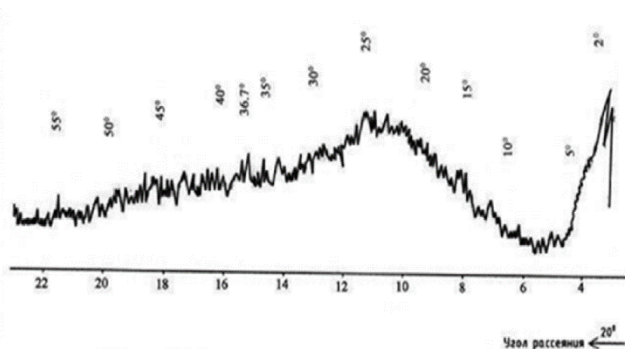


**2-расм. Қотирилган
меламина-фурфуролли
полимер масс-спектри**

Сўнгра фуран ҳалқасидаги β ва β_1 ўриндаги $-\text{CH}=\text{CH}-$ қўшбоғларни меламиннинг фурфурол билан реакциясида иштирокини аниқлаш учун тоза бошланғич фурфурол ва олинган полимер анионитнинг бромлар сони қиймати Кнопп усули билан аниқланди.

Олиб борилган кимёвий таҳлил натижалари масс- ва ИҚ-спектроскопик таҳлиллар маълумотлари билан мос келади. Бошланғич моддалар ва олинган анионит ИҚ-спектрлари фуранли гетероцикл қўшбоғларига хос бўлган $1030-1050 \text{ cm}^{-1}$ соҳаларида характерли чизикларни кўрсатди. Олинган анионитнинг спектрида фурфуролнинг карбонил группасига мос келувчи $1670-1690 \text{ cm}^{-1}$ соҳаларидаги ютилиш чизиклари йўқ. Бу шундан далолат берадики меламинни фурфурол билан поликонденсация реакцияси фурфуролнинг алдегид группаси ҳисобига боради. Маълумки, поликонденсация реакцияси ионитларни олиш жараёни ўз ичига ионоген группалари бириктирилган углеводородли занжирдан ташкил топган фазовий матрицани ҳосил бўлишини олади.

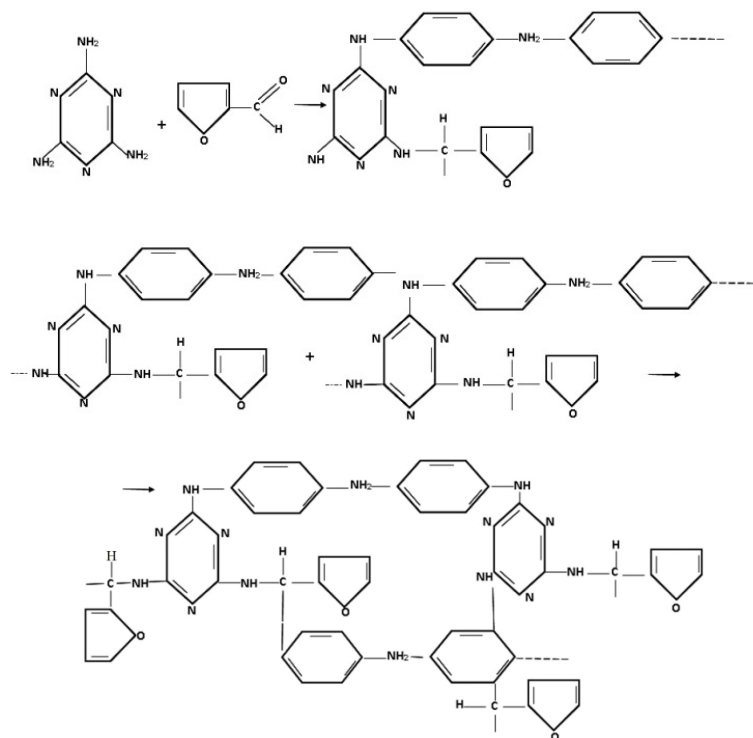
Олинган анионитнинг фазовий структурасини ҳосил бўлишини аниқлаш учун рентгенофазовий таҳлил ўтказилди (3-расм). Олинган рентгенофазовий таҳлил маълумотлари синтез қилинган анионитни тўрсимон структурасини тасдиқлайди, бунда бошланғич мономерлар ўзаро олинган анионитни фазовий структурасини ҳосил қилиб кўндаланг кимёвий боғлар билан боғланган ва уларда бошланғич моддалар фазовий структурани ҳосил қилиб, ўзаро аниқ кимёвий боғлар билан боғланган.



**3-расм. Олинган
анионитни
ренгенограммаси**

Анионитнинг олинган ренгенограммасида максимал аморф гало 23 °С бурчак остида жойлашган бўлиб, бу статистик қонуниятларга биноан поликонденсация реакцияси натижасида ҳосил бўладиган полимер занжирини тикилишида фойдаланилаётган маномерларни тартибли тузилишга эга эканлигини изоҳлайди.

Олинган анионит структурасида ионоген гуруҳларни борлиги олинган анионитни ИК-спектрлари билан тасдиқланган. 1547, 1015, 745 см^{-1} га мос келувчи ютилиш чизиқлари меламинанинг $=\text{NH}$ группасига тегишли бўлган валент ва деформацион тебранишларига тўғри келади. 1312, 1171, 747, 693, 903 см^{-1} соҳаларидаги ютилиш чизиқлари меламина ароматик ҳалқасидаги $=\text{NH}$, $-\text{NH}_2$ ва $-\text{N}=\text{C}-$ гуруҳларининг деформацион тебранишларига мос келади. 3468, 3120, 1626, 1526, 1431, 1171, 1021, 910, 730, 607, 508 см^{-1} соҳасидаги ютилиш чизиқлари ДФА ва меламинанинг боғланган амина бирикмаларидаги NH_2 аминогруппаларининг валент ва деформацион тебранишларига мос келади. Шундай қилиб, кимёвий таҳлил усуллари физик кимёвий усуллар билан биргаликда олиб борилиши асосида меламинани фурфурол билан ДФА иштирокида поликонденсация реакциясини қуйидагича изоҳлаш мумкин.

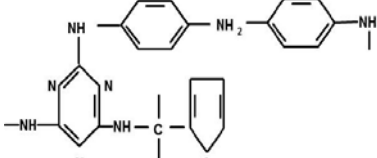


Олинган анион алмашинувчини ҳоссалари тадқиқи. Синтез қилинган анионитда ион алмашинишининг алоҳида қонуниялари ўрганилган бўлиб, улар синтез қилинган анионитни физик кимёвий характеристикаси учун асос бўлиб хизмат қила олади. Ионитларни физик кимёвий тадқиқи ионитларнинг баъзи хоссаларини моёфикация қилиш йўллари аниқлаш имконини беради. Олинган анионит ҳоссаларини саноат анионитларидан АН-31, АН-2Ф ва фурфурол, полиэтиленполиамин асосида олинган ФАН анионити хоссалари билан солиштирилди. Шунингдек, структурасида треазин ҳалқаси бор бўлган АН-1 саноат анионитидан фойдаланилган.

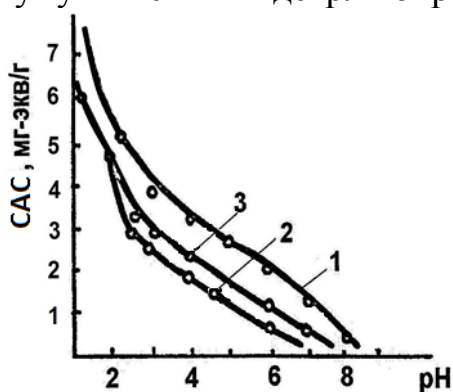
Ионларни физик-кимёвий хоссаларини аниқловчи асосий кўрсаткичлардан бири алмашиниш сиғими бўлиб, уни одатда саноат эритмалари таркибида бўлган минерал кислоталарнинг 0,1 N эритмаларидан аниқланади. 2 жадвалда турли усуллар билан олинган анионитни алмашиниш сиғими келтирилган.

2- жадвал

Олинган анионитни алмашиниш сиғими

Анионит	Анионитнинг функционал группалари	Алмашиниш сиғими, мг-экв/г			pK _{он}
		Назарий	Статик	№% бўйича ҳисоблаб топилган	
	-NH ₂ -NH ₃ -N=	5.3	5.5	5.3	8.3

2-жадвалдан кўриниб турибдики, анионитни турли усуллар билан аниқланган умумий сиғими деярли бир хил.



4-расм. Анионитларни алмашиниш хусусиятларини муҳит рНга боғлиқлиги.
1 – АН-31; 2 – ФАН;
3 – синтез қилинган анионит.

Ишда шунингдек, потенциометрик титрлаш усулидан фойдаланиб, олинган анионитнинг алмашиниш сиғимини муҳит рНга ва ионоген группаларни боғлиқлиги ўрганилган (4-расм).

4-расм эгрлари таҳлили шуни кўрсатадики барча синовлар давомида анионитларни титрлаш эгрларини ўзгариш характери бир текис камаяди, бу уларни кучсиз асосли анионитлар гуруҳига таълуқли эканини аниқлайди. Олинган анионитлар ва бошланғич моддаларда функционал группаларни

борлиги ИҚ-спектрларни олиш билан тасдиқланган. Олинган анионитнинг спектрида, шунингдек, $650-900\text{ см}^{-1}$ ютилиш соҳаларида $=\text{NH}$ ва $-\text{NH}_2$ группалари тебранишлари билан боғлиқ ютилиш спектрлари кузатилади, лекин ушбу чизик интенсивлиги анчагина камайган. Олинган анионит спектридаги 840 см^{-1} соҳадаги ютилиш чизиклари дифениламин (ДФА) халқасидаги пара ўрин алмашилишига тўғри келади. Фурфуролдаги корбанил группасига тўғри келувчи $1670-1695\text{ см}^{-1}$ соҳадаги ютилиш чизикларининг йўқлиги шуни кўрсатадики, фурфурол, меламина ва ДФА билан альдегид группаси ҳисобига таъсир этади.

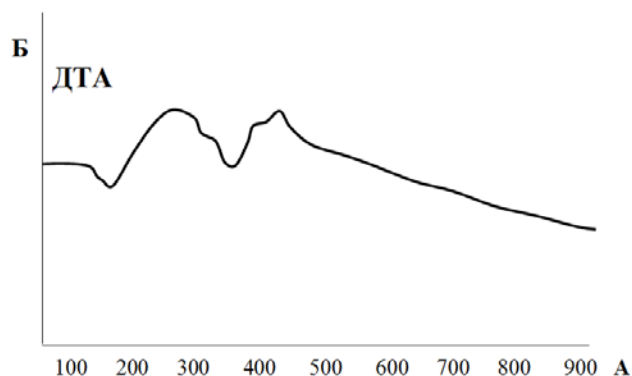
Синтез қилинган анион алмашувчиларни термик барқарорлигини ўрганиши. Ионалмашинувчи полимерлар саноат шароитларида кўпинча термик таъсирга учрайдилар. Деярли барча анионитлар кўп ёки кам даражада термик таъсирга чидамсизлар. Биз томондан синтез қилинган анионит, АН-1 ва ФАН поликонденсацион анионитларни термик барқарорлиги ўрганилган. Синалаётган анионитларни термик барқарорлигини 100°C сувда ва ҳавода дифференциал термик таҳлилдан фойдаланиб ўрганилди. Анионитни термик барқарорлигини алмашиниш сифими, оғирлиги, солиштирма сифими бўйича тавсифладик (3-жадвал).

3-жадвал

Анионитларга термик ишлов берилгандан сўнг сувли ажратмаларни тадқиқи

Анионит-лар	Вақт давомида термик ишлов берилгандан сўнгсувли ажратмалар					
	24 соат			48 соат		
	Сувли ажратма рН	Сувли ажратма таркибидаги аминогруппалар миқдори, мг-экв/г	Оғирликни йўқолиши, %	Сувли ажратма рН	Сувли ажратма таркибидаги аминогруппалар миқдори мг-экв/г	Оғирликни йўқолиши, %
Синтез қилинган анионит	7.2	0.0	-	7.35	0.2	2,85
АН-1	8.95	1.2	4.5	9.50	1.6	7.0

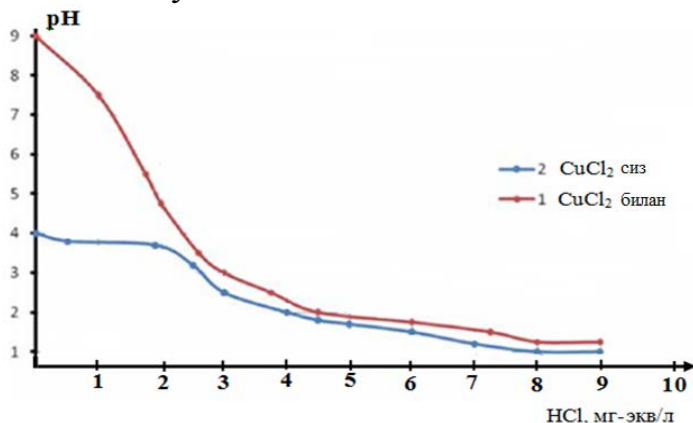
Олинган маълумотлар шуни кўрсатадики синтез қилинган анионитлар АН-1 анионити билан солиштирилганда етарли юқори термик барқарорликка эгадир. Анионитларни ҳавода термик барқарорлигини дифференциал термик таҳлил усули билан термик барқарорлигини ўрганиш 5-расмда келтирилган.



5-расм. Дифференциал термик таҳлил усули. (ДТТ)

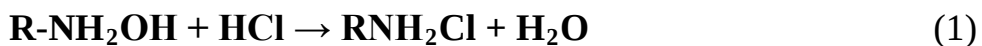
Текширилаётган анионитни термограммасида 2 та эффект кузатилади, **100-200°C** ва иккинчиси – **280-450°C** да соҳаларида. Биринчи эндоеффектни анионитни сувсизланишига таълуқли дейиш мумкин. Анионитни функционал группаларини ажралиши 280°C да бошланади. Анионитнинг каркаси температура таъсирига жуда чидамли. Анионитни 800°C да 50 минут давомда қиздирилганда оғирлигининг йўқотилиши 40-50% га етади. Бунда полимернинг ташқи кўриниши ўзгармайди.

Олинган анионитларда баъзи металллар ионларини сорбциясини ўрганиш. Олинган анионитларни мис, никель, кобальт, рух, сульфат, кадмий хлорид эритмаларидан катионларни сорбциясини тадқиқи статик шароитларда олиб борилди. Олинган анионитни ионоген гуруҳлари ҳолати ва анион алмашиниш сиғими ҳақида маълумот олиш учун, анион алмашиниш сиғимига комплекс ҳосил қилишнинг таъсиридан фойдаланилди. Объект сифатида олинган анионитда мис ионларини сорбциясидан фойдаланилди. Потенциометрик титрлаш эгрилари мис ионларисиз ва мис ионлари иштирокида олинди. 6-расмда ОН-шаклдаги анионитни мис ионларисиз (биринчи эгри) ва мис ионлари иштирокида (иккинчи эгри) потенциометрик титрлаш эгрилари келтирилган. Ушбу эгриларни солиштирилганда шу аниқландики, комплекс ҳосил қилиниши анионитнинг тўлиқ алмашиниш сиғимига таъсир этмайди (титрлаш эгриларида эгилиш нуқталарини жойлашган ўрни ўзгармайди) буни анионитда комплекс ҳосил қилувчи мис ионлари бор ва йўқ бўлган вақтда борадиган реакциялар механизмини кўриб чиқиб изоҳлаш мумкин.



6-расм. Анионитни потенциометрик титрлаш эгрилари

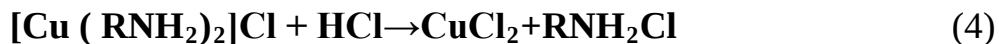
ОН-шаклдаги анионитни NaCl ва HCl эритмалари билан контактлашганда қуйидаги реакция боради:



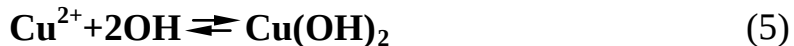
NaCl ва HCl эритмалари билан бир қаторда мис ионлари бор бўлган эритмалар билан контактлашганда қўшимча комплекс ҳосил бўлади ва у биринчи реакциядан сўнг қуйидагича боради:



Кислоталар таъсирида бу комплекс қуйидаги реакцияга биноан парчаланади:



H-N боғ Cu-N боғдан мустаҳкамроқ бўлгани учун анионитни кислота бўйича сиғими ўзгармайди. Чунки у ва бу ҳолатда ҳам битта амино группага битта H-ион тўғри келади. Буни исботи шуки биринчи ва иккинчи ҳолатда алмашилиш сиғими бир хилдир. Шунини таъкидлаш керакки, тажриба шароитларида комплекс ҳосил бўлиши билан бирга чўкма ҳосил бўлувчи реакция ҳам боради:

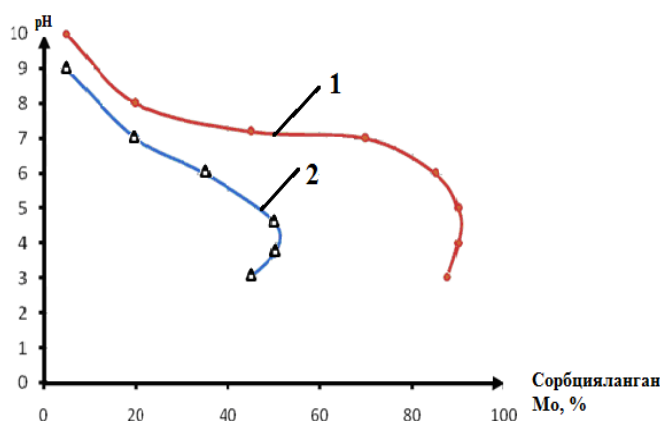


Бу эритмани нордонлашиши билан тасдиқланади: бу ҳолатда мувозанатдаги эритмалар pH фақат ион алмашинувиға нисбатан анча пастдир. Бунда қуйидаги қонуният кузатилади: қанча кўп чўкма ҳосил бўлса, мувозанатдаги эритмалар pH қиймати шунча паст бўлади. Бу ҳолатда, чўкма ҳосил бўлганда, қанча кўп чўкма ҳосил бўлса, потенциометрик титрлаш эгриси пасаяди, комплексларни ҳосил бўлиши эса потенциометрик титрлаш эгриси характерида кўринмайди. Потенциометрик эгрининг бошланғич боришига pH қиймати ҳал қилувчи таъсирни кўрсатади, қанча кўп чўкма ажралса, титрлаш эгриси шунча паст бўлади. Шунини таъкидлаш керакки, металл ионлари билан комплекс бирикма, хусусан мис билан, чўкма тушишига қараганда мувозанатдаги эритмаларнинг анча паст pH қийматида ҳосил бўлади. Олинган анионит томонидан мисни максимал ютилиши мувозанатдаги эритмалар pH=3,5-4 га тенг бўлганда бўлади. Кейинги мувозанатдаги эритмалар pH ортиб борганда, чўкма миқдори ортади, мисни сорбцияси комплекс ҳосил қилиниши ҳисобига бир мунча камаяди, бу шу билан боғлиқки, ҳосил бўлаётган чўкма мис ионларини анионитнинг ионоген группаларига диффузияланишига тўсқинлик қилиб анионит доналарига мустаҳкам ёпишиб олади.

Синтез қилинган анионит билан молибден ионлари сорбциясини тадқиқи. Ионалмашинувчиларда сорбцияланиш саноат амалиётида камбағал хом ашёни қайта ишлашда олинган турли эритмалардан молибденни ажратиб олиш, ҳамда турли сувлардан молибденни ажратиб олиш учун кенг қўлланилади. Шу борада етарли даражада юқори асосли кўрсаткичига ва молибден ҳамда вольфрамга нисбатан танлаш хоссасига эга бўлган янги импорт ўрнини босувчи мавжуд қулай сорбентларни тадқиқи катта қизиқиш касб этади. Шунинг учун синтез қилинган анионитларни молибден гидрометаллургиясида қўлланиш имкониятларини аниқлаш мақсадида молибден ионларини синтез қилинган анионитда сорбциясини

турли факторларга боғлиқлигини ўрганиш қизиқиш касб этади. Хом-ашё сифатида таркибида триазин халқаси бўлган меламина кўлланилиши, адабиётдаги маълумотларга биноан, анионитда молибден ионларини танланиб ютилишига ёрдам беради. Синтез қилинган анионитда молибденни сорбцияси бўйича олинган натижаларни саноат эритмаларидан молибденни ажратиш олиш учун тавсия қилинган АН-2Ф саноат анионити ва **ФАН анионити** маълумотлари билан солиштирилган. Тадқиқот объекти сифатида концентрацияси $C_{\text{тадк}} = 1$ г/л бўлган аммоний молибдат эритмасидан фойдаланилган. Анионитлар OH^- , SO_4^{2-} , Cl^- шаклларда кўлланилган.

Олинган маълумотлар шуни кўрсатадики, молибден анионит хлор шаклда бўлганда тоза аммоний молибдат эритмасида яхшироқ сорбцияланади. Рақобат қилувчи сульфат ионлари ($48 \text{ г/л } \text{SO}_4^{2-}$) мавжуд бўлганда синтез қилинган анионит молибден ионига нисбатан кўпроқ танланувчанликка эга бўлиб, сорбцион хоссалари ўзгармайди - $292\text{--}256 \text{ мг/г}$ ва рақобат қилувчи ионларни борлиги атиги $10\text{--}12\%$ га камайди. Молибденни сорбциясига pH ва рақобат қилувчи ионлар концентрациясининг таъсири ўрганилган. Тадқиқот натижалари 7-расмда келтирилган бўлиб, солиштириш учун АН-2Ф анионити маълумотлари келтирилган.

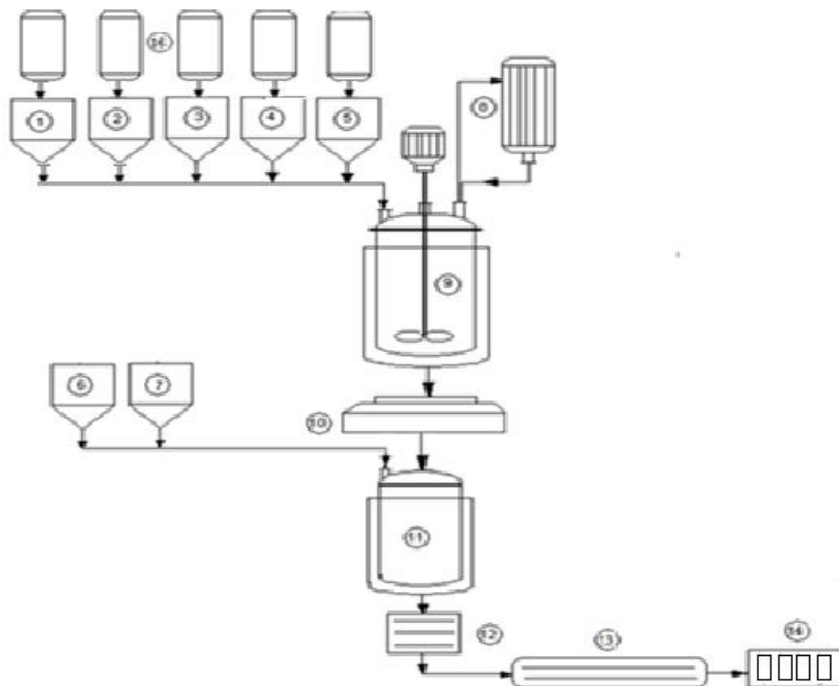


7-расм. Эритма pH ни молибден сорбциясига таъсири (г/л).
1. Синтез қилинган анионит;
2. АН-2Ф анионити.

7-расмда эгрилар тахлили шуни кўрсатадики, молибденнинг максимал сорбцияси $\text{pH}=3,2\text{--}5,0$ оралиғида кузатилади. Синтез қилинган анионитни Cl^- ва SO_4^{2-} шаклларда молибденнинг сорбцияси бўйича маълумотларни солиштиришга биноан Cl^- шаклда бўлганда хлор ва сульфат ионлари орасидаги анион алмашилиши ҳисобига молибденнинг сорбцияси бир мунча сусаяди. SO_4^{2-} шаклда эса бу ҳодиса кузатилмайди. Шундай қилиб, шуни таъкидлаш керакки синтез қилинган анионит ўзининг сорбцион хоссалари ҳисобига молибден гидрометаллургиясида уни ажратиш олиш мақсадида кўлланиши мумкин.

Анионитни олиш технологик жараёни изоҳи. Меламин ва фурфуролни ДФА иштирокида поликонденсация йўли билан лаборатория тадқиқотлари бизга уни олиш технологик схемасини олиш имкониятини берди (8-расм). Меламин, фурфурол ва ДФА асосида анионит олиш даврий

жараёни қуйидаги босқичлардан ташкил топган: хом-ашёни тайёрлаш ва юклаш, меламина ва фурфуролни ДФА иштирокида поликонденсациялаш, ионитни чиқариш, уни қуритиш ва анионитни гранулалаш. Бошланғич хом-ашё 9-реакторга берилишидан аввал технологик талабларга мос эканлиги текширилади. Меламин, фурфурол ва ДФА омбордан 1,2,3,4,5 ўлчагичларга берилиб у ердан маълум миқдорда 8-совутгич ва реакцион массани иситиш учун сувли ғилоф ҳамда аралаштириш учун аралаштиргич билан жихозланган 9-реакторга узатилади.



8-расм. Анионит олиш технологик схемаси.

1,2,3,4,5-хом-ашё учун ўлчагичлар; 6-дистилланган сув учун ўлчагич;
7-NaOH эритмаси учун ўлчагич; 8-совутгич; 9-реактор; 10-қуритгич;
11-гранулятор; 12- элак; 13-тасмали транспортер; 14-тайёр маҳсулот омбори;
15-хом-ашё учун омбор.

Реакцион масса температураси $100-120^{\circ}\text{C}$ атрофида ушлаб турилади. Бу температурада поликонденсация жараёни давомийлиги 10-12 соатни ташкил қилади. 4-6.5 соат вақт ўтгач, ҳар 20 дақиқа оралиғида маҳсулотни тайёрлигини кўрсатувчи, гел ҳосил бўлиши бошланишини аниқлаш учун намуна олинади. Тайёр ион- алмашинувчи массасини патнисларга қуйилади ва 10-қуритгичда $110-130^{\circ}\text{C}$ да қуритилади. Қотирилган полимер массаси 11-грануляторга берилиб, $d_d=0.25-1.5$ мм гача майдаланади. Майдаланган анионит 13-тасмали транспортерга берилади ва 14- тайёр маҳсулот омборига юборилади.

а) Олинган анионитни оқава сувлар ва саноат сувларини тозалаш жараёнларида лаборатория - ишлаб чиқариш ва саноат тажриба синовлари. 2018 йилнинг 25 мартдан 4 апрелгача “Сувсоз” ДУК пилот созламасида янги ионалмашувчилар: сульфурланган антрацен-фурфуролли полимер асосида олинган сульфокатионит ва меламин, фурфурол,

дифениламин асосида олинган кучсиз асосли анионитни тажриба-саноат синовлари ўтказилди. Синовларни олиб бориш учун оқова сувни механик, биологик ва кимё-бактереологик тозалашдан сўнг ўрта намунаси олинди. Корхонада оқова сувни тозалангандан сўнг маълумотлари 4-жадвалда келтирилган. Оқова сувларни ионлар ва сульфат, фосфат, хлорид-анионларидан тажриба саноат синовларини анионит қатлами орқали ўтказиш йўли билан олиб борилди. Бунда ионлардан тозалаш содир бўлади (4-жадвал).

4-жадвал

Сульфокатионит ва анионит билан “Сувсоз” ДУК шахар ташлама сувларини тозалашни тажриба-саноат синовлари натижалари

Ифлослик турлари номи	Ўлч. бирл.	“Сувсоз” ДУК сувларини тозалашни фактик самарадорлиги, %	Сульфокатионит билан контактлашгандан кейинги ташлама сувларни тозалаш фоизи	Анионит билан контактлашгандан кейинги ташлама сувларни тозалаш фоизи
рН		7.58	2.4	2.4
Нефть маҳсулотлари	мг-экв/л	78	83	88
Хром		71	81	84
Мис		70	82	92
Рух		75	81	90
Фосфатлар		82	-	95
Сульфатлар		72	-	87
Хлоридлар		72	-	93

4-жадвал маълумотларига биноан синалаётган сульфокатионит ва анионитдан “Сувсоз” ДУК оқова сувларини тозалаш жараёнида фойдаланилганда сувнинг тозалаш даражаси чегаравий мумкин бўлган ташламалар (ЧМТ) нормаларига етади. Таклиф этилаётган сульфокатионит ва анионитни “Сувсоз” ДУК шахар оқова сувларини тозалаш ва юмшатишда қўллашдан кутилаётган иқтисодий самарадорликни тахминий ҳисоби йилига 106 млн. сўмни ташкил қилади. Шундай қилиб, ТошКТИ да ташлама сувларни тозалаш учун, ишлаб чиқилган ионитларни қўллаш учун олиб борилган тажриба саноат синовлари ЧМТ нормаларига етказди. Синалган ионитлар шахар ташлама сувларини оғир металл ионлари ва турли анионлардан самарали тозалаш жараёнларига тавсия этилган.

б) Олинган анионитларни “Олмалиқ тоғ-металлургия комбинати” АЖ да саноат молибденли эритмаларини рангли металллар ионларидан ион алмашиниб тозалаш бўйича тажриба саноат синовлари.

2017 йил 10 сентябрдан 22 сентябргача молибден ярим маҳсулотини ишлаб чиқарувчи гидрометаллургик цехда янги полимерли ионитлар: антрацен ва фурфурол асосида олинган фосфорли нодон катионити ва меламина, фурфурол, дифениламин асосида олинган анионит лаборатория синовлари олиб борилди. Тетрамолибдат аммоний (ТМА) саноат эритмалари

таркибида ҳалақит берувчи мис, никель, кобальт ионлари бўлиб уларни йўқотиш зарур. Мис, никель, кобальт ионларини ажратиш синовларини ўтказиш учун, техник молибден кислотаси билан ишқорсизлантирилгандан сўнг таркибида 95,6 г/л – молибден, 0,82 г/л – никель, 0,62 г/л – мис, 0,52 г/л – кобальт мавжуд бўлган аммоний молибдатни ўртача намунаси ажратиб олинган. Кўрсатилган аммоний молибдат саноат эритмаси фосфорли нордон катионит қатлами орқали ўтказилди. Синов натижаларига биноан фосфорли нордон катионит аммоний молибдат эритмасини мис ионларидан 55-60% никельдан 40-35%, кобальтдан 65-60% тозалайди. Саноат эритмаларини катионит қатлампидан 3 маротаба ўтказилганда мис, никель, кобальт ионларидан тозалаш даражаси ЧММ қийматларигача етади. Сўнг бошланғич эритмани қайта ишлаш жараёнида вольфрамли ва молибденли бирикмаларни ишлаб чиқарилгандан сўнг ушбу эритмадан молибден ва вольфрам ажратиб олинади. Молибденни ажратиб олиш учун таркибида молибден бўлган саноат эритмаси анионит қатлампидан ўтказилди. Бунда молибден ОН- ва Cl- шаклларида етарли даражада яхши сорбцияланиши аниқланди, лекин у сульфат формада анча самарали сорбцияланади. Олинган тажриба саноат синовлари натижалари шуни кўрсатдики, синалаётган фосфорли нордон катионит ва кучсиз асосли анионит мис, никель, кобальт ионларига нисбатан юқори сорбцион хоссаларга эгадирлар ва улар анча тоза молибден эритмаларини олишга ёрдам берадилар ҳамда шу муносабат билан бу ионитлар келгусида ТМА саноат эритмаларини рангли металл ионларидан тозалаш жараёнларида ва молибденни сорбциялаш жараёнига фойдаланиш учун тавсия этилган.

ХУЛОСА

Меламин ва фурфурол асосида янги ион алмашувчи полимерлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва кейинги уларни саноат сувларини ноорганик тузлар ионларидан ва эритмалардан рангли металл ионларини ажратиб олиш жараёнларида қўллаш борасида олиб борилган тадқиқот ишларидан қуйидаги хулосалар келиб чиқди:

1. Фурфуролни меламин ва ДФА билан поликонденсациялаш йўли билан анионит олишнинг янги усули кўрсатилди, меламин ва фурфурол асосида анионит олиш реакциясини кинетик тадқиқотлар асосида реакциянинг тезлик константаси ва активланиш энергия қийматлари аниқланди, ионитлар олишни реакция температураси, бошланғич модда концентрацияси ва катализатор ҳамда бошқа омилларга боғлиқлигини кўрсатади.

2. Олинган анионитни хоссалари ва структураси қуйидаги кимёвий таҳлил усулларини қўллаб: элемент таҳлили, физик-кимёвий таҳлил усуллари билан биргаликда алкалометрик титрлаш, потенциометрик титрлаш, масс-спектр, ИҚ-спектроскопия, рентгенография, термогравиметрия, фотоколориметрия ва бошқалар. Ионалмашувчи полимерларнинг асосий

физик-кимёвий ва кимёвий хоссалари билан (мис, никель, молибден ва бошқа ионларни сорбцияси, ионоген функционал группаларни диссоцияланиш даражаси ва бошқалар) импорт ўрнини босувчи ионитлар олиш учун бошланғич мономерларнинг кимёвий таркиби, сорбцион ва физик-кимёвий хоссалари билан корреляцион боғлиқлиги кузатиш мумкин.

3. Олинган ион алмашинувчилар, шунга ўхшаш поликонденсацион турдаги ионитлар билан солиштирилган, сувда, хавода, кислота ва ишқорларни сувли эритмаларида термик ва кимёвий таъсирларига юқори барқарорликка чидамлилигига эга эканлиги билан характерланади.

4. Тадқиқ қилинаётган анионитни сорбцион ва комплекс ҳосил қилиш характеристикалари қуйидаги металллар қаторида: мис, никель, молибден муҳит рН, ионитнинг ион шакли концентрациясига боғлиқлиги билан характерланади. Мис, никель, кобальт ва бошқа катионларни асосан комплекс ҳосил бўлиши ва қисман гидрооксидларини ҳосил бўлиши ҳисобига ютилиш имконини беради.

5. Фурфурол асосида меламина ва ДФА иштирокида олинган анионитни молибден ионларига муҳит рН, қаттиқ фазани суюқга нисбати, ионитни ион шакли текшириляётган эритмалар концентрацияси ва рақобат қилувчи сульфат ионлари борлигига боғлиқ равишда сорбцион ҳамда танлаш характеристикалари кузатилади.

6. Физик-кимёвий, кимёвий ва сорбцион хоссалари таҳлили асосида анионитни амалий қўлланиш соҳаси аниқланган, ҳамда олинган анионитни “Олмалик ТМК” АЖ саноат сувларини мис, никель, кобальт ва молибден ионларидан тозалаш ва “Сувсоз” ДУК оқава сувларини мис, хром, рух ва бошқалар, шунингдек сульфат ва хлорид анионларидан тозалаш жараёнларида қўллашга тавсия этилган. Олинган натижалар асосида ушбу корхоналарда олинган анионитни саноат тажриба синовлари актлари олинган. Олинган ионитларни ташлама канализация сувларини тозалашда қўлланилиши ушбу корхонада йилига 106 млн сўм тежаш имкониятини беради.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.28.03.2018.К/Т.04.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЮЛДАШЕВ АЛИШЕР АЛИМДЖАНОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АНИОНИТОВ
СЕЛЕКТИВНЫЕ К ИОНАМ МЕДИ И МОЛИБДЕНУ**

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

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

Ташкент-2019

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2018.4.PhD/K155.

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

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

Научный руководитель:

Муталов Шухрат Ахмаджонович
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Салиханова Дилноза Саидакбаровна
доктор технических наук, ведущий научный сотрудник

Арсланов Шарафутдин Султанович
доктор химических наук, профессор

Ведущая организация:

Ташкентский государственный технический университет

Защита диссертации состоится 12 июля 2019 года в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.28.03.2018.K/T.04.02 при Ташкентском химико-технологическом институте (адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхантахурский район, ул.А.Навоий. 32. Тел.: (99871) 244-79-21; Факс: (99871) 244-79-17. e-mail: info@tkti.uz).

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за №76 с которой можно ознакомиться в ИРЦ (адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхантахурский район, ул.А.Навоий. 32. Тел.: (99871)244-79-21

Автореферат диссертации разослан 29 июня 2019 года.
(Реестр за №3 от 29 июня 2019 г.).

Л.Т.Пулатова

Заместитель председателя научного совета по присуждению учёных степеней, д.х.н., профессор

Х.Л.Пулатов

Ученый секретарь научного совета по присуждению учёных степеней, д.х.н., доцент

А.С.Сидиков

Председатель научного семинара при Научном совете по присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день применение современных технологий в ускорение развитие промышленности, решение экологических проблем, производства конкурентоспособных и экологически чистых веществ превращается в актуальную проблему. В последние годы на основе новых инновационных подходов происходит рост производства необходимых продуктов. На этих технологиях с применением активных химических веществ для очистки сточных вод разработка получения анионитов и катионитов, улучшение их физико-химических, адсорбционных свойств имеет важное научно-практическое значение.

В мире получение ионообменных полимеров, в том числе анионитов для разделения ионов благородных и драгоценных металлов из технологических сточных вод, научно обоснованные решения по расширению их сырьевой базы, в частности химического состава, физико-химических и адсорбирующих свойств первичного сырья, которые способны получать полимеры; получение слабоосновного анионита поликонденсацией фурфурола с меламином в присутствии ДФА с селективной сорбционной, комплексообразующей способностью; определение оптимальных условий получения анионита и определение влияния температуры реакции, соотношение исходных веществ, концентрации катализатора на ионообменные свойства полученных анионитов.

С экологической точки зрения это определяется теоретической и практической значимостью ионитов в различных областях науки и техники. Несмотря на значительное число исследований посвященных ионообменному методу извлечения и разделения металлов, решение этой проблемы продолжает оставаться актуальной и первостепенной задачей для гидрометаллургической промышленности.

В республике достигнуты научные и практические результаты по разработке технология производства и применения ионообменных полимеров для очистки техногенных сточных вод. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан предусмотрены меры «дальнейшей модернизации и диверсификации промышленности путем перевода ее на качественно новый уровень, направленный на опережающее развитие высокотехнологичных обрабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов»¹. В связи с этим, научные исследования по производстве новых ионообменных полимеров на основе местных отходов промышленности имеет высокое актуальное значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит

¹Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «О стратегии дальнейшего развития Республики Узбекистан».

выполнению задач предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», 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.

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».

Степень изученности проблемы. Научным исследованиям по вопросам получения ионообменных полимеров, регулирования и изучения их физико-химических свойств посвящены работы М.М.Дубинина, Ф.Д.Овчаренко, Ю.И.Тарасевича, А.В.Киселева, К.И.ЧмUTOва, А.Б.Пашкова, К.М.Салдадзе, К.Б.Мусабекова, Ш.Б.Батталовой, Ю.А.Эльтекова, V.Тасапа, Y.Iemuro, S.Nonako, K.Sugino, K.Cirai, R.Kitavaki, R.Heping, G. Bayd, A.Lurre, G.Maneske, H.Heller, G.Yander, V.Slater, C.Harland, H.Hofman, B. Rivas, M.Jara, E.Pereira, под руководством К.С.Ахмедова Э.А.Арипова, Ф.Л.Глекель, С.С.Хамраева, С.Н.Аминова, А.А.Агзамходжаева, У.К.Ахмедова, Г.У.Рахматкориева, С.З.Муминова, Б.Н.Хамидова, В.П.Гуро, Г.Р.Нарметовой, И.К.Сатаева, О.К.Бейсенбаева, А.С.Султонова, Н.У.Ризаева, М.А.АскарOVA, А.Т.Джалилова, Ф.А.Магруппова, Р.А.Назировой, С.М.Туробжоновым.

С учётом использования большого количества водных ресурсов в химической и гидрометаллургической промышленности ими созданы технологии по применению и получению ионообменных полимеров для очистки вод и извлечения ионов некоторых металлов. Разработка технологии получения импортозамещающих ионитов на основе местного сырья – фурфурола имеет актуальное научно-практическое значение и решения проблем охраны окружающей среды на промышленных объектах.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладных проектов Ташкентского химико-технологического института «Очистка промышленных сточных вод от ионов металлов ионообменным методом» (2012-2015 гг.) и ЁА-12-6 «Разработка эффективной технологии получения поликонденсационных амфолитов с заранее заданными свойствами (2016-2017 гг.).

Целью исследования является раскрытие возможностей применения новых анионообменных полимеров в процессах, очистки сточных вод от ионов металлов в химической и металлургической промышленности, разработка методов получения анионитов из отходов производства, в

частности, ионообменных ионитов на основе фурфурола.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие **задачи исследования:**

определение ионообменных и физико-химических свойств, химического состава исходных сырьевых материалов пригодных для получения ионообменных полимеров;

получение слабоосновного анионита путем поликонденсации фурфурола с меламинам в присутствии ДФА – обладающего избирательной сорбционной способностью по отношению к ионам цветных и редких металлов (медь, никель, молибден и др.), образующих с ним комплексные соединения;

определение оптимальных условий получения анионита и исследование влияния температуры реакции, соотношения исходных веществ, концентрации катализатора и др. на свойства полученного анионита;

разработка технологии получения анионита и исследование физико-химических, сорбционных свойств (сорбция ионов меди, никеля, молибдена и др., сорбционной емкости, степени диссоциации функциональных групп) полученного ионообменника.

Объектами исследования являются фурфурол, меламин, ДФА, сточные воды с ионами тяжелых металлов, ионы тяжелых металлов, аниониты.

Предметом исследования является анионит, образующий устойчивые термохимические комплексы, селективные к ионам цветных металлов.

Методы исследования. В диссертации из физико-химических методов анализа применены: элементный анализ, алкалометрическое титрование, полярографический метод определения концентрации фурфурола, определение бромного числа методом Кноппа, трилометрия, йодометрия, масс- и ИК-спектроскопия, потенциометрическое титрование, термогравиметрия, электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), газо-жидкостная хроматография и др.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

Получен поликонденсацией фурфурола с меламинам в присутствии дифениламина слабоосновный, полифункциональный, термостойкий анионит – образующий комплексные соединения с ионами цветных металлов и избирательной способностью к ионам молибдена;

определена зависимость константы скорости реакции от температуры, концентрации исходных веществ и других факторов на основе кинетического исследования процесса поликонденсации и рассчитано энергия активации реакции;

установлена корреляционная зависимость основных химических, физико-химических свойств (сорбция ионов меди, никеля, молибдена и др., сорбционная ёмкость, степень диссоциации функциональных групп) полученного импортозамещающего ионообменного полимера с химическим составом, физико-химическими и сорбционными свойствами исходных

сырьевых материалов;

разработана технология использования фурфурола местного производства для получения ионообменного полимера с заранее заданными свойствами для процессов очистки производственных сточных вод и извлечения ионов некоторых металлов.

Практические результаты исследования. Поликонденсацией фурфурола и меламина в присутствии и дифениламино разработан способ получения нового полифункционального слабоосновного, термохимически устойчивого анионита;

усовершенствован технологический процесс применения анионита полученного на основе фурфурола при очистке сбросных и производственных вод.

Достоверность полученных результатов обоснована совокупностью выводов научных исследований и рекомендаций, так как они установлены на основе современных методов химического и физико-химического исследования. Технология производства и применение разработанного анионита апробирована в опытно-промышленных испытаниях с подтвержденными актами, рекомендованными к внедрению в производство.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость результатов исследования заключается в установлении корреляционной зависимости основных, физико-химических и химических свойств ионообменного полимеров (сорбция ионов меди, никеля, молибдена и других ионов, обменная ёмкость) с химическим составом, физико-химическими и сорбционными свойствами исходных сырьевых материалов, а также создание условий для расширения ассортимента ионитов поликонденсационного типа.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что на основе фурфурола, местного производства получен новый анионит, который рекомендован для очистки сточных и производственных вод. Выявленные закономерности сорбции ионов некоторых металлов имеют важное значение при совершенствовании технологии очистки производственных вод, получении ионообменных полимеров на основе фурфурола, местного производства.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов исследования по синтезу новых ионообменных полимеров для очистки производственных сточных вод:

синтезированный анионит внедрен на АО «Алмалыкском ГМК» в процессах ионообменной очистки производственных молибденовых растворов от ионов цветных металлов (Справка АО «Алмалыкский ГМК» №АА-05016 от 04 июля 2018 года, Справка Госкомэкологии Республики Узбекистан 03-02/3-2598 от 12 июня 2019 г.). Результаты очистки сточных вод позволили извлечь медь и молибден на уровне стандартных требований;

синтезированный анионит внедрен на опытно-промышленном установке Ташкентской Саларский станции аэрации ГУП «Сувсоз» по

очистке городских сточных вод (Справка Госкомэкологии Республики Узбекистан 03-02/3-2598 от 12 июня 2019 г.). В результате испытаний анионит рекомендован в процессах эффективной очистки городских сбросных вод от ионов тяжелых металлов и сульфат, фосфат, нитрат и др. анионов.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 5 международных и 11 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 20 научных работ. Из них 8 научных статей, в том числе 5 статей в республиканских и 3 статьи в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Объем диссертации составляет 104 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность данной темы. Определены цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость данной диссертационной работы.

В первой главе диссертации **«Современное состояние вопроса очистки сточных вод предприятий»** представлен литературный обзор, посвященный современному состоянию технологий получения и применения ионообменных полимеров, включающий их состав и свойства, способы их получения, а также их применения в процессах очистки производственных сточных вод и извлечения ионов некоторых металлов из различных растворов.

Вторая глава диссертации **«Исходные вещества и методы исследования»** посвящена характеристикам исходных веществ, методике синтеза анионита на основе меламина, фурфурола и ДФА, методикам исследования кинетики реакции поликонденсации, а также методикам исследования сорбционных и физико-химических свойств полученного анионита.

Третья глава диссертации **«Исследование реакции поликонденсации меламина и фурфурола, а также изучение основных физико-химических и сорбционных свойств полученного анионита»** посвящена разработке технологии получения анионита и изучению его физико-химических свойств. В разделе синтез и исследование анионита исследованы закономерности образования анионообменного полимера путем поликонденсации фурфурола, меламина и ДФА.

Исследование реакции поликонденсации меламина с фурфуролом. С целью получения анионита с избирательной способностью к ионам молибдена при высоких значениях термо-химостойкости, механической

прочности, нами при получении анионита в качестве сшивающего агента в место формальдегида был использован фурфурол. Были исследованы результаты закономерностей образования анионообменника путем поликонденсации фурфурола и меламина в присутствии (ДФА). Наличие ароматических (ДФА) в структуре анионита в сочетании с гетероциклами фурфурола способствует значительному повышению химической, термической и механической устойчивости ионита. Для равномерного течения поликонденсации реакцию проводили в присутствии растворителей: В этиловый, изоамиловый спирты, диметилформамид (ДМФА) и другие. Наибольший выход полимера получен при использовании этилового спирта и ДМФА. При использовании одной весовой части растворителя и одной весовой части меламина процесс поликонденсации протекает равномерно и полученный анионит обладает достаточной обменной емкостью и хорошей механической прочностью. Скорость реакции поликонденсации меламина с фурфуролом изучали при 100°C, 110°C, 120°C, 130°C, мольное соотношение меламина к фурфуролу было постоянным 1,5:1,0. Результаты опытов приведены рис.1.

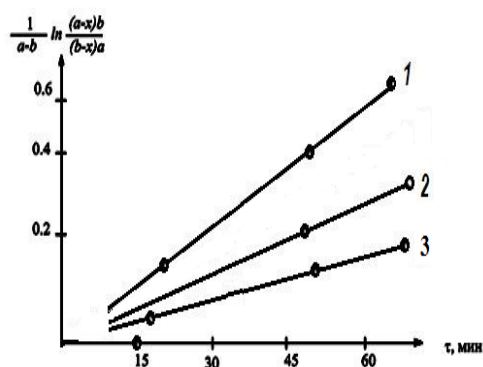
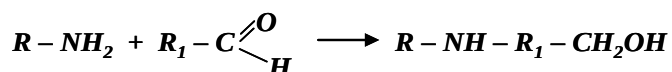
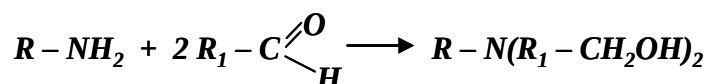


Рис.1 Изменение логарифма концентраций реагирующих веществ в процессе реакции при различных температурах: 1 – 130°C; 2 – 120°C; 3 – 110°C.

При расчете константы скорости реакции по изменению концентрации фурфурола предполагали, что образование полимера происходит за счет взаимодействия карбонильной группы фурфурола с подвижными водородами аминогрупп меламина. При этом первым этапом реакции является образование метилольных производных:



При замещении обоих атомов водорода амина могут образоваться диметилольные производные:



Образовавшиеся таким образом, метилольные производные вступают во взаимодействие друг с другом, отщепляя воду и образуя поперечные мостики, связывающие отдельные молекулы амина. Экспериментальные результаты согласуются с данными ИК-спектроскопических исследований исходных веществ и полученного полимера. Определена зависимость степени превращения полимеров от продолжительности процесса при

различных температурах. На основании этих результатов найдена логарифмическая зависимость изменения концентраций реагирующих веществ во времени при различных температурах. Для расчета применялись результаты, которые соответствовали степени превращения не более 30%. Из рис. 1 видно, что в координатах $\frac{1}{a-b} \ln \frac{(a-x) \cdot b}{(b-x) \cdot a} - \tau$ (продолжительность)

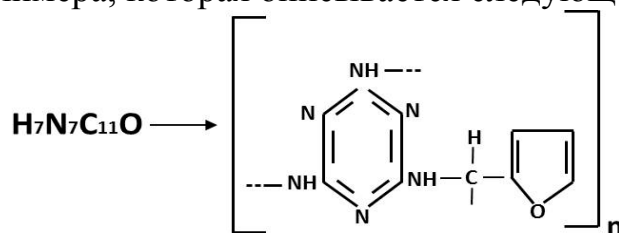
наблюдается линейная зависимость, которая указывает на то, что данный процесс может быть отнесен к реакциям, протекающим по уравнению второго порядка. Зависимость константы скорости от температуры подчиняется уравнению Аррениуса. Энергия активации реакции поликонденсации меламина с фурфуролом, рассчитанная из приведенной графической зависимости $-\lg K$ от $1/T$, равна 98 Ккал/моль. Было изучено влияние соотношения исходных веществ на процесс поликонденсации. Изучение зависимости константы скорости реакции от концентрации фурфурола, показало, что при температуре 120°C имеет место линейное возрастание константы скорости от концентрации фурфурола в реакционной смеси. Таким образом, в результате проведенных исследований определены оптимальные условия реакции: $T=120^\circ\text{C}$, продолжительность 8 ч, среда – ДМФА, при мольном соотношении фурфурола к меламина 2,0; 1,0. Свойства полученного анионита приведены в таблице 1.

Таблица 1

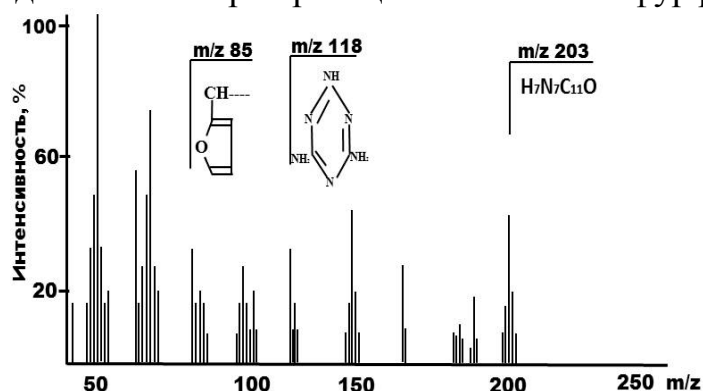
Основные физико-химические свойства анионитов

Показатели	Ед. изм.	Анионит на основе меламина, фурфурола и дифениламина	Анионит ФБГ на основе бензогуанидина и фурфурола	Анионит ФДГ на основе дифениламина и фурфурола	АН-1 на основе меламина и формальдегида
Влажность	%	-	-	-	15
Статическая обменная емкость по 0.1 N раствору: натрий хлор соляная кислота азотная кислота серная кислота	г/мл	0,6 4,5-5,0 5,08 5,95	- 4,8-5,0 4,6 4,5	- 6,5-7,2 6,2 6,3	0 3,96 4,17 4,95
Удельный объем набухшего анионита в ОН-форме	мл/г	1,6-1,8	2.8	3.8	2,5
Химическая устойчивость. СОЕ по 0,1 N раствору HCl после кипячения анионита в течение 30 минут в: 5 N растворе NaOH 5 N растворе H ₂ SO ₄	мг-экв/л	4,5 4,2	4,5 4,6	6,3 6,4	- -
Термостойкость. СОЕ по 0.1 N раствору HCl после кипячения анионита в воде в течение 20 часов	мг-экв/л	4,8-5,0	4,7	6,4	-
Сорбция ионов молибдена и смеси молибдата аммония и 1 N раствора Na ₂ SO ₄ (C _{исх} =1г/л,	мг/г	206	354	200	165

Исследование структуры меламина-фурфурольного анионита. Трехмерная структура полученного анионита определила необходимость использования при исследовании структуры и основных свойств наряду с химическими методами анализа (элементный анализ, алколориметрическое титрование, метод Кноппа и др.) также такие физико-химические методы как масс- и ИК-спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, потенциометрическое титрование, термогравиметрия и др. Так масс-спектроскопическое исследование структуры полученного анионита показали, что имеющийся пик с массовой единицей равной **203** соответствует молекулярной массе элементарного звена меламина-фурфурольного полимера, которая описывается следующей формулой:



Пики ионов малой интенсивности с массовой единицей равной–85 и 118 указывают, очевидно, на присутствие малых количеств непрореагировавших исходных мономеров реакции-меламина и фурфурола (рис.2).



**Рис.2 Масс-спектр
отвержденного
меламина-
фурфурольного
полимера**

Далее для выяснения участия двойных связей фуранового кольца в положении β и β_1 --CH=CH-- в реакции меламина с фурфуролом были определены значения бромных чисел по методу Кноппа, чистого исходного фурфурола и полученного полимера- анионита. Результаты проведенного химического анализа согласуются с данными масс- и ИК-спектроскопических анализов. Снятые ИК-спектры исходных веществ и полученного анионита показали характерные полосы в области $1030\text{--}1050\text{ см}^{-1}$ соответствующие колебаниям сопряженных двойных связей фуранового гетероцикла. Полосы поглощения в области $1670\text{--}1690\text{ см}^{-1}$ соответствующие карбонильной группе фурфурола в спектре полученного анионита отсутствуют. Это говорит о том, что реакция поликонденсации меламина с фурфуролом протекает за счет альдегидной группы фурфурола. Известно, что процесс получения ионитов реакцией поликонденсацией включает в себя образование пространственной матрицы состоящей из

углеводородных цепей с закрепленными в ней ионогенными группами. Для установления образования пространственной структуры полученного анионита был проведен рентгенофазовый анализ (рис.3). Полученные данные рентгенофазового анализа подтверждают сетчатую структуру синтезированного анионита, исходные мономеры которого соединены друг с другом поперечными химическими связями, образуя пространственную структуру полученного анионита, у которого исходные вещества соединены друг с другом конкретными химическими связями образуя пространственную структуру.

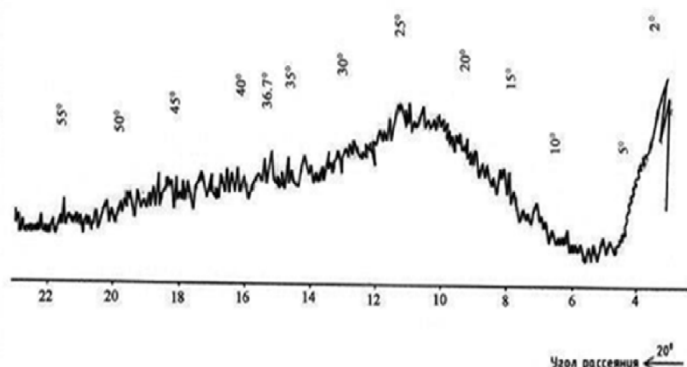
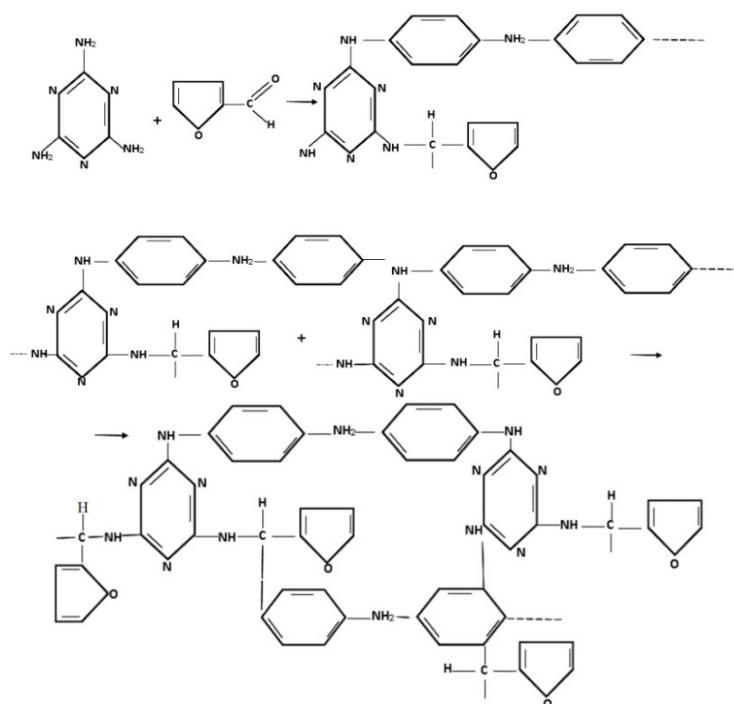


Рис.3. Рентгенограмма полученного анионита

В снятой рентгенограмме анионита максимальная аморфная гало находится под углом 23° , что объясняет наличие регулярного строения используемых мономеров в образующейся в результате реакции поликонденсации цепи при сшивке полимера, согласно статическим закономерностям. Присутствие ионогенных групп в структуре полученного анионита были подтверждены ИК-спектры полученного анионита. Так характерные полосы поглощения при $1547, 1015, 745 \text{ см}^{-1}$ соответствуют валентным и деформационным колебаниям $=\text{NH}$ - групп меламина. Полосы поглощения в области $1312, 1171, 747, 693, 903 \text{ см}^{-1}$ соответствуют деформационным колебаниям $=\text{NH}$, $-\text{NH}_2$ и $-\text{N}=\text{}$ групп ароматического кольца меламина. Полосы поглощения в области $3468, 3120, 1626, 1526, 1431, 1171, 1021, 910, 730, 607, 508 \text{ см}^{-1}$ соответствуют валентным и деформационным колебаниям аминогрупп $-\text{NH}_2$ в ассоциированном аминосоединении – ДФА и меламина.

Таким образом, на основании проведенных химических методов анализа в сочетании с физико-химическими методами протекание реакции поликонденсации меламина с фурфуролом в присутствии ДФА можно представить следующим образом:



Исследование свойств полученного анионообменника. На синтезированном анионите, были проведены исследования отдельных закономерностей ионного обмена, которые могли бы служить основанием для физико-химической характеристики синтезированного анионита. Физико-химические исследования ионитов позволяют определить пути модификации некоторых свойств ионитов. Свойства полученного анионита сопоставляли со свойствами промышленных анионитов **АН-31**, **АН-2Ф** и анионитом **ФАН**, который был получен на основе фурфурола и полиэтиленполиамина. Также был использован промышленный анионит АН-1, содержащий в своей структуре триазиновое кольцо. Одним из важных показателей, определяющих физико-химические свойства ионов, является обменная емкость, которую определяли из 0,1 N растворов минеральных кислот (HCl, H₂SO₄, HNO₃), обычно содержащихся в производственных растворах. В таблице 2 приведены значения обменной емкости полученного анионита различными способами.

Таблица 2

Обменная емкость полученного анионита

Анионит	Функциональные группы анионита	Обменная емкость, мг-экв/г			pK _{OH}
		теоретическая	статическая	Расчетная по % N	
	-NH ₂ -NH ₃ -N=	5.3	5.5	5.3	8.3

Из таблицы 2 видно, что общая емкость анионита определенная различными способами почти одинакова.

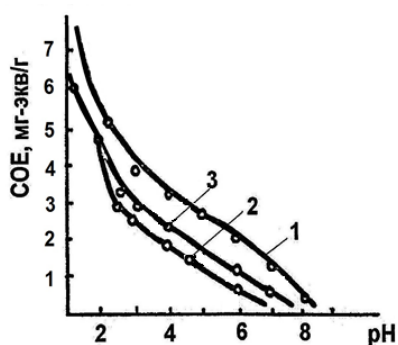


Рис.4. Зависимость обменной способности анионитов от pH

среды:

1 – АН-31; 2 – ФАН;

3 – синтезированный анионит

В работе также исследована зависимость обменной емкости полученного анионита от pH среды и исходной формы ионогенных групп с использованием метода потенциометрического титрования (рис.4).

Из анализа кривых рис.4 следует, что характер изменения кривых титрования анионитов на всём протяжении испытаний плавно падают, что определяет их принадлежность к группе слабоосновных анионитов. Наличие функциональных групп подтверждали также снятием ИК-спектров полученного анионита и исходных веществ. В спектре полученного анионита также наблюдаются спектры поглощения в области $650-900\text{ см}^{-1}$, 1150 см^{-1} , связанные с колебаниями $=\text{NH}$ и $-\text{NH}_2$ групп, однако интенсивность этих полос значительно уменьшилась. Полоса поглощения в области 840 см^{-1} соответствует пара замещенному ароматического ядра дифениламина (ДФА) в спектре полученного анионита. Отсутствие полос поглощения в области $1670-1695\text{ см}^{-1}$, соответствующих карбонильной группе фурфурола указывает, что фурфурол взаимодействует с меламинам и ДФА за счет альдегидной группы.

Исследование термической устойчивости синтезированного анионообменника. Ионообменные полимеры в производственных условиях часто подвергаются термическому воздействию. Почти все аниониты в большей или меньшей степени не устойчивы к термическому воздействию. Нами была изучена, термическая устойчивость синтезированного анионита и поликонденсационных анионитов АН-1 и ФАН. Термическую устойчивость испытуемых анионитов изучали в воде при 100°C и на воздухе с использованием дифференциально-термического анализа. Термическую устойчивость характеризовали по изменению обменной емкости, веса, удельного объема анионита (таблица 3).

Таблица 3.

Исследование водных вытяжек анионитов после термообработки

Аниониты	Водные вытяжки после термообработки в течение					
	24 часов			48 часов		
	pH водной вытяжки	Содержание аминогрупп в водной вытяжки, мг-экв/г	Потеря веса, %	pH водной вытяжки	Содержание аминогрупп в водной вытяжки, мг-экв/г	Потеря веса, %
Синтезированный анионит	7.2	0.0	-	7.35	0.2	2,85
АН-1	8.95	1.2	4.5	9.50	1.6	7.0

Полученные данные говорят о достаточно высокой термической устойчивости синтезированного анионита по сравнению с анионитом АН-1. Исследование термической устойчивости анионитов на воздухе методом дифференциального термического анализа приведены на (рис. 5).

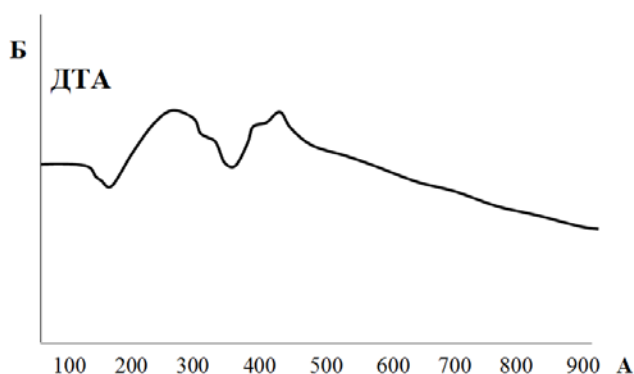


Рис. 5. Кривая дифференциально-термического анализа (ДТА)

На термограмме испытуемого анионита наблюдаются два эффекта – первый в области **100-200°С** и второй – **280-450°С**. Первый эндоэффект можно отнести к обезвоживанию анионита. Отщепление функциональных групп анионита начинается при 280°С. Каркас анионита очень устойчив к действию температур. При нагреве анионита до 800°С в течение 50 минут потеря в весе достигают 40-50%, при этом внешний вид полимер и не изменяется.

Исследование сорбции ионов некоторых металлов полученным анионитом. Исследования сорбции катионов полученным анионитом проводили в статических условиях из растворов сульфата меди, никеля, кобальта, цинка, хлорида кадмия. Для получения информации о состоянии ионогенных групп и анионообменной емкости полученного анионита использовали влияние комплексобразования на анионообменную емкость. В качестве объекта использовали сорбцию ионов меди полученным анионитом. Были сняты кривые потенциометрического титрования без ионов меди. В присутствии ионов меди. На рисунке 6 представлены кривые потенциометрического титрования анионита в ОН- форме в отсутствии (кривая 1) и в присутствии ионов меди (кривая 2).

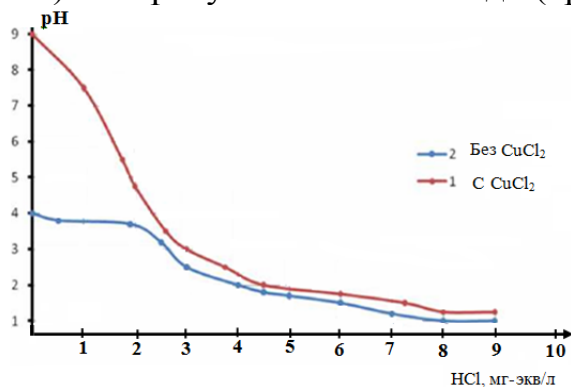


Рис. 6. Кривые потенциометрического титрования анионита

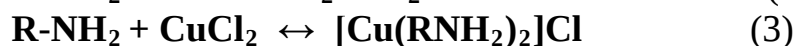
Из сопоставления этих кривых следует, что комплекс образование не влияет на полную обменную емкость анионита (место нахождение точки перегиба на кривых титрования не изменяется) что можно объяснить рассмотрением механизма тех реакций, которые протекают в анионите при

наличии и отсутствии ионов меди, образующих комплекс.

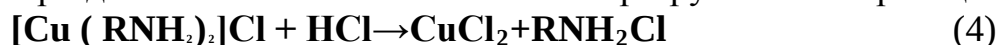
Так при контакте анионита в OH-форме с растворами NaCl и HCl протекает реакция:



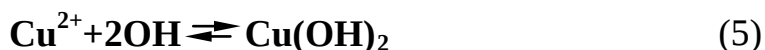
При контакте же с раствором, содержащим наряду с растворами NaCl и HCl, ионы меди, который образует комплекс дополнительно с реакцией (1) протекает реакция:



При действии кислоты этот комплекс разрушается по реакции



Так как связь Н-Н прочнее связи Cu-N [2],¹ емкость анионита по кислоте при этом не меняется, т.к. на одну аминогруппу в том и другом приходится один Н-ион. Подтверждением этого является то, что обменная емкость в первом и во втором случае одинакова. Следует также отметить, что помимо комплексообразования в условиях эксперимента происходит реакция образования осадка:



Это подтверждается подкислением раствора: рН равновесных растворов в этом случае значительно ниже, чем только в случае ионного обмена. При этом наблюдается такая закономерность: чем больше происходит образование осадка, тем ниже значение рН равновесных растворов. В этом случае, когда осадок образуется, кривая потенциометрического титрования снижается и тем сильнее, чем больше образуется этот осадок, образование же комплексов практически не отражается на характере потенциометрической кривой. Решающее влияние на начальный ход потенциометрической кривой оказывает значение рН, выпадение осадка (гидроокись меди), чем она меньше, тем больше выделяется осадок, тем ниже кривая титрования. Следует отметить, что комплексное соединение с ионами металлов, в частности меди, образуется при более низких значениях рН равновесного раствора, нежели выпадение осадка. Максимальное поглощение меди полученным анионитом происходит при рН равновесного раствора равным 3,5-4,2. При дальнейшем повышении рН равновесного раствора, количество осадка увеличивается, сорбция меди вследствие комплекс образования несколько понижается, что по-видимому связано с тем, что образующийся осадок плотно прилегает к зернам анионита, препятствуя диффузии ионов меди к ионогенным группам анионита.

Исследование сорбции ионов молибдена синтезированным анионитом. Сорбция на ионообменниках широко применяется в промышленной практике для извлечения молибдена из различных растворов, полученных при переработке бедного сырья, а также извлечение молибдена из различных вод. В этом аспекте большой интерес представляет исследование новых импортозамещающих доступных сорбентов,

обладающих достаточно высокими показателями основных свойств и избирательностью по отношению к молибдену и вольфраму. В связи с этим, представляло интерес изучение сорбции ионов молибдена на синтезированном анионите в зависимости от различных факторов, с целью установления возможности применения его в гидрометаллургии молибдена. Применение в качестве исходного сырья меламина, содержащего триазиновое кольцо, согласно литературным данным, способствует аниониту селективно поглощать ионы молибдена. Наличие в молекуле дифениламина слабоосновных аминов, способствует комплексообразованию анионита с ионами цветных металлов. Полученные результаты по сорбции молибдена на синтезированном анионите сравнивали с данными на промышленном анионите АН-2Ф, рекомендованном для извлечения молибдена из производственных растворов и анионите ФАН. В качестве объекта исследования использовали раствор молибдата аммония с концентрацией $C_{исс}x=1$ г/л. Аниониты использовали в OH^- , SO_4^{2-} , Cl^- -формах. Полученные данные показывают, что молибден лучше сорбируется из чистых растворов молибдата аммония, когда анионит в Cl^- -форме. В присутствии конкурирующих сульфат- ионов (48 г/л SO_4^{2-}) большей избирательностью к молибдену обладает синтезированный анионит, сорбционная способность которого не изменяется - 292-256 мг/г, и в присутствии конкурирующих ионов уменьшилась всего на 10-12% процентов. Было изучено влияние pH и концентрации конкурирующих ионов на сорбцию молибдена. Результаты исследований приведены на рис.7, где для сравнения приводятся данные по аниониту АН-2Ф.

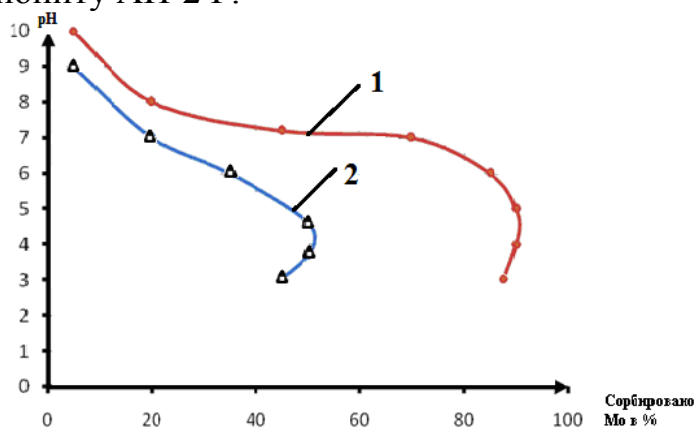


Рис.7. Влияние pH раствора на сорбцию молибдена (г/л)
1. Синтезированный анионит.
2. Анионит АН-2Ф.

Анализ кривых рис.7 показывает, что максимальная сорбция молибдена наблюдается в интервале $pH=3,2-5,0$, сравнение данных по сорбции молибдена синтезированным анионитом в Cl^- и SO_4^{2-} -формах показывает, что в случае Cl^- -формы сорбция молибдена несколько подавляется за счет анионного обмена между хлор- и сульфат- ионами, тогда как в SO_4^{2-} -форме это явление отсутствует. Таким образом следует отметить, что синтезированный анионит благодаря своим сорбционным свойствам может быть применен в гидрометаллургии молибдена с целью его извлечения.

Описание технологического процесса получения анионита. Лабораторные исследования анионита путем поликонденсации меламина и

фурфурола в присутствии ДФА позволили нам разработать технологическую схему его получения (рис.8).

Периодический процесс получения анионита на основе меламина, фурфурола и ДФА состоит из следующих стадий: подготовка и загрузка сырья, поликонденсация меламина и фурфурола в присутствии ДФА, слив ионита, сушка его, грануляция анионита. Исходное сырье перед подачей в реактор 5 проверяют на соответствие технологическим требованиям. Меламин, фурфурол и ДФА подаются из склада 11 в мерники 1,2,3,4,5 откуда они в определенном количестве подаются в реактор 7, который снабжен холодильником 6 и водяной рубашкой для нагревания реакционной массы и мешалкой для перемешивания.

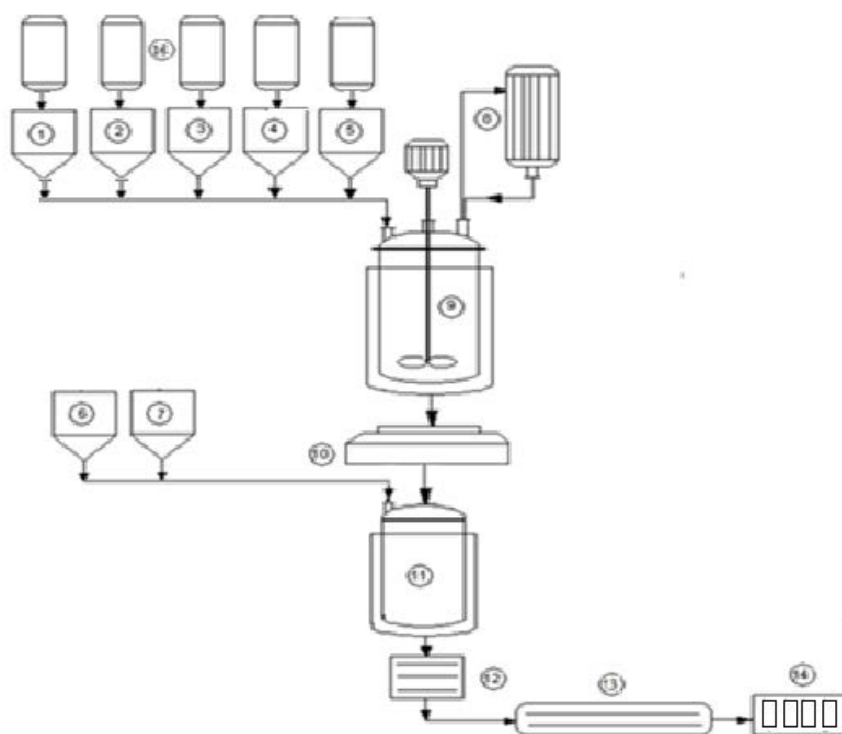


Рис.8. Технологическая схема получения анионита

1,2,3,4,5-мерники для сырья; 6- мерник для дисс.вода; 7- мерник для раствора NaOH; 8-холодильник; 9-реактор; 10-сушилка; 11-гранулятор; 12- сита; 13- ленточный транспортер; 14-склад готовой; 15-склад для исходного сырья.

Температура реакционной массы поддерживается в пределах 100-120⁰С. Продолжительность процесса поликонденсации при этой температуре составляет примерно 10-12 часов. По истечении 4–6.5 часов через каждые 20 минут отбирают пробу для определения начала гелеобразования, которое показывает на готовность продукта. Готовую ионообменную массу сливают в противни и сушат в сушилке 8 при 110–130⁰С. Отвержденная полимерная масса поступает в гранулятор 9, где измельчается до $d_3 = 0.25–1.5$ мм. Измельченный анионит подается на ленточный транспортер 10 и отправляется на склад готовой продукции 11.

Лабораторно-производственные и опытно-промышленные испытания полученного анионита в процессах очистки сточных и производственных вод. С 25 марта до 4 апреля 2018 года на пилотной установке ГУП «Сувсоз» были проведены опытно-промышленные испытания новых ионообменников: сульфокатионита, полученного на основе сульфированного антрацена-фурфуролного полимера, и слабоосновного анионита на основе меламина, фурфурола и дифениламина. Для проведения испытаний была отобрана средняя проба сточной воды после механической, биологической и химбактериологической очистки. Данные после очистки сточной воды на предприятии приведены в таблице 4. Опытно-промышленные испытания по очистке сточных вод от ионов сульфат, фосфат, хлорид- анионов проводилась путем пропускания через слой анионита, при этом происходила очистка от ионов и анионов (табл.4).

Таблица 4

Результаты опытно-промышленных испытаний очистки городских сбросных вод ГУП «Сувсоз» сульфокатионитом и анионитом

Наименование видов загрязнений	Фактическая эффективность очистки вод ГУП «Сувсоз», %	Процент очистки сбросных вод после контакта с сульфокатионитом	Процент очистки сбросных вод после контакта с анионитом
рН мг-экв/л	7.58	2.4	2.4
Нефтепродукты	78	83	88
Хром	71	81	84
Медь	70	82	92
Цинк	75	81	90
Фосфаты	82	-	95
Сульфаты	72	-	87
Хлориды	72	-	93

Из данных таблицы 4 видно, что при использовании в процессе очистки сточной воды ГУП «Сувсоз» испытуемых сульфокатионита и анионита степень очистки воды достигает норм ПДС. Ориентировочный расчет ожидаемого экономического эффективности от внедрения предлагаемого сульфокатионита и анионита при очистке и умягчении городских сточных вод ГУП «Сувсоз» составляет 106 млн. сумм в год. Таким образом, проведенные опытно-промышленные испытания используемых ионитов, разработанных в ТашХТИ для очистки сбросных вод достигает норм ПДС. Испытанные иониты рекомендованы в процессах эффективной очистки городских сбросных вод от ионов тяжелых металлов и различных анионов.

б) Опытно-промышленные испытания полученного анионита на АО «Алмалыкском горно-металлургическом комбинате» по ионообменной очистке производственных молибденовых растворов от ионов цветных металлов.

С 10 сентября по 22 сентября 2017 года в гидрометаллургическом цехе по производству полуфабрикатов молибдена были проведены лабораторные

испытания новых полимерных ионитов: фосфорнокислого катионита, полученного на основе антрацена и фурфурола, и анионита на основе меламина, дифениламина и фурфурола. Производственный раствор Тетрамолибдата аммония (ТМА) содержит в своем составе мешающие ионы меди, никеля, кобальта, которые необходимо удалить. Для проведения испытаний извлечения ионов меди, никеля, кобальта была отобрана средняя проба молибдата аммония после выщелачивания технической молибденовой кислоты содержащей молибден – 95,6 г/л, никеля – 0,82 г/л, меди 0,62 г/л, кобальта – 0,52 г/л. Указанный производственный раствор молибдата аммония пропустили через слой фосфорнокислого катионита. Результаты испытаний показали, что фосфорнокислый катионит очищает раствор молибдата аммония от ионов меди 55-60%, никеля 40-35%, кобальта 65-60%. При трехкратном пропускании производственного раствора через слой катионита степень очистки от ионов меди, никеля, кобальта достигает значений ПДК. Далее в процессе переработки маточного раствора после производства вольфрамовых и молибденовых соединений извлекают из этого раствора молибден и вольфрам. Для извлечения молибдена пропускали через слой анионита производственный раствор содержащий молибден. Установлено что молибден сорбируется в ОН- и Cl-формах достаточно хорошо, однако более эффективно он сорбируется в сульфатной форме. Полученные результаты опытно-промышленных испытаний свидетельствуют, что испытуемые фосфорнокислый катионит и слабоосновный анионит обладают высокой сорбционной способностью к ионам меди, никеля, кобальта, молибдена и способствуют получению более чистых растворов молибдена, благодаря чему эти иониты рекомендованы для дальнейшего использования их в процессах очистки производственных растворов ТМА от ионов цветных металлов и в процессе сорбции молибдена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследовательские работы, проведенные по разработке технологии получения новых ионообменных полимеров на основе меламина и вторичного продукта гидролизной промышленности фурфурола, местного производства, и последующее применение их в процессах очистки производственных вод от ионов неорганических солей и извлечения ионов цветных металлов из растворов позволили сформулировать следующие выводы:

1. Путем поликонденсации фурфурола с меламином и ДФА разработан новый способ получения анионита, на основании кинетических исследований реакции получения анионита на основе меламина и фурфурола, определены значения константы скорости и энергия активации реакции, показана зависимость получения ионитов от температуры реакции, концентрации исходных веществ и катализатора, и других факторов.

2. Свойства и структура полученного анионита исследованы с применением химических методов анализа: элементного анализа, алколометрического титрования в сочетании с физико-химическими методами анализа, как потенциометрическое титрование, Масс- спектр, ИК-спектроскопия, рентгенография, термогравиметрия, фотоколорометрия и др. Установлена корреляционная зависимость основных физических и химических параметров (сорбция ионов меди, никеля, молибдена и др., степень диссоциации ионогенных функциональных групп и др.) от химического состава, сорбционных и физико-химических свойств исходных мономеров, пригодных для получения импортозамещающих ионитов.

3. Установлено, что полученные ионообменники характеризуются повышенной устойчивостью к термическим и химическим воздействиям в воде, на воздухе, в водных растворах кислот и щелочей по сравнению с подобными ионитами поликонденсационного типа.

4. Исследованы сорбционные и комплексообразующие характеристики полученных в ряду металлов: медь, никель, кобальт, молибдена, в зависимости от рН-среды, ионной формы ионита, концентрации исследуемого анионита. Установлено, что катионы меди, никеля, кобальта, и др. анионитом поглощаются, в основном, за счет комплексообразования и частично за счет образования гидроокисей.

5. Исследованы сорбционные и избирательные характеристики анионита полученного на основе фурфурола, меламина в присутствии ДФА к ионам молибдена в зависимости от рН-среды, соотношения твердой фазы к жидкой, ионной формы ионита, концентрации исследуемых растворов и присутствия конкурирующих сульфат-ионов.

6. На основании анализа физико-химических, химических и сорбционных свойств анионита определена область практического применения, а также рекомендация к применению полученного анионита в процессах очистки производственных вод АО «Алмалыкского ГМК» от ионов меди, никеля, кобальта и молибдена, и сточных вод ГУП «Сувсоз» от ионов меди, хрома, цинка и др., а также сульфат, фосфат, и хлорид анионов. На основании проведенных результатов получены акты опытно-промышленных испытаний полученного анионита на этих предприятиях. Установлено, что использование полученных ионитов в процессах очистки сбросных канализационных вод позволяет сэкономить 106 млн. сум/год на этом предприятии.

**ON THE BASIS OF SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES OF DSC.28.03.2018.K/T.04.02 AT TASHKENT
CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

YULDASHEV ALISHER

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF THE PRODUCTION OF ANION
EXCHANGERS, SELECTIVE FOR COPPER AND MOLYBDENUM IONS**

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

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

Tashkent – 2019

The theme of dissertation doctor of philosophy (Ph.D) was registered in the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2018.2.PhD/K104.

The dissretaion has been carried out at the Tashkent chemical-technological institute.

The abstract of dissretaion in three languages (uzbek, russian, english (resume)) is available online (www.tkti.uz) Scientific Council and on the website "ZiyoNet" information-educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor:

Mutalov Shukhrat

doctor of chemical sciences, professor

Official opponents:

Salikhanova Dilnoza

doctor of chemical sciences, leading scientific researcher

Arslanov Sharafutdin

doctor of chemical sciences, professor

Leading organization

Tashkent state technical university

The defense dissertation will take place on 12 July 2019 at 10⁰⁰ 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, A.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 №76 (Address: 100011, Tashkent, A.Navoi St., 32. Tel.: (99871) 244-79-20).

The abstract of the dissertation has been distributed on 29 June 2019 y.

Protocol at the register №3 dated 29 June 2019 y.

L.T.Pulatova

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

Kh.L.Pulatov

Scientific Secretary of the Scientific Council on awarding scientific degrees, doctor of chemical sciences, docent

A.S.Sidikov

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

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of research is to discover the possibilities of using new anion-exchange polymers in processes, to purify wastewater from metal ions in the chemical and metallurgical industries, to develop methods for producing anion exchangers from production wastes, in particular, ion-exchange ion exchangers based on furfural.

The objects of research are furfural, melamine, DFA, waste water with heavy metal ions, heavy metal ions, anion exchangers.

The scientific novelty of the research is manifested in the following:

by polycondensation of furfural with melamine in the presence of diphenylamine, a weakly basic, multifunctional, thermochemically resistant anion exchanger was obtained - forming complex compounds with non-ferrous metal ions and selective ability to molybdenum ions;

on the basis of the kinetic study of the polycondensation process, the dependence of the reaction rate constant on temperature, the concentration of the initial substances and other factors was determined and the activation energy of the reaction was calculated;

the correlation dependence of the main chemical, physicochemical properties (sorption ions of copper, nickel, molybdenum, etc., sorption capacity, degree of dissociation of functional groups) of the obtained import-substituting ion-exchange polymer with chemical composition, physicochemical, and sorption properties of raw materials was established;

a technology has been developed to use local-made furfural to produce ion-exchange polymer with predetermined properties for the treatment of industrial wastewater and the extraction of ions of some metals.

Implementation of the research results. Based on the results of research on the synthesis of new ion-exchange polymers for the purification of industrial wastewater:

synthesized anion exchanger was introduced at JSC Almalyk MMC in the process of ion-exchange purification of industrial molybdenum solutions from non-ferrous metal ions (Reference of JSC Almalyk MMC No. AA-05016 dated July 4, 2018, Reference of the State Ecology Committee of the Republic of Uzbekistan No. 03-02/3-2598 dated June 12, 2019). The results of wastewater treatment made it possible to extract of copper and molybdenum at the level of standard requirements;

synthesized anion exchanger was introduced at the experimental industrial installation of Tashkent Salar aeration station of the SUE "Suvsoz" for the treatment of municipal wastewater (Reference of the State Ecology Committee of the Republic of Uzbekistan No. 03-02/3-2598 dated June 12, 2019). As a result, the tested anion exchanger is recommended in the processes of effective purification of urban waste water from heavy metal ions and sulfate, phosphate, nitrate and other anions.

The structure and volume of the thesis. The structure of the dissertation consists of an introduction, three chapters, conclusion, list of used literature, applications. The volume of the thesis is 104 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Юлдашев А., Муталов Ш.А., Назирова Р.А., Турсунов Т.Т. Синтез слабоосновного анионита поликонденсационного типа // Композицион материаллар, 2017. – №3. – С.88-86 (02.00.00, №4).
2. Юлдашев А.А., Муталов Ш.А., Назирова Р.А., Турсунов Т.Т., Бердиева М.И. Исследование свойств слабоосновного анионита // Universum. Химия и биология. Москва, 2018. - №1.(43). – С.18-20 (02.00.00, №1).
3. Юлдашев А.А., Игитов Ф.Б., Муталов Ш.А., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А. Исследование сорбции ионов некоторых металлов ионообменными полимерами // Композиционные материалы. Ташкент, 2018, №1. - С.12-13 (02.00.00, №4).
4. Юлдашев А.А., Муталов Ш.А., Назирова Р.А., Турсунов Т.Т., Зайнитдинова Б.З. Сорбционная способность слабоосновных анионитов по отношению к ионам некоторых металлов // Universum. Химия и биология. Москва, 2018. - №3.(48). – С.46-48. (02.00.00, №1).
5. Юлдашев А.А., Муталов Ш.А., Назирова Р.А., Турсунов Т.Т., Азимов Д.М. Слабоосновные анионообменные полимеры // Kimyo va kimyoviy texnologiya, 2018. - №2. – С.31-33. (02.00.00, №3).
6. Юлдашев А.А., Муталов Ш.А., Назирова Р.А., Турсунов Т.Т., Игитов Ф.Б., Махмудов Х.А. Исследование структуры меламина-фурфурольного анионита// Композицион материаллар, 2019. - №1. –С.113-114 (02.00.00, №4).
7. Юлдашев А.А., Муталов Ш.А., Назирова Р.А., Турсунов Т.Т., Махмудов Х.А. Поликонденсационные анионообменные полимеры// Kimyo va kimyoviy texnologiya, 2019. - №2. – С. 44-48 (02.00.00, №3).

II бўлим (II часть; part II)

8. Юлдашев А.А., Йигитов Ф.Б., Пулатов Х.Л., Самиков А.А., Худайбердиев Б.Б. Фурфурол асосида олинган ион-алмашинувчи полимерларнинг асосий хоссаларини тадқиқ қилиш //Сборник трудов «Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук», Ташкент, 2012. – С.232-233.
9. Юлдашев А.А., Йигитов Ф.Б., Пулатов Х.Л. Оқова сувларни оғир металл ионларидан тозалаш учун янги поликонденсацион сульфокатионит синтез қилиш//Умидли кимёгарлар-2012» Ёш олимлар, магистрантлар ва бакалавриат талабаларининг XXI Илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами. Тошкент, 2012. - Б.54-55

10. Юлдашев А.А., Рахимова Л.С., Абдутапилова Н.М., Назирова Р.А. Исследование свойств полученных сульфокатионитов // Сборник тезисов докладов VII Всероссийской конференции молодых учёных, аспирантов и студентов с международным участием по химии и наноматериалам «Менделеев-2013», Санкт-Петербург, 2013. – С.231-232.
11. Юлдашев А.А., Рахимова Л.С., Абдутапилова Н.М., Назирова Р.А. Поликонденсацион катионитларнинг хоссаларини ўрганиш // Сборник трудов «Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук». Ташкент, 2013. - С.67-68.
12. Юлдашев А.А. Маҳаллий хом-ашёлар асосида олинган поликонденсацион катионитлар // «Умидли кимёгарлар-2013» Ёш олимлар, магистрантлар ва бакалавриат талабаларининг XXII – Илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами. Тошкент, 2013. – Б.119-120.
13. Юлдашев А.А., Пулатов Х.Л., Назирова Р.А., Самиков А.А. Применение ионообменных полимеров в процессах деминерализации вод // Материалы республиканской научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития коллоидной химии и нанохимии в Узбекистане» (к 100-летию со дня рождения ака. К.С.Ахмедова), Ташкент, 2014.–С.175-176.
14. Юлдашев А.А., Пулатов Х.Л., Назирова Р.А., Тулкунова К.Д. Использование нового катионита в процессах водоподготовки на Кунградском содовом заводе // “Кимё, озиқ-овқат ва нефт-газни қайта ишлаш саноатларини инновацион технологияларининг долзарб муаммолари” Республика илмий-техникавий анжумани материаллари. Тошкент, 2014.
15. Юлдашев А.А., Пулатов Х.Л., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А., Азимов Д.М., Икромов А.Н. Furfural based ion-change resins for waste water treatment // Сборник «Актуальные проблемы инновационных технологий в развитии химической нефте-газовой и пищевой промышленности» 26.05.2016.
16. Пулатов Х.Л., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А., Юлдашев А.А. Использование отхода хлопкоочистительной промышленности для получения поликонденсационного катионита // Ёш олимлар, магистрантлар ва бакалавриат талабаларининг XXVI-Илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами. Тошкент, 2017.
17. Юлдашев А.А., Муталов Ш.А., Назирова Р.А., Турсунов Т.Т., Абдураимова М.Э., Бекмуратова М. Слабоосновные анионообменные полимеры // “Кимё, нефт-газни қайта ишлаш ҳамда озиқ-овқат саноатлари инновацион технологияларини долзарб муаммолари” Республика илмий-техникавий анжуман, 22.11.2017 - С. 365.
18. Юлдашев А.А., Муталов Ш.А., Назирова Р.А., Турсунов Т.Т., Азимов Д.М. Поликонденсационные аниониты на основе фурфурола // Сборник IX Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в науке и образовании» г.Пенза, 20.10.2018.

- 19.Юлдашев А.А., Муталов Ш.А., Назирова Р.А., Турсунов Т.Т., Махмудов Х.А. Исследование сорбционных свойств слабоосновных анионитов // Сборник IX Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в науке и образовании», г.Пенза, 25.12.2018.
- 20.Юлдашев А.А., Махмудов Х.А. Слабоосновные аниониты поликонденсационного типа// «Умидли кимёгарлар-2018» Ёш олимлар, магистрантлар ва бакалавриат талабаларини XXVII илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами, 2018. - С-332-333.

Автореферат Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги
«Кимё ва кимёвий технология» журнали таҳририятида
таҳрир қилинди

Бичими 60x84¹/₁₆. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табағи: 3,5. Адади 85. Буюртма № 65.

Гувоҳнома reestr № 10-3719
«Тошкент кимё технология институти» босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.

