

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.27.06.2017.Т.04.01 РАҚАМЛИ
ИЛМий КЕНГАШ АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМий КЕНГАШ**

**ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМий-ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ ДУК**

ЭШҚУРБОНОВ ФУРҚАТ БОЗОРОВИЧ

**ЯНГИ САМАРАЛИИ КОМПЛЕКС ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ
ИОНИТЛАР СИНТЕЗИ ВА ТАДҚИҚОТИ**

**02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги
материаллар технологияси**

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

Тошкент – 2017

**Кимё фанлари бўйича фалсафа (PhD) доктори
диссертацияси автореферати мундарижаси**
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
химическим наукам**
**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on chemical
sciences**

Эшқурбонов Фурқат Бозорович

Янги самарали комплекс ҳосил қилувчи

ионитлар синтези ва тадқиқоти..... 3

Эшқурбонов Фурқат Бозорович

Синтез и исследование новых

эффективных комплексообразующих ионитов 21

Eshkurbanov Furkat Bozorovich

Synthesis and research of new efficient

complexing ionites 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 42

**ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.27.06.2017.Т.04.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ ДУК**

ЭШҚУРБОНОВ ФУРҚАТ БОЗОРОВИЧ

**ЯНГИ САМАРАЛИИ КОМПЛЕКС ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ
ИОНИТЛАР СИНТЕЗИ ВА ТАДҚИҚОТИ**

**02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги
материаллар технологияси**

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

Тошкент – 2017

Диссертация Термиз давлат университети ва Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар: Тўраев Хайит Худайназарович кимё фанлари доктори,
профессор

Расмий оппонентлар: **Рафиқов Адҳам Салимович** кимё
фанлари доктори, профессор
Қодиров Тўлқин Жумаевич техника
фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот: Ўзбекистон Миллий Университети

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги
DSc.27.06.2017.T.04.01 рақамли Илмий кенгашнинг « ____ » _____ 2017 йил соат ____ даги
мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: Манзил: 100011, Тошкент шаҳар Шайхонтоҳур тумани,
А.Навоий кўч. 32. Тел.: (99871)244-79-20, факс: (99871)244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz.
Тошкент кимё-технология институти Маъмурий биноси, 2-қават, анжуманлар зали.).

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институтининг Ахборот-ресурс марказида
танишиш мумкин (____ рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: (100011, Тошкент шаҳар
Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўч. 32. Тел.: (99871)244- 79-20).

Диссертация автореферати 2017 йил « ____ » _____ тарқатилди.
(2017 йил « ____ » _____ даги ____ рақамли реестр баённомаси).

С.М. Туробжонов

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

А.С. Ибодуллаев

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш котиби т.ф.д. профессор

Г. Рахмонбердиев

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон миқёсида
синтетик ионитларни ишлаб чиқариш ўтган ўн йилга нисбатан икки баробар
ортган. Ишлаб чиқариладиган ионитлар ҳажми бўйича МДХ давлатлари

жаҳонда иккинчи ўринда туради ва бу ионитларнинг 65 фоизи гидрометаллургия саноати корхоналарида металлларни концентрлаш ва ажратишда, халқ хўжалигининг турли соҳаларида қўлланиладиган тозаланган ҳамда тузсизлантирилган сув олишда, сувни тозалаш мақсадида ишлатилади. Шунингдек, ишлаб чиқариладиган ионитлар ИЭС, АЭС ва саноат чиқиндиларини тозалашда 15%, кимёвий технологияларда 9%, озиқ-овқат ва фармацевтика саноатида 6% ва бошқа соҳаларда қолган қисми қўлланилади¹.

Ионитлар металлларни турли муҳитга эга бўлган индивидуал ва аралаш эритмалардан танловчан сорбциялаб, самарали ажратиш олиш имконини беради. Шу сабабли, кўпгина илмий ишлар янги ионитлар синтези, физик кимёвий хоссаларининг тадқиқоти ва уларни сорбция жараёнларида қўллаш технологияларини яратишга йўналтирилган.

Республикамизда мустақилликка эришилгандан буён кимё саноатида янги турдаги маҳсулотларни ишлаб чиқаришни ривожлантириш йўналишидаги илмий изланишларни юқори даражада ташкил этиш ва маҳаллий бозорни импорт ўрнини боса оладиган кимёвий реагентлар билан таъминлаш борасида кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилди. Бу борада маҳаллий хом ашёлар асосида синтез қилинган, таркибида олтингугурт, азот, кислород ва фосфор донор атомларини сақлаган, қимматбаҳо металллар ионларини эритмалардан самарали сорбцияловчи, термик ва кимёвий барқарор, механик мустаҳкам, комплекс ҳосил қилувчи ионитлар тадқиқотига қаратилган илмий ишларни алоҳида таъкидлаш мумкин.

Бугунги кунда жаҳонда ионитларнинг янги турларини синтез қилиш, металллар ионларига нисбатан сорбцион хусусиятларини аниқлаш ва улар ёрдамида эритмалар таркибидан қимматбаҳо металл ионларини ажратиш олиш технологиясини яратиш долзарб вазифалардан ҳисобланади. Комплекс ҳосил қилувчи ионитларни яратиш бўйича тадқиқотларни амалга оширишда маҳаллий хом-ашёлар асосида таркибида олтингугурт, азот, кислород ва фосфор донор атомларини сақлаган, эритмада турли металллар ионлари билан комплекс ҳосил қилиш хусусиятига эга бўлган ионитлар синтез қилиш, улар ёрдамида нодир ва рангли металллар ионларини самарали концентрлаш ва ажратиш усулларини ишлаб чиқиш долзарб муаммолардан ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2010 йил 15 декабрдаги ПҚ 1442-сон «2011-2015 йилларда Ўзбекистон Республикаси саноатини ривожлантиришнинг устувор йўналишлари тўғрисидаги» ва 2009 йил 11 мартдаги ПҚ-1071-сон «Кимё саноати корхоналари қурилишини жадаллаштириш ва янги турдаги кимё маҳсулотлари ишлаб чиқаришни ўзлаштириш бўйича чора-тадбирлар дастури» тўғрисидаги қарорлари ҳамда

¹ Лейкин Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов. - М.: Изд. Бином. Серия:1. - 2014. - С.10-16.

мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва

технологиялар ривожланишининг VII «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ионитлар синтези ва уларнинг технологиясини ўрганиш бўйича А.Б. Пашков, И.П. Лосев, Е.Б. Тростянская, А.С. Тевлина, А.Б. Даванков, В.М. Лауфер, Ф.Т. Шостак, И.Ф. Самборский, Е.Е. Ергожин, К.М. Салдадзе, И.Л. Хмельницкая, С.А. Маранджев, Е.И. Люстгартен, В.Д. Копылова, А.А. Ваишейдт, А.А. Васильев, Н.Н. Кузнецова, Р.Р. Kusy, G. Martines, I.S. Ahamed, S. Aoki, F.A.Long, М.А. Асқаров, А.Т. Джалилов, Х.Т. Шарипов, У.Н. Мусаев, С.С. Зайнутдинов, З.А. Таджиходжаев, Х.Х. Тураев ва бошқалар илмий тадқиқот ишлари олиб боришган.

Ионитлар синтез қилиш технологияси ривожланишидаги асосий илмий йўналишлар эритмалар таркибидан металл ионларини самарали ажратиш хусусиятига эга бўлган, тиокарбамид, карбамид тиосемикарбазид, тиофосфатлар, меламина, госсипол смоласи, формалин, эпихлоргидрин ва полиакрилонитрил толаси асосида ионитлар синтез қилишга асосланган. Бундан ташқари, мавжуд ионитларга янги функционал гуруҳли мономерлар киритиш орқали ҳам янги комплекс ҳосил қилувчи ионитлар синтез қилиш бўйича илмий тадқиқотлар амалга оширилган.

Шу билан бирга қимматбаҳо металллар учун самарали ионитлар синтез қилишда асосий эътибор импорт ўрнини босувчи маҳаллий хом-ашёлардан фойдаланиб, таркибида азот, олтингугурт, кислород ва фосфор бўлган мономерлар асосида ионитлар синтез қилиш, уларнинг таркиби, тузилиши, хоссалари, олиш технологияси ва ушбу ионитлар ёрдамида турли металллар ионларини самарали ажратишни тадқиқ қилишга қаратилган. **Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим ёки илмий тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Термиз давлат университети илмий тадқиқот ишлари режасининг ИДК-№ 6 «Хонжиза полиметалл кони рудалари таркибидаги мис ва кумуш металлларини концентрлаш ва ажратиш олиш технологиясини яратиш» (2008-2010 йй.), № А13-054+(КА9-003) «Замонавий ядро-физикавий методлар ёрдамида гидрометаллургия корхоналари чиқинди эритмалари таркибидаги нодир металлларни концентрлаш ва ажратиш» (2012- 2014 йй.), ОТ-ФЗ-081 «Таркибида кислород, олтингугурт ва фосфор бўлган экстрагентлар синтези ва уларнинг нодир металллар билан координацион бирикмалари» (2007-2011 йй.) ва № Ф-7-28 «Тўртламчи азот ва фосфор бирикмалари асосида бинар экстрагентлар синтези ва уларнинг нодир металллар билан координацион бирикмалари» (2012-2016 йй.) мавзуларидаги амалий, фундаментал ва инновацион лойиҳалар доирасида бажарилган. **Тадқиқотнинг мақсади:** юқори самарали комплекс ҳосил қилувчи полифункционал ионитларни синтез қилиш ва уларни қўллаб индивидуал

6

ҳамда аралаш эритмалардан нодир ва рангли металллар ионларининг сорбция жараёнига татбиқ этишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

таркибида олтингугурт, азот, кислород ва фосфор сақлаган функционал гуруҳларга эга, янги, юқори самарали комплекс ҳосил қилувчи полифункционал

ионитлар олиш усуллари ишлаб чиқиш, синтез усуллариининг мақбул шароитини аниқлаш;

синтез қилинган комплекс ҳосил қилувчи ионитларнинг таркиби ва физик-химёвий хоссаларини аниқлаш;

таркибида олтингугурт, азот, кислород ва фосфор бўлган комплекс ҳосил қилувчи ионитлар ва уларнинг нодир ва рангли металл ионлари билан ҳосил қилган комплекс бирикмаларининг тузилишини аниқлаш;

кумушни технологик эритмалардан ажратиш давомийлигини аниқлаш; самарали сорбция усулини ишлаб чиқиш мақсадида мис, никель ва кобальт ионларининг ионитлар билан комплекс ҳосил қилиш шароитларини тадқиқ этиш;

ўрганилган металл ионларининг сорбция ва десорбция жараёнларининг физик-химёвий қонуниятларини тадқиқ этиш, металл ионларининг комплекс ҳосил қилувчи ионитларда сорбция шароити ва катталикларини, сорбция механизмини аниқлаш, сорбцияланиш қаторини тузиш;

диглицидилкарбамид, диглицидилтиокарбамид, диметилолкарбамид ва диметилолтиокарбамидлардан таркибида олтингугурт, азот, кислород ҳамда фосфор бўлган комплекс ҳосил қилувчи ионитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти эпихлоргидрин, формальдегид, карбамид, тиокарбамид, ПЭПА, меламина, ГИПАН, ортофосфат кислота, улар асосидаги янги комплекс ҳосил қилувчи ионитлар, рангли ва нодир металл ионларини тутувчи сувли эритмалар.

Тадқиқотнинг предмети - комплекс ҳосил қилувчи ионитлар ва уларнинг рангли ва нодир металл ионлари билан ҳосил қилган комплекс бирикмалари.

Тадқиқотнинг усуллари. Синтез қилинган ионитларнинг физик-химёвий хоссаларини ўрганишда ИҚ-спектроскопия, дифференциал-термик, атом адсорбцион спектроскопия, потенциометрия, фотоколориметрия, трилонометрия, алкалометрия ва элемент таҳлиллари усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

эпихлоргидрин-карбамид (тиокарбамид) ҳамда формалин-карбамид (тиокарбамид) асосидаги маҳсулотларнинг полиэтиленполиамин, меламина, ГИПАН, ортофосфат кислота билан реакцияси натижасида таркибида олтингугурт, азот, кислород ва фосфор донор атомлари сақлаган комплекс ҳосил қилувчи полифункционал, термохимёвий барқарор, танловчан ионитлар яратилган;

диметилолкарбамид ва диметилолтиокарбамиднинг ГИПАН ва ортофосфат кислота билан ўзаро реакцияси натижасида маҳаллий хомашёлар асосида янги,

самарали ва арзон комплекс ҳосил қилувчи полифункционал ионитлар синтез қилинган;

синтез жараёнини кинетик тадқиқ қилиш орқали реакциянинг тезлик константаси, активланиш энергияси, олинган ионитлар физикавий ва химёвий хоссаларининг ҳароратга, бошланғич моддалар концентрацияси ва бошқа

омилларга боғлиқлиги аниқланган;

бошланғич моддалар кимёвий таркиби ва физик-кимёвий хоссаларининг импорт ўрнини босувчи, комплекс ҳосил қилувчи ионитлар асосий кимёвий ва физик-кимёвий хоссаларига (кумуш, кобальт, рух, никель, мис, қўрғошин металлари сорбцияси, сорбцион сифими, функционал гуруҳларнинг диссоциаланиш даражаси) боғлиқлиги исботланган;

диметилолкарбамид (диметилолтиокарбамид) ва диглицидилкарбамид (диглицидилтиокарбамид) асосида комплекс ҳосил қилувчи ионитлар олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари: диглицидил(тио)карбамид ва диметилол(тио)карбамидни ПЭПА, меламина, ГИПАН ва ортофосфат кислота билан ўзаро реакциялари натижасида таркибида азот, олтингугурт, кислород ва фосфор бўлган комплекс ҳосил қилувчи ионитлар олиш усули яратилган;

диглицидил(тио)карбамид ва диметилол(тио)карбамид асосида ионитлар олиш технологияси ишлаб чиқилган ва ишлаб чиқариш корхоналарида оқова сувларни тозалаш, металлургия саноатида металл ионларини сорбциялаш технологияси такомиллаштирилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Синтез қилинган бирикмаларнинг тузилиши ва таркиби замонавий физик- кимёвий усуллардан фойдаланилганлиги ва олинган натижаларнинг ишлаб чиқариш амалиётига мослиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти диглицидил(тио)карбамид, диметилол(тио)карбамид, меламина, полиэтиленполиамин, ГИПАН ва ортофосфат кислоталари иштирокида янги комплекс ҳосил қилувчи ионитлар олиш усуллари, синтезнинг оптимал шароитларини таклиф этиш ҳамда комплекс ҳосил қилувчи ионитларнинг сорбцион фаоллигини оширишни аниқлаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти сорбцион қобилияти юқори бўлган синтез қилинган комплекс ҳосил қилувчи ионитлар республикаимиз гидрометаллургия корхоналари чиқинди эритмалари таркибидаги жуда кам миқдордаги нодир ва рангли металлларни ажратиш олиш ҳамда саноат оқова сувларини тозалаш муаммоларини ҳал қилишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши:

Комплекс ҳосил қилувчи ионитларни синтез қилиш технологияси ва қўлланилиши бўйича олинган илмий натижалар асосида:

синтез қилинган комплекс ҳосил қилувчи ионитлар «Ўзкимёсаноат» АЖ га қарашли корхоналар оқова сувларини тозалаш, уни юмшатишга жорий этилган («Ўзкимёсаноат» АЖнинг 2016 йил 4 ноябрдаги 05-3583/М-сон маълумотномаси). Натижада, синтез қилинган янги комплекс ҳосил қилувчи

8

ионитларни қўллаб, ишлаб чиқилган нодир ва рангли металлларни ажратиш усули гидрометаллургия саноати чиқинди сувлари таркибидаги қимбатбаҳо металл ионларини концентрлаш ва ажратиш олишда тавсия этиш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 4

та халқаро ва 5 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 19 та илмий иш, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 4 та мақола, улардан 3 таси Республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр этилган.

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

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

Диссертациянинг **«Комплекс ҳосил қилувчи ионитлар, уларни олишнинг замонавий ҳолати ва ривожланиш истиқболлари»** деб номланган биринчи бобида асосан эпихлоргидрин ва формальдегид асосида таркибида азот, олтингугурт, кислород, фосфор бўлган комплекс ҳосил қилувчи ионитлар синтезининг физик-кимёвий асослари қиёсий таҳлил қилинган ва технологик эритмалардан рангли ва нодир металллар ионларини комплекс ҳосил қилувчи ионитлар ёрдамида сорбциялашга доир адабиётлар шарҳи келтирилган.

Диссертациянинг **«Бошланғич моддалар ва таркибида азот, олтингугурт, фосфор бўлган комплекс ҳосил қилувчи ионитлар синтези»** деб номланган

иккинчи бобида карбамид ва тиокарбамиднинг эпихлоргидрин билан реакциялари асосида диглицидилкарбамид, диглицидилтиокарбамид синтез қилиниб, уларнинг баъзи аминобирикмалар ҳамда гидролизланган полиакрилонитрил билан ўзаро реакциялари натижасида синтез қилинган комплекс ҳосил қилувчи ионитлар бўйича тадқиқот натижалари келтирилган.

Карбамид ва тиокарбамиднинг эпихлоргидрин билан ўзаро таъсирлашиш реакциялари турли реакция қобилиятли функционал гуруҳлар иштирокида жараёнинг мураккаб кечиши билан тавсифланади.

Карбамид ва тиокарбамиднинг эпихлоргидрин билан ўзаро реакциялари хона ҳароратида бошланғич маҳсулотларнинг турли нисбатларида ўтказилди.

Реагентлар аралашмаси, у гетероген ва барқарор аралашма магнитли мешалка

ёрдамида интенсив аралаштирилди, реакция жараёнида ҳарорат хона ҳароратидан 50-100°C ошганда, эритма рН и 10-11 дан 4-6 гача камаяди. Бу кўрсаткичларни ЭВ-74 иономери ёрдамида назорат қилиб турилди.

Индукцион даврнинг давомийлиги компонентлар нисбати ва умумий концентрацияга боғлиқ бўлиб, ундан сўнг, реакция аралашма ўз-ўзидан

қизийди. Маҳсулотнинг кўпроқ унуми (65% дан юқори) карбамид ва тиокарбамиднинг эпихлоргидрин билан 1:2 нисбатларида олинди. Реакция дастлабки моддаларнинг турли моль нисбатларида ва 40-80°C ҳарорат интервалида спиртли эритмада ўтказилди. Жараённинг кинетикасини ўрганиш учун реакция массадаги хлор ионлари концентрациясининг ўзгариши аниқланди. Ҳарорат 80°C гача ортиб бориши билан 1-ва 2-расмларда эфирланганидек, реакция чуқурлашиб ϵ^- ради.



1) 40 °C (—); 2) 60 °C (—); 3) 80 °C (—). 2.1-расм. Карбамиднинг эпихлоргидрин билан 1:2 моль нисбатда ва турли ҳароратларда ўзаро таъсирлашиш кинетик эгрилари



1) 40 °C (—); 2) 60 °C (—); 3) 80 °C (—). 2.2-расм. Тиокарбамиднинг эпихлоргидрин билан 1:2 моль нисбатда турли ҳароратларда таъсирлашиш кинетик эгрилари

Тадқиқот натижаларининг кўрсатишича, ҳарорат ҳар 10°C га ортганда реакция тезлиги 1,13-1,32 марта ортади. Юқори унумда диглицидилкарбамид ва диглицидилтиокарбамидни олиш учун, 1 ва 2-расмда тасвирланганидек, карбамид ёки тиокарбамид ҳамда эпихлоргидринни (1)1:2 нисбатда олиш талаб этилади. Карбамид ва тиокарбамид эпихлоргидрин билан хона ҳароратида шиддатли равишда иссиқлик ажралиши билан ўзаро реакцияга киришади.

Эпихлоргидриннинг карбамид ва тиокарбамид билан ўзаро реакциялари суръатини бир меъёрга ушлаш ва экзотермикликни пасайтириш учун конденсацияланиш реакциялари эритувчи иштирокида ўтказилди. Эритувчи сифатида этил, изоамил спирт, диметилформамид, толуолдан фойдаланилди.

Маҳсулотнинг юқори унумига изоамил спирт ва диметилформамиддан фойдаланилганда эришилди. Реакция тезлиги ва маҳсулот унуми ишлатиладиган эритувчи миқдорига боғлиқ. Реакциянинг давомийлиги, маҳсулот хоссасига карбамид (тиокарбамид) ва эритувчи масса нисбатлари (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5) нинг таъсири ўрганилган. 1 масса қисм тиокарбамидга 0,5-0,6 масса қисм эритувчидан фойдаланилганда, поликонденсация реакцияси

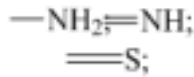
10

шиддатли суръатда боради ва натижада, механик мустаҳкамлиги кам бўлган мўрт полимер ҳосил бўлади.

1-жадвал

Ионитларнинг асосий физик-кимёвий хоссалари ва уларнинг олиниш шароитлари

№	Мономерларнинг моляр нисбати	T°C	Ионитларнинг функционал фаол гуруҳлари	Полимерларнинг унуми, %	Ионитларнинг бўқувчанлиги	CAC, 0,1 н HCl мг·экв/г
ДГК+ПЭПА						
1	1 : 0,5	70	– NH ₂ ; =NH; = O; ≡ N	84	1,24	4,2
2	1 : 1	80		96	1,32	4,5
3	1 : 1,5	90		85	1,40	4,0
4	1 : 2	100		81	1,21	3,8
5	1 : 2,5	110		79	1,24	3,7
ДГК+М						
1	1 : 0,5	70	– NH ₂ ; =NH; = O; ≡ N	81	1,02	4,8
2	1 : 1	80		93	1,03	5,1
3	1 : 1,5	90		78	1,05	5,7
4	1 : 2	100		84	1,06	5,6
5	1 : 2,5	110		81	1,02	5,6
ДГК+ГИПАН						
1	1 : 0,5	70	– NH ₂ ; =NH; = O; ≡ N; COOH; COONa	80	2,45	6,3
2	1 : 1	80		91	2,56	6,36
3	1 : 1,5	90		82	2,61	6,1
4	1 : 2	100		78	2,58	6,2
5	1 : 2,5	110		74	2,52	6,1
ДГТ+ПЭПА						
1	1 : 0,5	70	–NH ₂ ;=NH; ≡N	71	2,14	6,2
2	1 : 1	80		97	2,12	6,4
3	1 : 1,5	90		72	2,12	5,8
4	1 : 2	100		76	2,21	5,85
5	1 : 2,5	110		73	2,24	5,8

ДГТ+М						
1	1 : 0,5	70		79	1,24	4,8
2	1 : 1	80		95	1,23	4,75
3	1 : 1,5	90		73	1,25	4,6
4	1 : 2	100		72	1,26	4,65
5	1 : 2,5	110		70	1,28	4,6
ДГТ+ГИПАН						
1	1 : 0,5	70		70	2,40	6,6
2	1 : 1	80		93	2,46	6,5
3	1 : 1,5	90		78	2,51	6,55
4	1 : 2	100		75	2,48	6,5
5	1 : 2,5	110		74,5	2,50	6,5

(ДГК, ДГТ) нинг

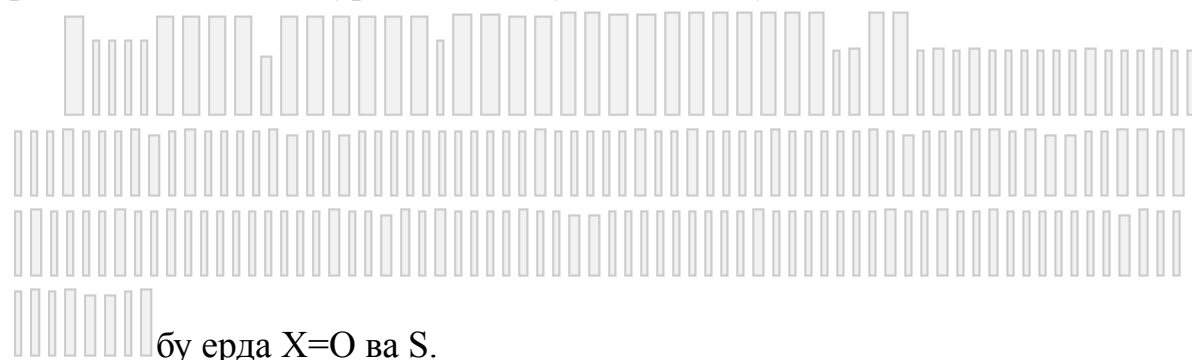
Диглицидилкарбамид, диглицидилтиокарбамид ПЭПА, меламина ва ГИПАН билан сувли ҳамда органик муҳитда ўз-ўзидан полимерланиш жараёни унча юқори бўлмаган ҳароратда содир бўлади (1-жадвал). Бу жараёнини тадқиқ этиш, яъни полимерланиш жараёнида эпихлоргидриндаги эпокси гуруҳнинг очилиш механизми, шунингдек аминогуруҳ табиатининг реакция кинетикаси ва ҳосил бўлган полимерлар хоссаларига таъсирини ўрганиш шубҳасиз, қизиқиш уйғотди.

11

ДГТ+ПЭПА таъсирлашиш реакцияси дастлабки моддалар ва охириги маҳсулотларнинг ИҚ-спектрлари ёрдамида ўрганилган. ДГТ+ПЭПА асосида синтез қилинган комплекс ҳосил қилувчи анионитнинг ИҚ – спектрида эпоксид гуруҳга хос ютилиш чизиқлари қайд этилмаган. Унда -760 см^{-1} соҳада $\text{C} - \text{NH}$ боғи ва $1625\text{--}1658\text{--}3414\text{ см}^{-1}$ соҳадаги частоталарда аминогуруҳлар учун хос ютилиш чизиқлари кузатилган. Олинган спектрларда $\text{C} - \text{C}$ боғи $973\text{--}1071$, CH ва CH_2 гуруҳларининг валент тебраниши $-2829\text{--}2946$ ва 1455 см^{-1} соҳасида, $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{S}$ боғи ютилиш чизиқлари $1400\text{--}1650\text{ см}^{-1}$ соҳада кўринади. Бу эса олинган полимерда $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{S}$ боғи сақланиб қолганидан далолат беради. ИҚ-спектроскопик тадқиқотлар ва элемент таҳлил натижалари асосида, шунингдек, адабиётлардаги маълумотларни таҳлил қилиб, диглицидилкарбамид ҳамда диглицидилтиокарбамиднинг аминобирикмалар билан полимерланиш реакцияси тенгламаси қуйидагича таклиф қилинган: 1. Диглицидилкарбамид ва

диглицидилтиокарбамиднинг ҳосил бўлиши:

Диглицидилкарбамид ва диглицидилтиокарбамиднинг ПЭПА билан ўзаро реакцияси асосида тўрсимон маҳсулот ҳосил бўлиши:



ДГТ+ПЭПА нинг ўз-ўзидан полимерланиш кинетикасини тадқиқ қилиш учун дастлабки реагентларнинг турли моль нисбатлари ўрганилганда, полимерланиш реакциясида компонентлар эквимольяр нисбатларда олинганда унум максимумга эришилади.

12

Ўтказилган тадқиқотлар натижасида синтезнинг ҳарорат режими маҳсулот таркибига катта таъсир кўрсатиши аниқланди. Ҳарорат 60°C дан 100°C гача ошганда реагентларнинг ўзгармас нисбатида полимер тузилиш улуши 11 дан 33% гача ошган, ҳарорат яна оширилганда полимернинг молекуляр массаси ортган. Бу эса ҳарорат ортиши билан олинган маҳсулот молекуляр массасининг ортишидан далолат беради.

Диссертациянинг «Синтез қилинган ионитларнинг физик-кимёвий ва комплекс ҳосил қилиш хоссалари» деб номланган учинчи бобида олинган ионитларнинг асосий физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш натижалари келтирилган.

Ионитларнинг алоҳида массалари OH^- шаклга ўтказилиб, статик шароитда ионит: эритманинг 1:100 масса нисбатида хона ҳароратида потенциометрик титрлаш усули ёрдамида ионитларнинг алмашилиш сиғими аниқланди.

2-жадвал

Синтез қилинган ионитларнинг статик алмашилиш сиғимлари

Кўрсаткичлар, Ионитлар	Сочилувчан оғирлиги, г/мл	ОН – формадаги бўккан ионитнинг солиштирма ҳажми, мл/г	САС			Механик мустаҳкамлиги, %
			0,1н HCl эритмаси, мг-экв/г	0,1н HNO_3 эритмаси, мг-экв/г	0,1н H_2SO_4 эритмаси, мг-экв/г	
ДГТ+ПЭПА	0,60	2,4	6,2-7,0	6,0	6,2	99,7
ДГТ+М	0,65	3,8	4,6-4,9	4,2	4,3	99,8
ДГТ+ГИПАН	0,65	4,2	6,5-7	6,2	5,1	99,9

ДГТ+ФК	0,45	2,0	4,2-4,5	3,8	4,1	97,8
ДМТ+ПЭПА	0,60	2,2	4,3-4,5	4,0	4,1	99,7
ДМТ+М	0,65	3,6	6,0-6,5	5,4	5,8	99,7
ДМТ+ГИПАН	0,75	4,0	6,5-7	6,0	5,0	99,8
ДМТ+ФК	0,40	2,0	4,2-4,4	3,9	4,2	97,9
ДГК+ПЭПА	0,65	2,6	4,4-4,8	4,4	4,5	99,7
ДГК+М	0,65	3,8	5,7-6,0	6,2	6,0	99,4
ДГК+ГИПАН	0,70	4,3	6-6,7	6,2	5,1	99,8
ДГК+ФК	0,45	2,2	4,0-4,2	3,8	4,2	97,7
ДМК+ПЭПА	0,65	1,9	4,2-4,7	4,0	4,1	99,6
ДМК+М	0,55	3,2	6,0-6,5	5,5	6,0	99,5
ДМК+ГИПАН	0,70	4,2	6,5-7	6,0	5,0	99,8
ДМК+ФК	0,40	2,3	4,2-4,4	3,9	4,2	97,9
ЭДЭ-10П	0,60	4-4,5	7,5	-	8,5	97,7
АН-31	0,55	3,2	3,7	-	7,5	99,8
АН-2Ф	0,55	4,5-5	6,2	-	6	-
АВ-16	0,65	4,5	3,4	-	-	-

Синтез қилинган ионитларнинг статик алмашилиш сиғимлари саноатда қўлланилаётган ЭДЭ-10П, АН-2Ф, АВ-16 ва АН-31 каби поликонденсацион ионитларнинг статик алмашилиш сиғимлари билан солиштирилди (2-жадвал).

13

Олинган ионитлар сорбцион қобилиятининг муҳит рН и ва ионоген гуруҳларнинг дастлабки шаклига боғлиқлиги потенциометрик титрлаб тадқиқ қилинди. Натижалар 3- жадвалда келтирилган.

Ионитларнинг ионалмашиниш сиғими билан бир қаторда, ионалмашинишнинг бориш тезлиги ва жараён кинетикаси ҳам муҳим амалий аҳамиятга эга. Олинган ионитларда: сульфат, нитрат ва хлорид ионлари сорбцияси тезлиги 0,1 н. сульфат, нитрат ва хлорид кислоталар эритмаларида статик шароитда ўрганилди.

3-жадвал

Олинган ионитларнинг потенциометрик тадқиқоти натижалари

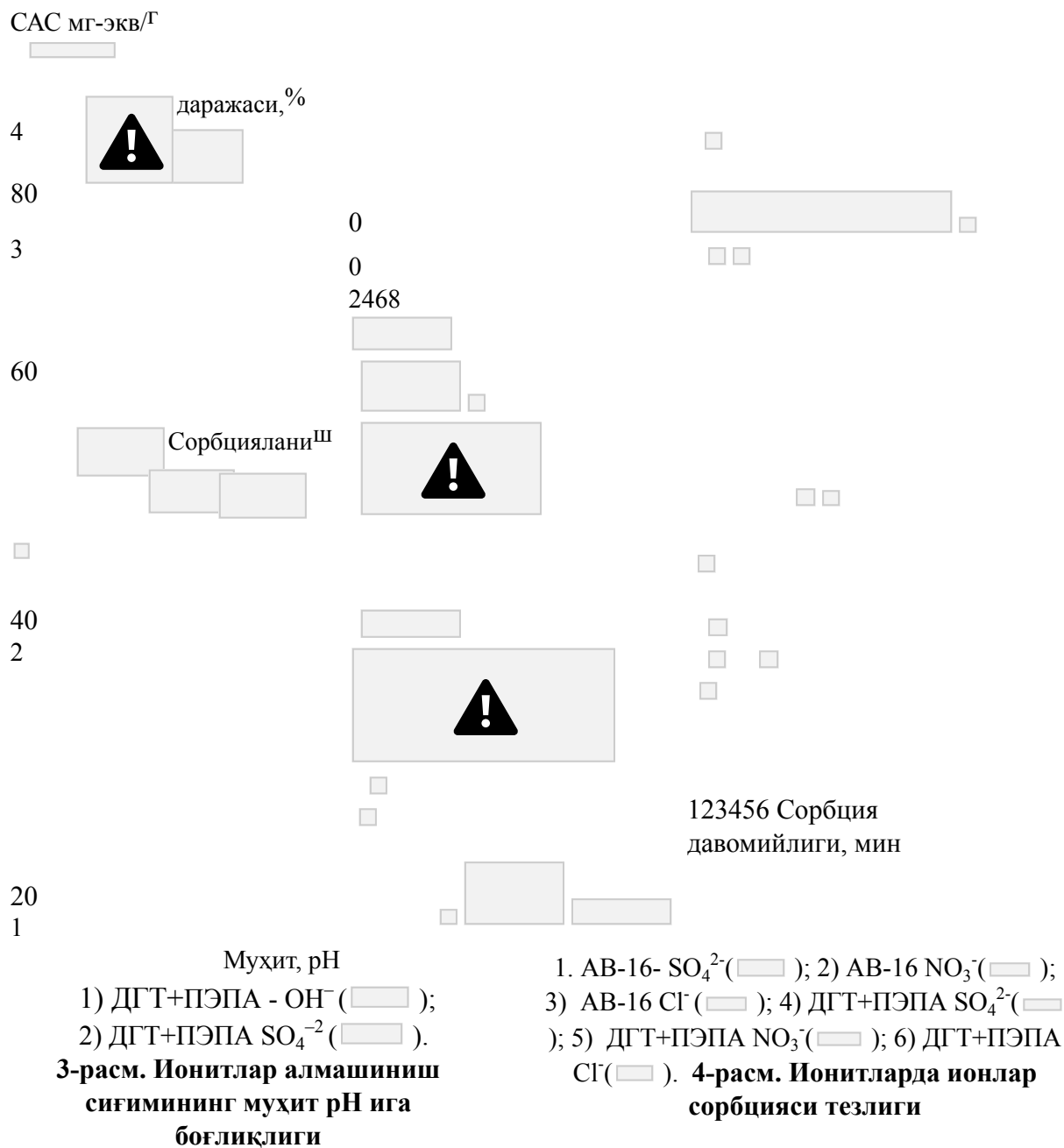
Ионитлар	САС 0,1 н HCl	Потенциометрик титрлаш эгриси бўйича АС, мг-экв/г	рКон
----------	------------------	--	------

	эритмасыда, мг-экв/г	ОН ⁻ – форма	SO ₄ ²⁻ – форма	
ДГТ+ПЭПА	6,5	6,0	4,5	9,5
ДГТ+М	4,8	4,10	3,3	8,4
ДГТ+ГИПАН	6,5	5,7	2,7	8,5
ДГТ+ФК	4,3	4,1	2,1	7,5
ДМТ+ПЭПА	4,3	4,0	4,3	9,0
ДМТ+М	6,0	5,6	3,1	8,2
ДМТ+ГИПАН	6,5	6,1	2,8	8,0
ДМТ+ФК	4,2	4,1	2,2	7,0
ДГК+ПЭПА	4,4	4,2	4,2	9,2
ДГК+М	5,7	5,5	3,0	8,0
ДГК+ГИПАН	6	5,7	3,0	8,3
ДГК+ФК	4,0	3,8	2,3	6,5
ДМК+ПЭПА	4,2	4,0	4,3	9,4
ДМК+М	6,0	5,7	3,2	8,3
ДМК+ГИПАН	6,5	6,2	2,9	8,5
ДМК+ФК	4,2	4,0	2,4	6,8
ЭДЭ-10П	5,5	4,2	4,5	-
АН-31	3,7	3,2	4,2	-
АН-2Ф	6	2,1	3,9	-
АВ-16	3,4	3,2	4,0	-

3-жадвалда келтирилган маълумотлар тадқиқ қилинган ионитларнинг кучсиз асосли гуруҳга тегишли эканини тасдиқлайди. Потенциометрик титрлаш эгриларига асосан ўрганилган анионларнинг ионитларга ютилиши кучсиз кислотали муҳитларда содир бўлади.

3-расмдан кўриниб турибдики, ОН⁻ ва SO₄²⁻ шаклдаги ионитлар титрлаш эгриларининг ўзгариш хусусияти уларнинг кучсиз асосли эканини ифодалайди.

Олинган натижалар АВ-16 ионити хоссалари билан таққосланди. 4-расмда F-т координатларидаги тажриба натижалари тасвирланган. F-мувозанатга эришиш даражаси; %, τ-сорбция давомийлиги, соат.



4-расмдан кўришиб турибдики, ДГТ+ПЭПА ионити синалган ионитларга нисбатан ионларни тезроқ ютади. АВ-16 эса шу шароитда бирмунча паст кинетик хоссани намоён қилади.

Ионитларнинг механик чидамлилигини аниқлаш учун 100 г ионит шарли тегирмонда 10 дақиқа пўлат шарлар билан айлантирилганда, синган заррачалар миқдори 5,8% эканлиги аниқланган. Ионитнинг юқори механик чидамлилиги (99%) ва 8-25% ли сульфат кислота эритмасида тўлиқ қайта тикланиши уни саноатда мис ва кумушни эритмалардан сорбциялашда қўллаш имконини беради.

**Сув буғи билан қайта ишланган ионитларнинг термик турғунлиги
(қиздириш ҳарорати 140°C да 10 соат давомида pH=5,5-6)**

Ионитлар	САС (мг·экв/г) 0,1 н.ли эритма, мг экв/г				Бўккан ионитларнинг солиштира ҳажми, млг/г	
	Термик қайта ишлашгача		Термик қайта ишлашдан кейин		Термик қайта ишлашгача	Термик қайта ишлашдан кейин
	NaOH	HCl	NaOH	HCl		
ДГТ+ПЭПА	8	5,5-6	7,8	5,0-5,5	1,73	1,73
ДГТ +М	7,5-8	4,5	8,2-8,5	6,2	2,4	2,6
ДГТ +ГИПАН	8-8,5	6,5	9,2	5,5	2,1	1,9
ДГТ +ФК	7,5	4,5	7	4-4,2	2,2	2,0
ДМТ+ПЭПА	7,5-8	4-4,5	7,0-7,2	5,0-5,5	1,73	1,73
ДМТ+М	7-7,5	6-6,5	7	6,2	2,4	2,2
ДМТ+ГИПАН	8,5	4,5	8,5	5,5	2,1	1,9
ДМТ+ФК	7-7,5	5	7,1	4,5	2,0	1,8

Синтез қилинган ионитларнинг кимёвий барқарорлиги 5 н. NaOH ва H₂SO₄ эритмалари билан қайта ишлангандан сўнг алмашилиш ҳажми, механик мустаҳкамлиги ва бўкувчанлигининг ўзгариши бўйича аниқланган. Ионитларнинг термик барқарорлиги эса иссиқ ҳаво оқими ва сув иштирокида дифференциал термик анализ усули ёрдамида ўрганилган.

15

Ионитларнинг термогидролизга барқарорлигини аниқлаш учун ионит ампулага жойлаштирилиб, дистилланган сув қуйилди ва кавшарланиб беркитилди, сўнг 100°C ҳароратда 48 соат ушлаб турилди. Иссиқлик билан ишлангандан сўнг, ионит ажратиб олиниб, тарозида тортилди. Олинган ионитнинг алмашилиш сиғими, солиштира ҳажми ва сочиловчан оғирлиги аниқланди.

Ионит сувда қиздирилганда унинг алмашилиш сиғимининг камайиши аминотурхнинг сувли фазага ўтиб гидролизланиши ҳисобига термик дезаминланиш жараёни содир бўлиши билан тушунтирилади. Шунинг учун термогидролиз жараёнида сувли фаза рНининг ионитлар чидамлилигига таъсири ўрганилган ва натижалар 5-жадвалда берилган.

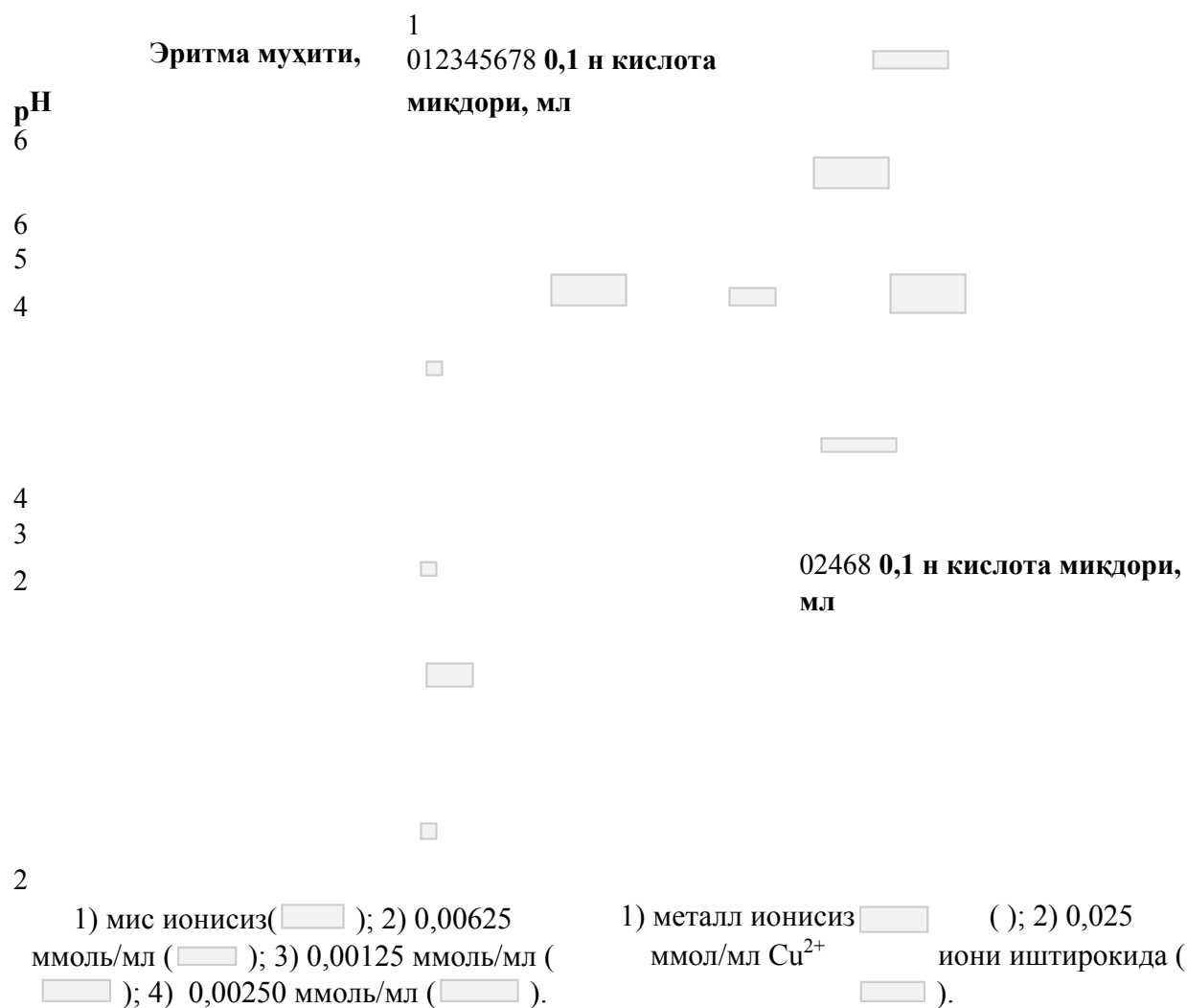
**Ионитларни термик қайта ишлашдан сўнг олинган сувли сўримлар
таркиби ва ионитлар массасининг камайиши**

Ионитлар	48 соат термик қайта ишлашдан кейин		
	Сувли сўрим рН и	Сувли сўрим таркибидаги аминогуруҳ миқдори, мг экв/г	Масса йўқотилиши, %
ДГТ+ПЭПА	8,5	0,84	3,8
ДГТ+М	8,0	1,4	2,1
ДГТ+ГИПАН	9,5	1,5	2,5
ДГТ+ФК	6,4	0,70	2,0
ДМТ+ПЭПА	8,0	0,81	3,4
ДМТ+М	7,6	1,2	2,4
ДМТ+ГИПАН	9,0	1,4	2,5
ДМТ+ФК	6,2	0,65	2,3
ЭДЭ-10П	9,5	1,7	8,5
АН-2Ф	9,4	1,6	10,9
АН-31	8,9	1,8	9,2
АВ-16	9,3	1,5	11,2

Олинган натижалар шундан далолат берадики, ДГТ ва ДМТ асосидаги ионитларни турли металл ионларини сорбциялаш жараёнида нафақат нормал, балки, юқори ҳароратда ҳам қўллаш мумкинлиги аниқланган.

Ионитларни металллар иштирокида ва металлсиз потенциометрик титрлаганда, координацион бирикма ҳосил бўлиши эритманинг ион кучи, металл табиати ва унинг концентрациясига боғлиқлиги кўрсатиб берилган. Доимий ион кучига 0,1 н NaCl эритмаси ёрдамида эришилган ($\mu=0,1$).

5-расмдан кўриниб турибдики, металл ионлари концентрациясининг 0,00625 дан 0,025 мол/мл гача ортиши ионит асослигини камайтирган. Бу эса комплекс ҳосил қилувчи металл иони концентрацияси қанча ошса, комплекс ҳосил бўлиш жараёнида аминотуруҳнинг гидрофиллиги ўз навбатида камайиб боришини кўрсатади.



5-расм. ДГТ+ПЭПА ионитини мис ионларининг турли концентрацияларида потенциометрик титрлаш эгриси

6-расм. ДГТва ПЭПА асосидаги ионитни потенциометрик титрлаш эгриси

Комплекс бирикма барқарорлигини аниқлашда турли металло-комплекс ҳосил қилувчилар иштирокида олинган потенциометрик титрлаш эгрлари катионлар табиатига боғлиқ бўлади. 6-расмда тасвирланганидек, титрлаш эгрисидаги максимал синиш мис ионлари иштирокида кузатилади ва бунда, нисбатан барқарор комплекс бирикма ҳосил бўлган.

Ионит фазасида гидрат шаклдаги аминотурухларнинг ортиши ва эритма концентрациясининг камайиши $\text{pH} < 5$ бўлганда, металл 2-3 та аминотурух билан координацияланишини кўрсатади. Ионитнинг уч ўлчамли тузилиши металл ионларининг кўп сондаги аминотурухлар билан координацияланишига тўсқинлик қилади.

Турли металл ионларининг ионит билан комплекс бирикмалар ҳосил қилиши ўрганилганда, мис ионлари иштирокида нисбатан барқарор комплекс бирикма ҳосил бўлиши потенциометрик титрлаш усули ёрдамида аниқланган.

Синтез қилинган ионитларнинг Cu^{2+} иони билан ҳосил қилган комплекс бирикмаси барқарорлик доимийсининг қиймати икки хил усулда ҳисобланган (6-жадвал).

ҳосил қилиш кўрсаткичларининг тавсифи

Ионитлар	САС мг экв/г	Бьеррум бўйича			Салдадзе бўйича		
		lgK ₁	lgK ₂	lgK _N	lgK ₁	lgK ₂	lgK _N
ДГТ+ПЭПА	4,35	4,48	3,53	8,06	6,00	2,95	8,98
ДГТ+М	4,0	4,10	3,45	7,92	5,5	2,75	8,34
АН-31	4,10	4,47	4,48	7,45	7,33	3,96	9,69

Синтез қилинган ионитлар учун металл комплекс бирикмаларининг барқарорлик доимийсининг қиймати нисбатан паст бўлиши нафақат азот асослигининг камайиши, балки фазовий мураккаблик натижасида ҳам юзага келади. ИҚ – спектрал усул ёрдамида сорбентлар функционал гуруҳларининг

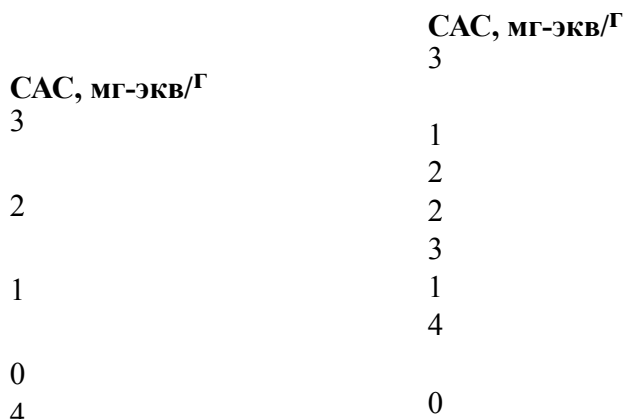
17

металл ионлари билан тўйиниш даражаси ва кислота-асос мувозанатининг ўзгариши (рН нинг 2-10 интервалида) ўрганилди. Ионитларнинг ИҚ – спектрларида ионлашган олтингугурт тутган гуруҳларнинг симметрик ва ассиметрик тебранишига тўғри келувчи 2000-1600 см⁻¹ ва 800-660 см⁻¹ соҳаларидаги ютилиш чизиклари интенсивлиги ўзгариши содир бўлади. (1650-1380 см⁻¹ соҳадаги ютилиш чизиклари йўқолади, 1400-1070 см⁻¹ соҳадаги ютилиш чизиклари кенгаяди). Металл – ионит комплексларининг ҳаммасида N→Me боғи учун хос бўлган 1400-1300 см⁻¹ соҳада ютилиш чизиклари мавжуд.

Ионитларнинг сорбцион қобилиятини ўрганиш натижалари шуни кўрсатдики, мис (II) нинг комплекс бирикма ҳосил қилиши рН=3-5 бўлганда максимал қийматга эришади (7- ва 8-расмлар). Мухит кўпроқ ишқорий бўлганда, комплекс бирикма ҳосил бўлиши билан бир қаторда, гидроксид ва асосли тузлар ҳосил бўлиб, ионитнинг қаттиқ фазасига чўкиши кузатилган.

02468 Мухит, рН

4



1) Cu²⁺ (☐); 2) Zn²⁺ (☐); 3) Cd²⁺ (☐); Pb²⁺ (☐). 7-расм. ДГТ+ПЭПА асосидаги ионит сорбцион қобилиятининг мухит рН ига боғлиқлиги

1) Cu²⁺ (☐); 2) Zn²⁺ (☐); 3) Cd²⁺ (☐); Pb²⁺ (☐).

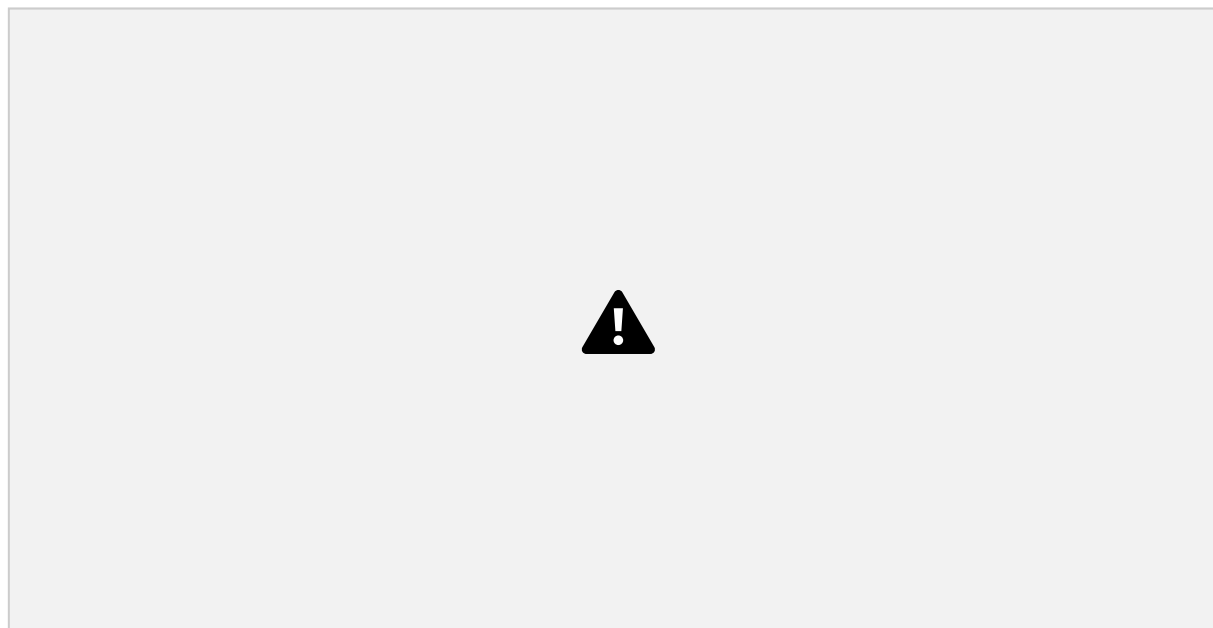
8-расм. ДГТ+М асосидаги ионит сорбцион қобилиятининг мухит рН ига боғлиқлиги

Ўлчашлар статик шароитда ўтказилди. Металл ионлари бўйича алмашилиш сиғимини аниқлашда мис (0,05 н, рН=3,5-3,8), никель (0,1 н,

pH=6,5), кобальт (0,1 н, pH=5,5), рух (0,1 н, pH=5,5), кадмий (0,1 н, pH=5,5) сульфат эритмаларидан фойдаланилди. Дастлабки ва мувозанат эритмалар таркибидаги металл катионлари миқдори трилонометрик титрлаш (Cd^{2+} , Zn^{2+}), фотоколориметрия (Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}) ва атом-абсорбцион спектрометрия (Au^{3+} , Ag^{+}) усуллари ёрдамида аниқланди. Эритмаларнинг ионитлар билан контакт вақтининг давомийлиги 1 сутка бўлиб, эритмалар pH и потенциометрик усулда аниқланди.

Диссертациянинг тўртинчи бобида «**Комплекс ҳосил қилувчи ионитларни олиш технологияси ва техник-иқтисодий асослари**» келтирилган. ТКТТИ ДУК да янги комплекс ҳосил қилувчи ионитлар ва ионалмашинувчи смолалар ишлаб чиқаришнинг технологик жараёнлари ишлаб чиқилди.

18



1-2-бошланғич хом-ашё учун сиғим; 3-реактор; 4-майдалагичли сетка ва тозалаш қурилмаси; 5-қўп полкали қуритгич; 6-тайёр маҳсулот учун сиғим.

12-расм. ТЭП-1 маркали комплекс ҳосил қилувчи ионит олишнинг технологик схемаси

ТЭП-1 маркали комплекс ҳосил қилувчи ионит синтези юқоридаги технологик схема бўйича амалга оширилиши кўзда тутилган (12-расм). Шунингдек, ТФП-1 маркали комплекс ҳосил қилувчи ионитни ишлаб чиқаришнинг турли тармоқларида қўллашнинг техник-иқтисодий самарадорлиги ишлаб чиқилди. Ушбу ионит асосан арзон маҳаллий хом ашёлардан олинганлиги учун бошқа саноат поликонденсацион ионитларига нисбатан иқтисодий жиҳатдан самарадорликка эга эканлиги исботланди.

1. Диглицидил(тио)карбамид ва диметилол(тио)карбамиднинг полиэтиленполиамин, меламин, гидролизланган полиакрилонитрил ва ортофосфат кислота билан поликонденсатланиш реакцияларида ҳосил бўлган маҳсулотлар таркиби ҳамда хоссаларига, дастлабки моддалар нисбатининг таъсири, реакция тезлиги ва полимер унумининг ишлатиладиган эритувчи табиатига боғлиқлиги, шунингдек, комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитлар олиш технологик жараёни кўрсатгичлари таклиф этилди.

2. Синтез қилинган бирикмаларнинг таркиби, тузилиши ва индивидуаллиги ИҚ-спектрал, элемент таҳлили, дифференциал термогравиметрия каби замонавий тадқиқот усуллари ёрдамида исботланди.

3. Олинган ионитларнинг алмашилиш сиғими, турли металл ионлари (Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Co^{2+} , Ag^{+}) га нисбатан сорбцион хоссалари, бўкувчанлиги, термик ва кимёвий барқарорлиги кўрсатилади.

19

4. ТЭП-1 ва ТФП-1 маркали ионитлар олишнинг технологик схемаси таклиф этилди. Олинган ионитларнинг сорбцион хоссалари асосида уларнинг саноатда қўлланилиш соҳалари ҳамда имкониятлари аниқланди, уларни гидрометаллургия ва заргарлик корхоналари чиқиндилари таркибидан жуда кам миқдордаги рангли ва нодир металлларни ажратишда, саноат сувларини тозалаш ҳамда юмшатишда қўллаш тавсия этилди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО
СОВЕТА ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
DSc.27.06.2017.T.04.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ
ТЕРМЕЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГУП
ТАШКЕНТСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

ЭШКУРБОНОВ ФУРКАТ БОЗОРОВИЧ

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ
ЭФФЕКТИВНЫХ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИХ
ИОНИТОВ**

**02.00.14–Технология органических веществ и
материалы на их основе**

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

Ташкент–2017

21

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2017.1.PhD/K3.

Диссертация выполнена в Термезском государственном университете и государственном унитарном предприятии Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме))

размещен на веб-странице по адресу www.tkti.uz. и информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу www.ziyonet.uz.

Научный руководитель: Тураев Хайит Худайназарович доктор
химических наук, профессор

Официальные оппоненты: Кодиров Тулкин Жумаевич
доктор технических наук, профессор

Рафиков Адхам Салимович
доктор химических наук, профессор

Ведущая организация: Национальный Университет Узбекистана

Защита диссертации состоится «___» 2017 г.в часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте. (Адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-21; факс: (99871) 244-79-17; e-mail: tkti_info@edu.uz.

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

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2017 года.
(протокол рассылки №_____от _____2017 года).

С.М.Туробжонов
Председатель научного совета по
присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

А.С. Ибодуллаев
Ученый секретарь научного совета по
присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Производство синтетических ионитов в мировом масштабе по сравнению с прошлым десятилетием увеличилось в два раза. Страны СНГ в мире занимают второе место по производству ионитов и 65 процентов из этих ионитов применяются в целях концентрирования и извлечения металлов в гидрометаллургической промышленности, получении обессоленных и очищаемых вод, применяемых в различных отраслях народного хозяйства. Также, 15% производственных ионитов используется в ТЭС, АЭС и для очищения промышленных отходов, 9%

- в химической технологии, 6% в пищевой и фармацевтической промышленности, остальные - в других областях¹. Иониты позволяют эффективно извлекать металлы с селективной сорбционной способностью из различных сред индивидуальных и сложных растворов. Поэтому, многие научные работы направлены на синтез новых ионитов, исследование физико-химических свойств и создание технологии их применения в процессах сорбции.

В годы независимости в Республике Узбекистан уделяется большое внимание развитию научных исследований в области химической промышленности, производства новых видов продукции и их реализации, и при этом достигнуты определенные результаты по удовлетворению местного рынка в импортозамещающих химических реагентах. В связи с этим, можно особенно подчеркнуть привлеченные научные работы по исследованию синтезированных эффективно сорбирующих ионов драгоценных металлов из растворов, термически и химически устойчивых на основе местного сырья, механически прочных комплексообразующих ионитов, содержащих серо-, азот-, кислород- и фосфорные донорные атомы.

На сегодняшний день во всем мире актуальной задачей является синтез новых видов ионитов, определение сорбционных свойств по отношению ионов металлов и создание технологии по извлечению ионов драгоценных металлов с их помощью из растворов. Для проведения исследовательских работ по созданию комплексообразующих ионитов, основе местного сырья синтеза ионитов, содержащих в составе сера, фосфор, кислород, азотдонорные атомы и обладающих комплексообразующими свойствами с различными ионами металлов в растворах, и разработка методов эффективного концентрирования и извлечения с их помощью редких и благородных металлов являются актуальной проблемой.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач «О приоритетах развития промышленности Республики Узбекистан в 2011-2015 годах», утвержденных постановлением Президента Республики Узбекистан №1442 от 15 декабря 2010 года и постановлением №1071 от 11 марта 2009 года «О программе мер по ускорению строительства и освоению производства новых видов химической продукции», а также и других нормативно-правовых документов, принятых в данной сфере.

¹ - Лейкин Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов. - М.: Изд. Бином. Серия:1. - 2014. - С.10-16.

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

Степень изученности проблемы. В мире научным исследованиям по синтезу и исследованию ионитов были посвящены работы М.А. Аскарлова, А.Т. Джалилова, Х.Т. Шарипова, У.Н. Мусаева, С.С. Зайнутдинова, З.А. Таджиходжаева, Х.Х. Тураева, А.Б. Пашкова, И.П. Лосева, Е.Б. Тростянской, А.С. Тевлиной, А.Б. Даванкова, В.М. Лауфера, Ф.Т. Шостака, И.Ф. Самборский, Е.Е. Ергожина, К.М. Салдадзе, И.Л. Хмельницкая, С.А. Маранджева, Е.И.

Люстгартена, В.Д. Копыловой, А.А. Ваишейдта, А.А. Васильева, Н.Н. Кузнецовой, R.P. Kusy, G. Martines, I.S. Ahamed, S. Aoki, F.A.Long и др.

Развитие технологии синтеза ионитов направлено на синтез ионитов на основе тиокарбамида, карбамида тиосемикарбазида, тиофосфатов, меламина, смолой госсипола, формалина, эпихлоргидрина и волокна полиакрилонитрила, обладающих свойствами эффективного извлечения металлов ионов из растворов. Кроме этого, ведутся научные исследования по синтезу новых комплексообразующих ионитов для введения с их помощью новых мономеров с функциональными группами для существующих ионитов.

Вместе с тем, приоритетными направлениями синтеза эффективных импортозамещающих ионитов на основе местного сырья для драгоценных металлов является синтез ионитов на основе азот-, сера-, кислород- и фосфорсодержащих мономеров, исследование их состава, строения, свойств, технологии получения и с помощью ионитов эффективного извлечения различных металлов ионов.

Связь диссертационного исследования с планами научно исследовательских работ высшего образовательного или научно исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно исследовательских работ Термезского государственного университета по инновационному гранту «Разработка технологии концентрирования и выделения серебра и меди полиметаллической руды Хандизинского месторождения» (ИДК-№ 6, 2008-2010 гг.) и по прикладному гранту «Применение ядерно-физических методов для разработки основ процессов извлечения благородных металлов из хвостовых растворов гидрометаллургии» (№ А13-054+(КА9-003), 2010-2012 гг), а также по фундаментальным грантам «Синтез кислород-, серо- и фосфор- содержащих экстрагентов и их координационные соединения с благородными металлами» (ОТ-ФЗ-081, 2007-2011 гг.) и «Синтез бинарных экстрагентов на основе четвертичных азот- и фосфорных соединений и их координационных соединений с благородными металлами» (№ Ф-7-28, 2012-2016 гг.) .

Целью исследования является синтез новых высокоэффективных полифункциональных комплексообразующих ионитов и внедрение их в

24

процесс сорбции ионов благородных и цветных металлов из индивидуальных и смешанных растворов.

Задачи исследования:

разработка способа получения новых высокоэффективных полифункциональных комплексообразующих ионитов с серо-, азот-, кислород и фосфорсодержащими функциональными группами и определение оптимальных условий их синтеза;

определение состава синтезированных комплексообразующих ионитов и физико-химических характеристик;

изучение строения серо-, азот-, кислород- и фосфорсодержащих комплексообразующих ионитов и их комплексных соединений с ионами

благородных и цветных металлов;

определение последовательности извлечения серебра из технологических растворов;

исследование физико-химических закономерностей процессов сорбции и десорбции изучаемых ионов металлов, определение механизма сорбции, условий и параметров сорбции ионов металлов в синтезированных комплексообразующих ионитах, составление ряда сорбируемости;

разработка технологии получения азот-, фосфор-, кислород- и серосодержащих комплексообразующих ионитов на основе диглицидилкарбамида, диглицидилтиокарбамида, диметилкарбамида и диметилтиокарбамида.

Объектом исследования являются эпихлоргидрин, формальдегид, карбамид, тиокарбамид, ПЭПА, меламина, ГИПАН, ортофосфорная кислота, комплексообразующие иониты на их основе, водные растворы, содержащие цветные, редкие и благородные ионы металлов.

Предметом исследования является изучение составов, строения и свойств синтезированных комплексообразующих ионитов и их комплексных соединений с цветными, редкими и благородными ионами металлов с помощью современных физико-химических методов.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы ИК - спектроскопия, дифференциально-термические, атомно-адсорбционная спектроскопия, потенциометрия, фотоколориметрия, трилометрия, алкалометрия и элементные анализы.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

получены селективные, термохимические устойчивые, полифункциональные азот-, фосфор-, кислород- и серосодержащие комплексообразующие иониты на основе эпихлоргидрина-карбамида (тиокарбамида) и формалина-карбамида (тиокарбамида) с полиэтиленполиамином, меламином, ГИПАНОм и ортофосфорной кислотой;

синтезированы новые эффективные и дешевые комплексообразующие полифункциональные иониты взаимодействием диметилкарбамида и диметилтиокарбамида с ГИПАНОм и ортофосфорной кислотой на основе местного сырья;

25

определена зависимость константы скорости реакции, энергии активации, физико-химических свойств полученных ионитов от температуры, концентрации исходных веществ и исследование кинетических процессов синтеза;

определена зависимость основных химических и физико-химических свойств (сорбция металлов серебра, кобальта, цинка, никеля, меди, свинца, сорбционная емкость, степень диссоциации функциональных групп) импортозамещающих, комплексообразующих ионитов от химических составов и физико-химических свойств исходных веществ;

разработана технология получения комплексообразующих ионитов на основе диметилкарбамида (диметилтиокарбамида) и диглицидил карбамида

(диглицидилтиокарбамида).

Практические результаты исследования:

разработаны способы получения азот-, серо-, кислород- и фосфорсодержащих комплексообразующих ионитов взаимодействием диглицидил(тио)карбамида и диметилोल(тио)карбамида с полиэтиленполиамином, меламинам, ГИПАНом и ортофосфорной кислотой;

определена зависимость реакции образования ионитов от соотношения исходных мономеров, продолжительности, температуры и среды реакции; разработана технология получения ионитов на основе диглицидил(тио)карбамида и диметилोल(тио)карбамида, усовершенствована технология сорбции металлов в металлургической промышленности и очистка производственных сточных вод.

Достоверность результатов исследования; обосновывается тем, что при идентификации полученных соединений были использованы современные физические и химические методы, полученные результаты объясняются в соответствии с практическим производством.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований определяется выявлением способов получения с применением новых комплексообразующих ионитов из диглицидил(тио)карбамида, диметилोल(тио)карбамида, меламина, полиэтиленполиамина, ГИПАН и ортофосфорной кислоты, предложением оптимальных условий синтеза, определением повышения сорбции комплексообразующих ионитов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в синтезе высокосорбционных комплексообразующих ионитов, применении их в гидрометаллургической промышленности республики при извлечении благородных и цветных металлов из отходящих малоколичественных сточных вод и в очистке сточных вод.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов исследования и применения технологии синтеза комплексообразующих ионитов:

Эти комплексообразующие иониты внедрены для очистки и умягчения сточных вод на предприятиях при АО «Узкимёсаноат» (справка № 05-3583/М АО «Узкимёсаноат» от 4 ноября 2016 года). В результате применения новых

26

синтезированных ионитов разработанный способ извлечения благородных и редких металлов даёт возможность рекомендовать их для концентрирования и извлечения ионов драгоценных металлов из сточных вод гидрометаллургической промышленности.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены, в том числе, на 4 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 19 научных работ. Из них 4 научных статей, в том числе, 3 в Республиканских и 1-в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для публикации основных

научных результатов докторских диссертаций.

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

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

В первой главе диссертации **«Современное состояние и перспективы развития комплексообразующих ионитов и их получение»**, проведена сравнительная характеристика анализов физико-химических основ синтеза азот-, серо-, кислород- и фосфорсодержащих комплексообразующих ионитов на основе эпихлоргидрина и формальдегида, также приведены анализы литературных материалов по изучению сорбции ионов цветных, благородных и редких металлов с помощью комплексообразующих ионитов из технологических растворов.

Во второй главе диссертации **«Исходные вещества и синтез азот-, серо-, кислород- и фосфорсодержащих комплексообразующих ионитов»** приведены результаты по исследованию синтеза диглицидилкарбамида и диглицидилтиокарбамида на основе реакций взаимодействия карбамида и тиокарбамида с эпихлоргидрином и синтез комплексообразующих ионитов в результате взаимодействия их с некоторыми аминсоединениями и гидролизированным полиакрилонитрилом.

Реакции взаимодействия карбамида и тиокарбамида с эпихлоргидрином характеризуются сложным развитием процесса, обусловленным присутствием различных реакционноспособных функциональных групп.

27

Реакцию между тиокарбамидом и эпихлоргидрином проводили при комнатной температуре и различных соотношениях исходных компонентов. Смесь реагентов интенсивно перемешивали с помощью магнитной мешалки, так как она гетерогенна и нестабильна. В процессе реакции pH раствора снижается от 10-11 до 4-6, а температура возрастает от комнатной до 50-100°C. Эти параметры контролировали с помощью иономера ЭВ-74. При этом его электроды вместе с термометром были помещены в реакционную среду.

Реакционная смесь сама разогревается после индукционного периода, длительность которого зависит от соотношения компонентов и общей концентрации. Наибольший выход полимера (65%) получен при 1:2 соотношении (карбамида) тиокарбамида и эпихлоргидрина. Реакцию проводили

в спиртовом растворе при температуре 40-80 °С и различных мольных соотношениях исходных компонентов. Для изучения кинетики процесса определяли изменение концентрации ионов хлора в реакционной массе. При этом повышение температуры до 80, как видно из рис.1 и 2 приводит к углублению реакции.

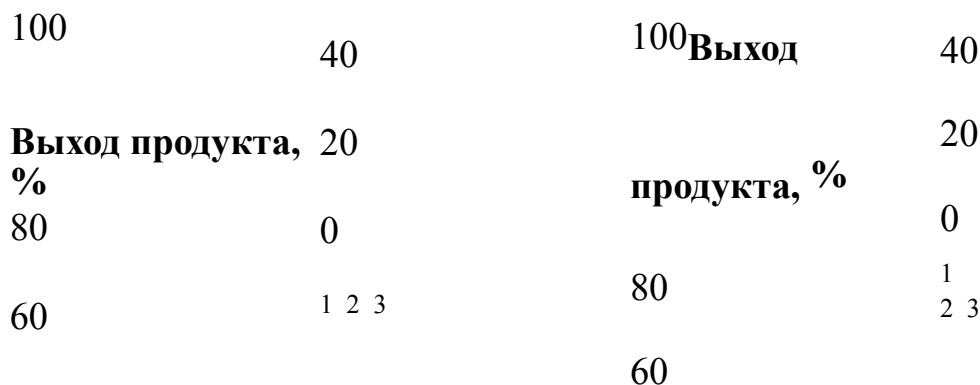


Рис. 1. Кинетические кривые взаимодействия карбамида с эпихлоргидрином при соотношении 1:2 при разных температурах.

1) 40 °С (); 2) 60 °С (); 3) 80 °С ()

Рис. 2. Кинетические кривые взаимодействия тиокарбамида с эпихлоргидрином при соотношении 1:2 при разных температурах.

1) 40 °С (); 2) 60 °С (); 3) 80 °С ()

Результаты исследований показывают, что с повышением температуры скорость реакции увеличивается в 1,13-1,32 раза. Для получения диглицидилкарбамида и диглицидилтиокарбамида с высоким выходом требуется получить (карбамида) тиокарбамида и эпихлоргидрина при соотношении (1)1:2, как изображено на рис.1 и 2.

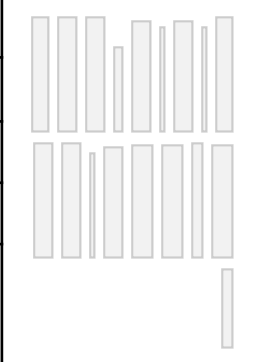
Тиокарбамид при комнатной температуре взаимодействует с эпихлоргидрином бурно, с выделением тепла. Для снижения экзотермичности и равномерного течения реакции поликонденсации тиокарбамида с эпихлоргидрином проводили в присутствии растворителя. В качестве последнего были использованы: этиловый, изоамиловый спирты, диметилформамид, толуол.

Таблица 1

Условия получения и основные физико-химические характеристики ионитов

№	Мольное соотношение мономеров	T, °С	Функционально активные группы ионитов	Выход полимеров, %	Набухаемость ионитов	СОЕ 0,1 н HCl мг·экв/г

ДГК+ПЭПА						
1	1 : 0,5	70	-- NH_2 ; =NH ; = O ; ≡ N	84	1,24	4,2
2	1 : 1	80		96	1,32	4,5
3	1 : 1,5	90		85	1,40	4,0
4	1 : 2	100		81	1,21	3,8
5	1 : 2,5	110		79	1,24	3,7
ДГК+М						
1	1 : 0,5	70	-- NH_2 ; =NH ; = O ; ≡ N	81	1,02	4,8
2	1 : 1	80		93	1,03	5,1
3	1 : 1,5	90		78	1,05	5,7
4	1 : 2	100		84	1,06	5,6
5	1 : 2,5	110		81	1,02	5,6
ДГК+ГИПАН						
1	1 : 0,5	70	-- NH_2 ; =NH ; = O ; ≡ N ; COOH ; COONa	80	2,45	6,3
2	1 : 1	80		91	2,56	6,36
3	1 : 1,5	90		82	2,61	6,1
4	1 : 2	100		78	2,58	6,2
5	1 : 2,5	110		74	2,52	6,1
ДГТ+ПЭПА						
1	1 : 0,5	70		71	2,14	6,2
2	1 : 1	80		97	2,12	6,4
3	1 : 1,5	90		72	2,12	5,8
4	1 : 2	100		76	2,21	5,85
5	1 : 2,5	110		73	2,24	5,8
ДГТ+М						
1	1 : 0,5	70		79	1,24	4,8
2	1 : 1	80		95	1,23	4,75
3	1 : 1,5	90		73	1,25	4,6
4	1 : 2	100		72	1,26	4,65
5	1 : 2,5	110		70	1,28	4,6
ДГТ+ГИПАН						

1	1 : 0,5	70		70	2,40	6,6
2	1 : 1	80		93	2,46	6,5
3	1 : 1,5	90		78	2,51	6,55
4	1 : 2	100		75	2,48	6,5
5	1 : 2,5	110		74,5	2,50	6,5

Наибольший выход полимера достигается при использовании изоамилового спирта и диметилформамида. Скорость реакции и выход полимера значительно зависят от количества применяемого растворителя. Изучено влияние различного (0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5) весового соотношения растворителя и (карбамида) тиокарбамида на продолжительность поликонденсации и свойства продуктов. Использование 0.5-0.6 весовых частей растворителя на одну весовую часть тиокарбамида приводит к бурному течению реакции поликонденсации, при этом получается хрупкий полимер с низкой механической прочностью.

29

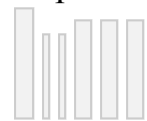
В связи с изложенным было установлено, что при взаимодействии диглицидилкарбамида и диглицидилтиокарбамида (ДГК, ДГТ) с полиэтиленполиамином, меламинам и ГИПАНом в водной и органической средах протекает процесс самопроизвольной полимеризации при невысокой температуре (таблица 1). Исследование этого процесса представляет несомненный интерес, так как позволяет выяснить механизм раскрытия эпоксигруппы эпихлоргидрина в процессе полимеризации, а также влияние природы аминогруппы на кинетику реакции и на свойства образующихся полимеров.

Реакция взаимодействия ДГТ+ПЭПА изучена при помощи ИК – спектроскопии исходных веществ и конечных продуктов. На ИК-спектрах синтезированных комплексообразующих ионитов на основе ДГТ+ПЭПА, характерные полосы поглощения эпоксидных групп в области 1278 см^{-1} отсутствуют. В них проявляются частоты C – NH связи в области 760 см^{-1} и аминогрупп в области $1625\text{-}1658, 3414\text{ см}^{-1}$. В указанных спектрах проявляются частоты C–S связи в области $973\text{-}1071$, CH и CH₂ группы в области $2829\text{-}2946$ и 1455 см^{-1} , относящиеся к валентным колебаниям, проявляются полосы поглощения C = O, C = S в области $1400\text{-}1650\text{ см}^{-1}$, что свидетельствует о сохранении связи C = O, C = S в полимеров.

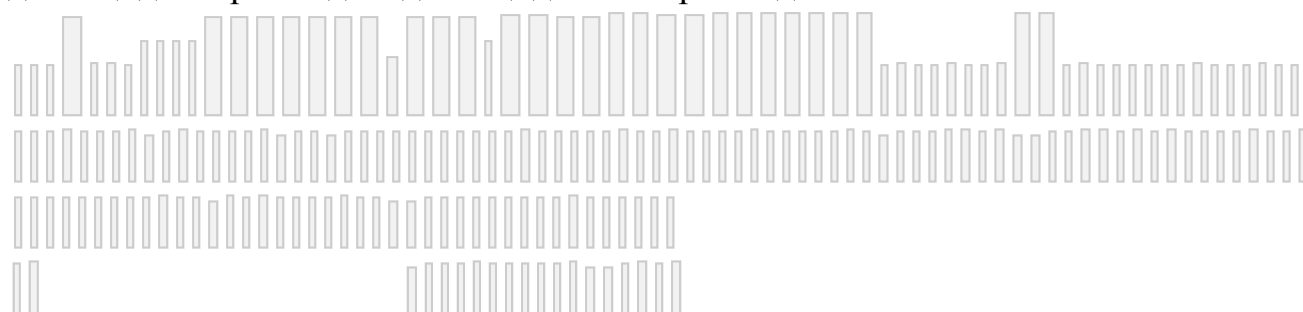
Результаты ИК-спектроскопии и элементного анализа, а также литературные данные показывают, что реакция полимеризации диглицидил карбамида и диглицидилтиокарбамида с аминсоединениями идёт по следующим предложенным схемам:

1.

Образование диглицидилкарбамида и диглицидилтиокарбамида:



2. Образование сшитого продукта в результате взаимодействия диглицидилкарбамида и диглицидилтиокарбамида с ПЭПА:



30

здесь X=O и S

Исследование самопроизвольной полимеризации ДГТ+ПЭПА при различных молярных соотношениях исходных компонентов показало, что наибольший выход полимера достигается при эквимольном соотношении исходных мономеров.

Однако, проведенные исследования показали, что температурный режим синтеза значительно влияет на их соотношение в конечном продукте. Так повышение температуры реакции от 60 °С до 100 °С при постоянном соотношении реагентов привело к увеличению доли полимера структуры с 11 до 33%, дальнейшее увеличение температуры способствует увеличению молекулярной массы полимера. Это означает, что повышение температуры приводит к повышению молекулярной массы.

В третьей главе **“Физико-химические и комплексообразующие свойства синтезированных ионитов”** приведены результаты изучения основных физико-химических свойств полученных ионитов.

Потенциометрическое титрование ионитов в OH⁻ форме проводили методом отдельных навесок, в статистических условиях при весовом соотношении ионит:раствор = 1:100, при комнатной температуре.

Статические обменные емкости полученных ионитов сопоставляли с такими поликонденсационными, промышленными ионитами, как ЭДЭ-10П, АН-2Ф, АВ-16 и АН-31 (табл. 2).

Таблица 2

Основные свойства испытываемых ионитов

Показатели, Иониты	Насыпн ой вес, г/мл	Удельный объем набухшего ионита в ОН – форме, мл/г	СОЕ по 0,1н раство ру HCl, мг экв/г	СОЕ по 0,1н раствору HNO ₃ , мг экв/г	СОЕ по 0,1н раствору H ₂ SO ₄ , мг-экв/г	Механи ческая прочнос ть, %
ДГТ+ПЭПА	0,60	2,4	6,2-7,0	6,0	6,2	99,7
ДГТ+М	0,65	3,8	4,6-4,9	4,2	4,3	99,8

ДГТ+ГИПАН	0,65	4,2	6,5-7	6,2	5,1	99,9
ДГТ+ФК	0,45	2,0	4,2-4,5	3,8	4,1	97,8
ДМТ+ПЭПА	0,60	2,2	4,3-4,5	4,0	4,1	99,7
ДМТ+М	0,65	3,6	6,0-6,5	5,4	5,8	99,7
ДМТ+ГИПАН	0,75	4,0	6,5-7	6,0	5,0	99,8
ДМТ+ФК	0,40	2,0	4,2-4,4	3,9	4,2	97,9
ДГК+ПЭПА	0,65	2,6	4,4-4,8	4,4	4,5	99,7
ДГК+М	0,65	3,8	5,7-6,0	6,2	6,0	99,4
ДГК+ГИПАН	0,70	4,3	6-6,7	6,2	5,1	99,8
ДГК+ФК	0,45	2,2	4,0-4,2	3,8	4,2	97,7
ДМК+ПЭПА	0,65	1,9	4,2-4,7	4,0	4,1	99,6
ДМК+М	0,55	3,2	6,0-6,5	5,5	6,0	99,5
ДМК+ГИПАН	0,70	4,2	6,5-7	6,0	5,0	99,8
ДМК+ФК	0,40	2,3	4,2-4,4	3,9	4,2	97,9
ЭДЭ-10П	0,60	4-4,5	7,5	-	8,5	97,7
АН-31	0,55	3,2	3,7	-	7,5	99,8
АН-2Ф	0,55	4,5-5	6,2	-	6	-
АВ-16	0,65	4,5	3,4	-	-	-

31

В работе также исследована зависимость обменной способности полученных ионитов от рН среды и исходной формы ионогенных групп с использованием метода потенциометрического титрования. Результаты представлены в табл.3.

Наряду с ионообменной емкостью ионитов практическое значение имеет и скорость протекания ионного обмена - кинетика процесса. На полученных ионитах скорость сорбции ионов сульфатов, нитратов и хлоридов изучали по 0.1н растворам серной, азотной, соляной кислот в статических условиях.

Таблица 3

Результаты потенциометрических исследований полученных ионитов

Иониты	СОЕ по 0,1 н раствору HCl мг-экв/г	ОЕ по кривым потенциометрического титрования, мг-экв/г		рКон
		ОН – форма	SO ₄ – форма	
ДГТ+ПЭПА	6,5	6,0	4,5	9,5

ДГТ+М	4,8	4,10	3,3	8,4
ДГТ+ГИПАН	6,5	5,7	2,7	8,5
ДГТ+ФК	4,3	4,1	2,1	7,5
ДМТ+ПЭПА	4,3	4,0	4,3	9,0
ДМТ+М	6,0	5,6	3,1	8,2
ДМТ+ГИПАН	6,5	6,1	2,8	8,0
ДМТ+ФК	4,2	4,1	2,2	7,0
ДГК+ПЭПА	4,4	4,2	4,2	9,2
ДГК+М	5,7	5,5	3,0	8,0
ДГК+ГИПАН	6	5,7	3,0	8,3
ДГК+ФК	4,0	3,8	2,3	6,5
ДМК+ПЭПА	4,2	4,0	4,3	9,4
ДМК+М	6,0	5,7	3,2	8,3
ДМК+ГИПАН	6,5	6,2	2,9	8,5
ДМК+ФК	4,2	4,0	2,4	6,8
ЭДЭ-10П	5,5	4,2	4,5	-
АН-31	3,7	3,2	4,2	-
АН-2Ф	6	2,1	3,9	-
АВ-16	3,4	3,2	4,0	-

Таблица 3 также подтверждает принадлежность испытуемых ионитов к группе слабоосновных. На основании кривых потенциометрического титрования было установлено, что поглощение анионов, в основном, происходит в слабокислых средах.

Из анализа кривых рисунка 3 следует, что характер изменения кривых титрования ионитов в OH^- и SO_4^{2-} формах одинаков и позволяет отнести их к группе слабоосновных ионитов.

Для сравнения также исследовали свойства ионита АВ-16. На рис.4. приведены результаты опытов в координатах F- τ , где: F – степень достижения равновесия, %, τ -продолжительность сорбции, час.



Из рис.4. видно, что ионит ДГТ+ПЭПА быстро сорбирует ионов, чем промышленные иониты. АВ-16 в этих условиях проявляет пониженные кинетические свойства.

Испытания на износоустойчивость предлагаемого сорбента проводят в шаровой мельнице со стальными шарами прокручиванием 100 г сорбента в течение 10 минут. Количество разрушенных частиц составляет 5,8 %. Высокая механическая прочность (99%), практически полная регенерируемость 8-25% - ными растворами кислот дают возможность применять иониты для промышленной сорбции меди и серебра из растворов.

Химическую стойкость исследуемых ионитов определяли по изменению обменной емкости, относительной потери механической прочности и набухаемости после обработки 5 н. растворами NaOH и H₂SO₄. Термостойкость ионитов определяли методом дифференциально-термического анализа в присутствии воды и горячего воздуха.

Таблица 4

**Термическая устойчивость ионитов, обработанных водяным паром
(температура нагрева 140°C в течение 10 часов)**

Иониты	СОЕ (мг·экв/г) по 0,1 н.				Удельный объем набухших ионитов	
	до термообработки		после термообработки		до термообработки	после термообработки
	NaOH	HCl	NaOH	HCl		
ДГТ+ПЭПА	8	5,5-6	7,8	5,0-5,5	1,73	1,73
ДГТ +М	7,5-8	4,5	8,2-8,5	6,2	2,4	2,6
ДГТ +ГИПАН	8-8,5	6,5	9,2	5,5	2,1	1,9
ДГТ +ФК	7,5	4,5	7	4-4,2	2,2	2,0
ДМТ+ПЭПА	7,5-8	4-4,5	7,0-7,2	5,0-5,5	1,73	1,73

ДМТ+М	7-7,5	6-6,5	7	6,2	2,4	2,2
ДМТ+ГИПАН	8,5	4,5	8,5	5,5	2,1	1,9
ДМТ+ФК	7-7,5	5	7,1	4,5	2,0	1,8

33

Устойчивость ионитов к термогидролизу определяли следующим образом: навеску ионита помещали в ампулы, заливали дистиллированной водой, ампулы запаивали и выдерживали при температуре 100°С в течение 48 часов. После термообработки ампулы вскрывали, ионит отделяли от водной вытяжки, сушили до воздушно-сухого состояния, взвешивали и определяли обменную емкость, удельный объем и насыпной вес.

Уменьшение обменной емкости при нагревании ионита в воде объясняется происхождением процесса термической дезаминизации за счёт гидролизованных аминокрупп в водной фазе. Поэтому проведено изучение влияния рН водной фазы на стойкость ионитов в процессе термогидролиза и результаты приведены в таблице 5.

Таблица 5

Исследование водных вытяжек ионитов после термообработки

Иониты	Водные вытяжки после термообработки в течение 48 часов		
	рН водной вытяжки	Содержание аминокрупп в водной вытяжке, мг экв/г	Потеря веса, %
ДГТ+ПЭПА	8,5	0,84	3,8
ДГТ+М	8,0	1,4	2,1
ДГТ+ГИПАН	9,5	1,5	2,5
ДГТ+ФК	6,4	0,70	2,0
ДМТ+ПЭПА	8,0	0,81	3,4
ДМТ+М	7,6	1,2	2,4
ДМТ+ГИПАН	9,0	1,4	2,5
ДМТ+ФК	6,2	0,65	2,3
ЭДЭ-10П	9,5	1,7	8,5
АН-2Ф	9,4	1,6	10,9
АН-31	8,9	1,8	9,2
АВ-16	9,3	1,5	11,2

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования ионитов ДГТ и ДМТ в процессах сорбции различных ионов не только при нормальной, но и при повышенной температуре.

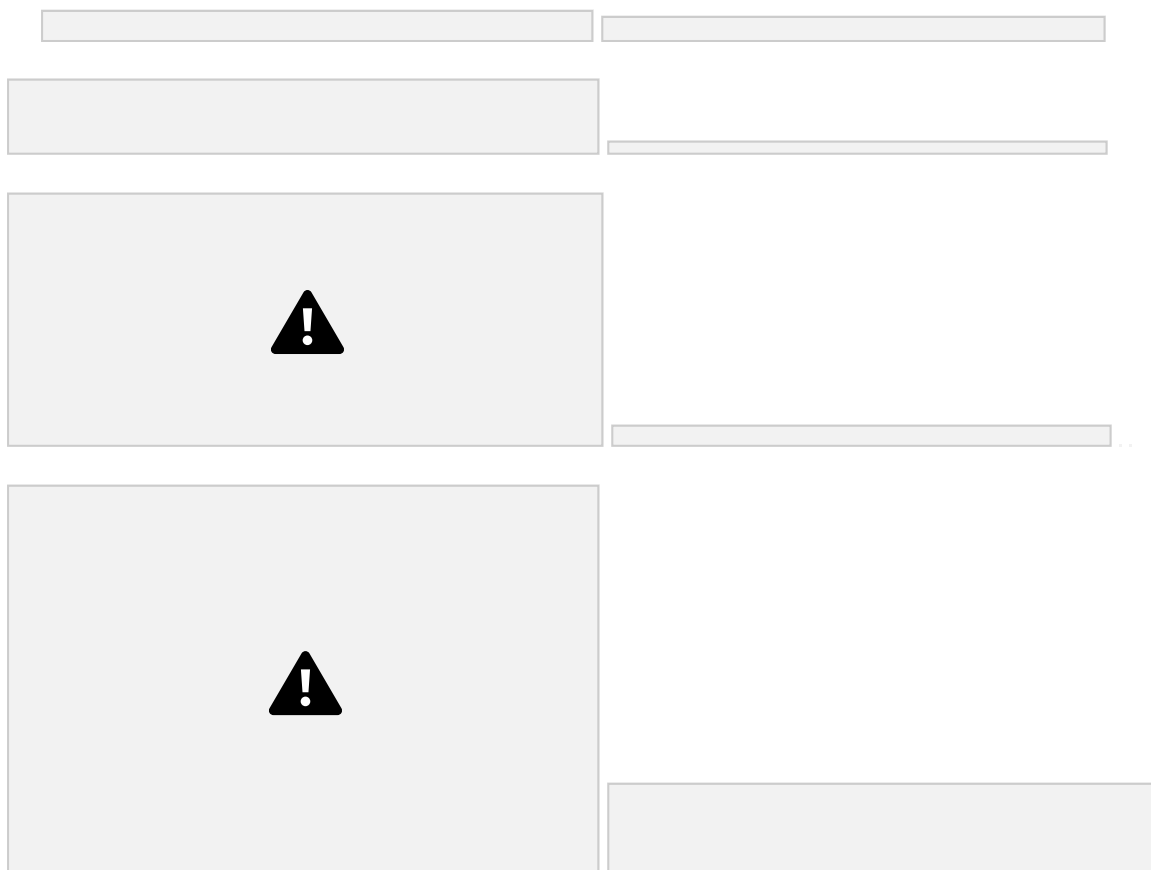
Потенциометрические исследования ионитов в присутствии металлов и без них показали, что ход кривых титрования и образования координационных соединений зависит от ионной силы раствора, природы металла и его концентрации. Постоянная ионная сила ($\mu=0,1$) создавалась введением 0,1 н NaCl.

Как видно из рисунка 5, увеличение концентрации ионов металла от 0,00625 до 0,0250 моль/л приводит к снижению основности ионита, что является следствием понижения гидрофильности аминогрупп в процессе комплексообразования, и тем значительнее, чем больше концентрация металла - комплексообразователя.

В присутствии различных металло-комплексообразователей, ход потенциометрической кривой зависит от природы катиона, которая определяет прочность комплекса. На рисунке 6 видно, что максимальный сдвиг кривой

34

наблюдается в присутствии ионов меди, и при этом образуется наиболее прочный комплекс.



1) без ионов металла (); 2) 0,00625 (); 3) 0,0125 (); 4) 0,0250 () (моль/мл). **Рис.5. Кривые потенциометрического титрования ионита ДГТ+ПЭПА при различной концентрации**

ионов меди.
1) без ионов металла ();
2) (0,025 мол/мл) меди ().
Рис. 6. Кривые потенциометрического титрования ионитов на основе ДГТ+ПЭПА

Увеличение в фазе ионита аминогрупп в гидратной форме и уменьшение концентрации раствора приводит к тому, что металл координирует максимально 2-3 аминогруппы при рН не более 5. Это является следствием того, что координации металлом большого числа аминогрупп препятствует трехмерная структура ионитов.

При изучении образования комплексных соединений ионитов с ионами разных металлов определено образование стабильных комплексных соединений с ионами меди методом потенциометрического титрования.

Значения констант устойчивости комплексов полученных ионитов с ионами Cu^{2+} , рассчитанные двумя методами, приведены в табл.6.

Таблица 6

Характеристика некоторых показателей комплексообразующей способности ионитов меди (II)

Иониты	СОЕ мг экв/г	По Бьерруму			По Салдадзе		
		lgK ₁	lgK ₂	lgK _N	lgK ₁	lgK ₂	lgK _N
ДГТ+ПЭПА	4,35	4,48	3,53	8,06	6,00	2,95	8,98
ДГТ+М	4,0	4,10	3,45	7,92	5,5	2,75	8,34
ДГТ+ГИПАН	4,55	4,76	4,61	9,07	6,55	5,24	11,49
АН-31	4,10	4,47	4,48	7,45	7,33	3,96	9,69

Сравнительно низкие значения констант устойчивости комплексов с металлами для ионитов обуславливаются не только изменением основности азота, но и пространственными затруднениями. Методом ИК-спектроскопии изучено изменение кислотно-основного равновесия (в интервале значений рН 2-10), степени заполнения функциональных групп сорбентов изученными ионами. В ИК-спектрах ионитов происходит изменение интенсивности полос поглощения в области 2000-1600 и 800-660 см^{-1} (исчезновение полосы

35

поглощения при 1650-1380 см^{-1} , уширение полосы при 1400-1070 см^{-1}), ответственных за асимметричные и симметричные колебания ионизированных серосодержащих групп. Об образовании комплексов ионит – металлов свидетельствуют данные ИК – спектроскопии. Во всех случаях в спектрах имеются характеристические полосы (1400 – 1300 см^{-1}) связи N – Me. Результаты сорбционной способности ионитов показывают, что закомплексованность меди(II) возрастает и достигает максимального поглощения при рН, равном 3-5 (рис.7 и 8). В более щелочной среде, наряду с комплексообразованием, наблюдается образование осадков гидроокисей и основных солей из-за высокого значения рН в твердой фазе ионита.

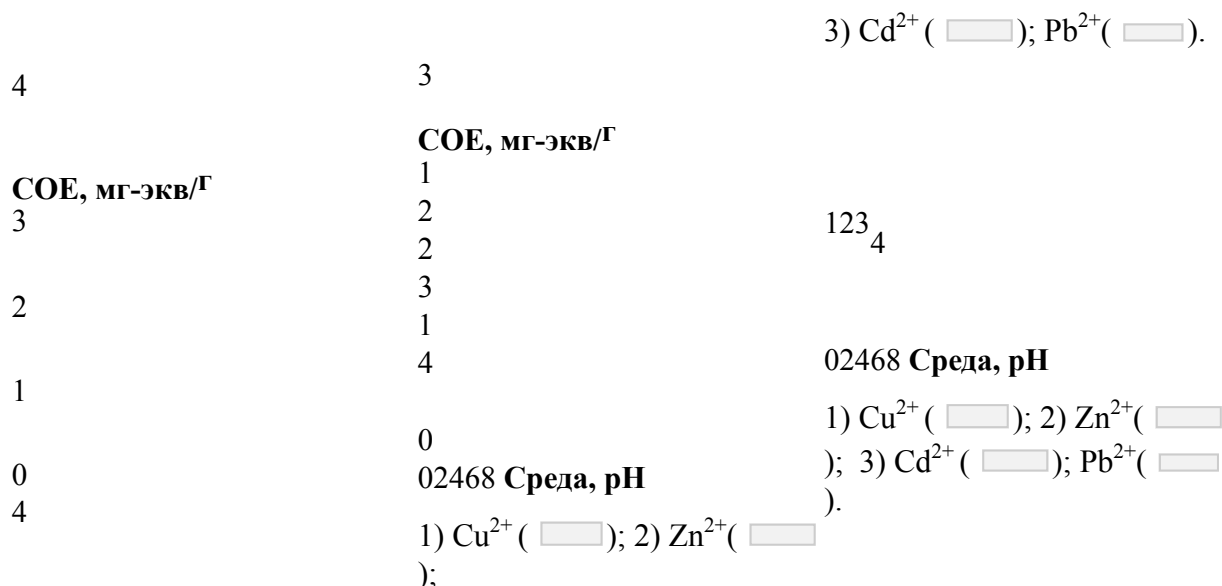


Рис.7. Зависимость сорбционной способности ионитов на основе ДГТ+ПЭПА от pH среды.

Рис.8. Зависимость сорбционной способности ионитов на основе ДГТ+М от pH среды

Исследование проводили в статических условиях из растворов сульфата меди (0,05 н, pH=3,5-3,8), никеля (0.1 н, pH=6,5), кобальта (0.1 н, pH=5,5), цинка (0.1 н, pH=5,5), кадмия (0.1 н, pH=5,5). Исходный и равновесный раствор анализировали на содержание в них катионов металлов методом трилонометрии (Cd²⁺, Zn²⁺), фотоколориметрии (Cu²⁺, Co²⁺, Ni²⁺) и атомно-абсорбционной спектрометрии (Au³⁺, Ag⁺). Поглощенное количество ионов металлов (mmе) рассчитывали по разности исходной и равновесной концентраций. Продолжительность контакта ионитов с растворами - 5 суток, pH растворов определяли потенциометрическим методом.

В четвёртой главе диссертации приведёны **“Технико экономическое обоснование и технология получения комплексообразующих ионитов”** и разработан технологический процесс производства новых ионообменных смол и комплексообразующих ионитов в ГУП ТНИИХТ.



1-2-мерники исходных веществ; 3-реактор; 4-дробилка и очиститель; 5-сушилка; 6-емкость для готового продукта.

Рис. 12. Технологическая схема получения комплексообразующего ионита марки ТЭП-1.

Осуществлен и предложен синтез комплексообразующих ионитов марок ТЭП-1 по следующей технологической схеме (рис.12).

Кроме этого, разработано технико-экономическое обоснование и эффективность применения комплексообразующего ионита марки ТФП-1 в различных отраслях производства. Данный ионит изготовлен из дешевого местного сырья, экономически эффективен по сравнению с другими промышленными поликонденсационными ионитами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предложены показатели технологического процесса, определяющие влияние соотношения исходных веществ на состав и свойства образованных продуктов в реакции поликонденсации диглицидилди(тио)-карбамида и диметилол(тио)карбамида с полиэтиленполиамином, меламином, гидролизированным полиакрилонитрилом и ортофосфорной кислотой, зависимость скорости реакции и выхода полимера от природы применяемых растворителей, а также установлены оптимальные условия синтеза комплексообразующих ионитов.

2. Установлен состав, строение и индивидуальность синтезированных соединений с помощью современных физико-химических методов анализов, таких как ИК-спектральный, элементный, дифференциальный термогравиметрический и химический.

3. Изучены набухание, термическая и химическая устойчивость, обменная емкость ионитов, сорбционные характеристики к ионам металлов (Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Co^{2+} , Ag^{+}).

4. Рекомендована технологическая схема получения комплексообразующих ионитов марки ТЭП-1 и ТФП-1. Определена область применения и возможности использования полученных ионитов на основе химических, физико-химических и сорбционных свойств, а также рекомендовано к применению для извлечения благородных и цветных металлов из отходов гидрометаллургической и ювелирной промышленности, очистки и смягчения промышленных вод.

**DS.sc.27.06.2017.T.04.01 AT TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**

**TERMEZ STATE UNIVERSITY SUE TASHKENT SCIENTIFIC
RESEARCH INSTITUTE CHEMICAL TECHNOLOGY**

ESHKURBONOV FURKAT BOZOROVICH

**SYNTHESIS AND RESEARCH OF NEW EFFICIENT
COMPLEXING IONITES**

**02.00.14– Technology of organic substances
and materials on their basis**

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

Tashkent – 2017

The dissertation has been carried out at the Termez the state university and the state unitary enterprise of the Tashkent research institute of chemical-technology.

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available online www.tkti.uz and on the website of “ZiyoNET” information-educational portal www.ziynet.uz.

Scientific supervisor: Turayev Hayit Hudaynazarovich

Doctor of Chemical Sciences, Professor

Official opponents: Kadirov Tulkin Jumayevich

Doctor of Technical Sciences, Professor

Rafikov Adkham Salimovich

Doctor of Chemical Sciences, Professor

Leading organization: National University of Uzbekistan

The defense of the dissertation will take place on «__» _____ 2017 in «__» at the meeting of Scientific council DSc.27.06.2017.T.04.01 at the Tashkent chemical-technological institute (Address: 100011, Uzbekistan, Tashkent, A. Navoi str.,32. Ph.: (99871) 244-79-21; fax: (99871) 244-7917; e-mail: tkti_info@mail.ru).

The dissertation has been registered at the Informational Resource Centre of Tashkent chemical-technological institute under №__ (Address: 100011, Uzbekistan, Tashkent, A. Navoi str.,32. Ph.: (99871) 244-79-21).

The abstract of the dissertation has been distributed on «__» _____ 2017 year

Protocol at the register № _____ dated «__» _____ 2017 year

S.M.Turobjonov

Chairman of the Scientific Council for
awarding of the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

A.S.Ibodullaev

Scientific Secretary of the Scientific Council
for awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

G. Rakhmonberdiyev

Chairman of the Scientific Seminar under Scientific
Council for awarding the scientific degrees,
Doctor of Chemical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of research work is synthesis of new high performance multifunctional complexing ionites and their application in the course of a sorption of

noble and non-ferrous metals of ions from individual and mixed solutions.

The object of the research work are epichlorohydrin, formaldehyde, carbamide, thiourea, PEPA, cyanotriamide, hydrolyzed polyacrylonitrile, orthophosphoric acid, complexing ionites on their basis, the aqueous solutions containing color, infrequent and noble ions of metals.

Scientific novelty of the research work is as follows:

obtained selective, thermochemical resistance, polyfunctional nitrogen-, phosphorus-, oxygen- and sulfur-containing complexing resins based on epichlorohydrin-urea (thiourea), and formalin-urea (thiourea) with polyethylene polyamine, melamine, phosphoric acid and hydrolyzed polyacrylonitrile;

synthesized new effective and cheap complex-forming polyfunctional ion exchangers by the interaction of dimethylcarbodamide and dimethylolthiourea with hydrolyzed polyacrylonitrile and orthophosphoric acid on the basis of local raw materials;

determined the dependence of the reaction rate constant, the activation energy, the physicochemical properties of the obtained ion exchangers on temperature, the concentration of the initial substances and study of the kinetic synthesis processes;

determined the dependence of the basic chemical and physical-chemical properties (sorption of metals of silver, cobalt, zinc, nickel, copper, lead, sorption capacity, the degree of dissociation of functional groups) of import-substituting, complexing ion exchangers from chemical compounds and physicochemical properties of starting materials;

developed a technology for the preparation of complexing ion exchangers based on dimethyl-carbamide (dimethylolthiocarbamide) and diglycidyl-carbamide (diglycidylthiourea).

Implementation of the research results. On the basis of results of a research and development of technology of synthesis of complexing ionites: These complexing ionites are made at the Tashkent research institute of engineering chemistry at JSC Uzkimyosanoat and applied at a sewage disposal of the enterprises. (the reference No. 05-3583/M of JSC Uzkimyosanoat from 2016 on November 4). As a result the developed way of extraction of noble and rare metals with application of the synthesized new complexing ionites gives the chance to recommend them for concentrating and extraction of ions of precious metals from hydrometallurgical industry sewage.

The structure and volume of the thesis. The thesis consists of an introduction, four chapters, conclusion and bibliography. The volume of the thesis is 120 pages.

1. Джалилов А.Т., Эшкурбонов Ф.Б. Изучение термической устойчивости синтезированного комплексообразующего ионита и кинетики сорбции некоторых металлов. // Кимё ва кимё технологияси. - Ташкент, - 2013. - №4. - С.56-58. (02.00.00, №3);
2. Тураев Х.Х., Касимов Ш.А., Эргашева Н.Н., Эшкурбонов Ф.Б. Исследование сорбции некоторых металлов на синтезированных комплексообразующих ионитах. // Узбекский химический журнал. - Ташкент. - 2013. - №4. - С.36-39. (02.00.00, №6);
3. Джалилов А.Т., Ширинов Ш.Д., Эшкурбонов Ф.Б. Янги кўпфункционали гидрогеллар синтези ва уларнинг айрим металллар сорбциясида қўлланилишини ўрганиш. // Доклады Академии наук Республики Узбекистан. - Тошкент, - 2014. - №3. - С. 63-67. (02.00.00, №8);
4. Djalilov A.T., Turaev H.H., Eshkurbonov F.B. The study of sorption and physico-chemical properties of the anion exchangers. // Journal «European applied sciences». –Germany. -№10. 2015. –P. 80-85. (02.00.00, №4);

II бўлим (II часть; II part)

5. Тураев Х.Х., Джалилов А.Т., Касимов Ш.А., Эшкурбонов Ф.Б. Синтез и свойства новых ионообменных смол. // Ёш олимлар, аспирантлар, магистрантлар ва тадқиқотчиларнинг II-анъанавий илмий амалий конференциялари материаллари тўплами. - Термиз, - 2012. 81 б.
6. Джалилов А.Т., Эшкурбонов Ф.Б. Синтез и свойства новых комплексообразующих ионитов. // III международная конференция по химии и химической технологии. - Ереван. - 2013. - С. 444-446
7. Тураев Х.Х., Джалилов А.Т., Касимов Ш.А., Эргашева Н.Н., Эшкурбонов Ф.Б. Изучение физико-химических свойств синтезированного комплексообразующего анионита. // III международная конференция по химии и химической технологии. -Ереван. - 2013. - С. 450-452.
8. Тураев Х.Х., Джалилов А.Т., Касимов Ш.А., Эргашева Н.Н., Эшкурбонов Ф.Б. Исследование сорбции некоторых металлов на синтезированных комплексообразующих ионитах. // III международная конференция по химии и химической технологии. -Ереван. - 2013. - С. 453-455.
9. Тураев Х.Х., Джалилов А.Т., Эшкурбонов Ф.Б. Синтез и свойства ионообменных смол. // III международная конференция по химии и химической технологии. -Ереван. - 2013. - С. 457-459
10. Джалилов А.Т., Эшкурбонов Ф.Б. ИК-спектроскопическое исследование синтезированных комплексообразующих ионитов. // III международная конференция по химии и химической технологии. -Ереван. - 2013. - С. 460-462.
11. Тураев Х.Х., Касимов Ш.А., Эшкараев С.Ч., Кенжаев Д.Р.,

Эшкурбонов Ф.Б. Исследование сорбции платиновых металлов с ионообменным сорбентом. // XX Международная Черняевская конференция по химии, аналитике и технологии платиновых металлов. -Красноярск. -2013. - С. 120.

12. Эшкурбонов Ф.Б., Джалилов А.Т., Тураев Х.Х., Касимов Ш.А., Иззатиллаев Н.А. Эпихлоргидрин асосида олинган олигомерларнинг ИҚ –

спектроскопик таҳлили. // «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» IV Республика илмий-амалий анжумани. II қисм .-Термиз-2014. –243-244 б.

13. Эшқурбонов Ф.Б., Тураев Х.Х., Қосимов Ш.А., Расулов А.А.

Эпихлоргидрин асосида олинган ионитлар ёрдамида мис (II) нинг сорбциясини ўрганиш. // // «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» IV- Республика илмий-амалий анжумани. II қисм.- Термиз.-2014. –245-246 б.

14. Эшқурбонов Ф.Б., Джалилов А.Т., Тураев Х.Х., Қосимов Ш.А.,

Абдималиков И.И. Эпихлоргидрин асосида синтез қилинган ионитларнинг алмашилиш сиғимини ўрганиш. // «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» IV- Республика илмий-амалий анжумани. II қисм.- Термиз.-2014. –247-248 б.

15. Эшқурбонов Ф.Б. Ионитлар ёрдамида кумуш (I) металлни чўктириб

ажратиш усулини ўрганиш. // Ёш олимлар ва талабаларнинг «XXI АСР – ИНТЕЛЛЕКТУАЛ АВЛОД АСРИ» шиори остида ўтказилаётган республика илмий-амалий конференцияси. - Бухоро. – 2014. - 84-86 б.

16. Эшқурбонов Ф.Б. Хонжиза полиметалл рудасидан металларни сорбцион

ажратиш. // Ёш олимлар ва талабаларнинг «XXI АСР – ИНТЕЛЛЕКТУАЛ АВЛОД АСРИ» шиори остида ўтказилаётган республика илмий-амалий конференцияси. - Тошкент. – 2015. - 210-213 б.

17. Джалилов А.Т., Тураев Х.Х., Эшқурбонов Ф.Б., Холбоева А.И. ИК

спектроскопического идентификации полученного сорбентов. // «Фундаментальные и прикладные исследования в технических науках в условиях перехода предприятий на импортозамещение: проблемы и пути решения». Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. -Уфа. – 2015. - С. 186-189.

18. Эшқурбонов Ф.Б., Джалилов А.Т. Сорбция ионов цветных металлов

новыми анионитами на основе олигомера эпихлоргидрина и тиомочевина. // XI Международная Санкт-Петербургская конференция молодых ученых «Современные проблемы науки о полимерах». - Санкт-Петербург. - 2015. - С. 405-409.

19. Эшқурбонов Ф.Б. Ионитларни синтез қилиш. // XXI –аср

технологиялари. – Тошкент. – 2015. - №4(29). – 28-30 б.

Бичими 60x84¹/₁₆. Ризограф босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табоғи:6т. Адади 100. Буюртма № 22.

«ЎзР Фанлар Академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100170, Тошкент ш., Зиёлилар кўчаси, 13-уй.