

Х.Х. Тураев, Ф.Б. Эшқурбонов,  
А.Т. Жалилов, Ш.А. Қосимов

**ТАРКИБИДА АЗОТ, ФОСФОР ВА  
ОЛТИНГУГУРТ БЎЛГАН  
КОМПЛЕКС ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ  
ИОНИТЛАР**

Тошкент  
“Университет”  
2019

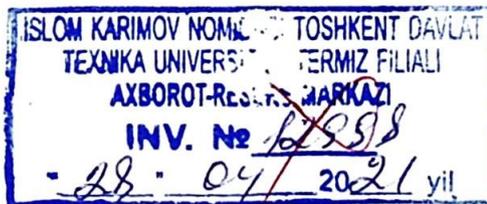
ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

Х.Х. ТЎРАЕВ, Ф.Б. ЭШҚУРБОНОВ,  
А.Т. ДЖАЛИЛОВ, Ш.А. ҚОСИМОВ

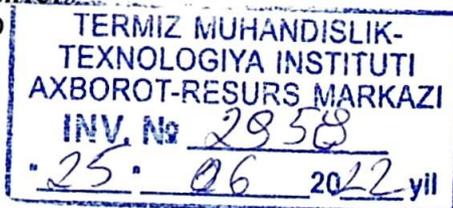
ТАРКИБИДА АЗОТ, ФОСФОР ВА ОЛТИНГУГУРТ  
БЎЛГАН КОМПЛЕКС ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ  
ИОНИТЛАР

Масъул муҳаррир Ўзбекистон Республикаси  
Фанлар Академияси академиги Парпиев Н.А.



Тошкент  
«Университет»

2019



Тўраев Х.Х., Эшқурбонов Ф.Б., Джалилов А.Т., Қосимов Ш.А.  
Таркибида азот, фосфор ва олтингугурт бўлган комплекс ҳосил қилувчи ионитлар. –Т.: «Университет», 2019. 144 б.

УДК 544.726

ББК 24.125

Ушбу монографияда янги турдаги комплекс ҳосил қилувчи ионитлар синтези, уларни олишнинг замонавий ҳолати, ривожлантириш истиқболлари, синтез қилинган ионитларнинг физик-кимёвий ва комплекс бирикмалар ҳосил қилиш хоссалари, ионитларни олиш технологияси ҳамда унинг техник-иқтисодий асослари тўғрисида сўз юритилади.

Монография ноорганик ва органик синтез билан шуғулланувчи кимёгарлар, кимё ва кимёвий технология мутахассислари, олий ўқув юртлари профессор-ўқитувчилари, докторантлари ва илмий тадқиқотчилари ҳамда талабалари, шунингдек, ноорганик, органик ва координацион бирикмаларни ўрганувчи кенг китобхонлар оммасига мўлжалланган.

#### Тақризчилар:

Шарипов Х.Т. – кимё фанлари доктори, профессор  
Рахмонбердиев Ғ.Р. – кимё фанлари доктори, профессор

Мазкур монография Термиз давлат университети Кенгашининг 2019 йил «26» августдаги № 1-сонли баённомаси қарорига асосан чоп этишга тавсия қилинган ва 2017-2020 йилларга мўлжалланган ОТ-Ф7-34-сонли “Комплекс ҳосил қилувчи полифункционал ионитлар синтези ва улар ёрдамида баъзи d-металларни ажратишнинг назарий асослари” мавзусидаги фундаментал давлат гранти маблағлари ҳисобидан нашр этилган.

K1704000000-3-388/99 Рез.2019

M355(04)-2019

ISBN 978-9943-5602-5-3

© “Университет” нашриёти, Тошкент, 2019 й.

## КИРИШ

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 қўлланилади<sup>1</sup>. Ионитлар металлларни турли муҳитга эга бўлган индивидуал ва аралаш эритмалардан танловчан сорбциялаб, самарали ажратиб олиш имконини беради. Шу сабабли, кўпгина илмий ишлар янги ионитлар синтези, физик-кимёвий хоссаларининг тадқиқоти ва уларни сорбция жараёнларида қўллаш технологияларини яратишга йўналтирилган.

Республикамызда 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 ажратиб 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

---

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

донор атомларини сақлаган, эритмада турли металллар ионлари билан комплекс ҳосил қилиш хусусиятига эга бўлган ионитларни синтез қилиш, улар ёрдамида нодир ва рангли металллар ионларини самарали концентрлаш ва ажратиш усулларини ишлаб чиқиш долзарб муаммолардан ҳисобланади.

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.

Ионитларни синтез қилиш технологияси ривожланишидаги асосий илмий йўналишлар эритмалар таркибидан металл ионларини самарали ажратиш хусусиятига эга бўлган, тиокарбамид, карбамид тиосемикарбазид, тиофосфатлар, меламин, 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 ионитларни синтез қилишда асосий эътибор импорт ўрнини босувчи маҳаллий хомашёлардан фойдаланиб, таркибида азот, олтингугурт, кислород ва фосфор бўлган мономерлар асосида ионитлар синтез қилиш, уларнинг таркиби, тузилиши, хоссалари, олиниш технологияси ва ушбу ионитлар ёрдамида турли металллар ионларини самарали ажратишни тадқиқ қилишга қаратилган.

Шунинг учун ҳозирги давр талабидан келиб чиқиб, юқори самарали комплекс ҳосил қилувчи полифункционал ионитларни синтез қилиш ва уларни қўллаб, индивидуал ва аралаш эритмалардан нодир ва рангли металллар ионларининг сорбция жараёнига татбиқ этиш ўта муҳим вазифа ҳисобланади. Бунинг учун куйидаги масалаларни ҳал этиш лозим:

1. Таркибида олтингугурт, азот, кислород ва фосфор сақлаган функционал гуруҳларга эга, янги, юқори самарали комплекс ҳосил қилувчи полифункционал ионитлар олиш усулларини ишлаб чиқиш, синтез усулларининг мақбул шароитини аниқлаш.

2. Синтез қилинган комплекс ҳосил қилувчи ионитларнинг таркиби ва физик-кимёвий хоссаларини аниқлаш.

3. Таркибида олтингугурт, азот, кислород ва фосфор бўлган комплекс ҳосил қилувчи ионитлар ҳамда уларнинг нодир ва рангли металл ионлари билан ҳосил қилган комплекс бирикмаларининг тузилишини аниқлаш.

4. Кумушни технологик эритмалардан ажратиш давомийлигини аниқлаш.

5. Самарали сорбция усулини ишлаб чиқиш мақсадида мис, никель ва кобальт ионларининг ионитлар билан комплекс ҳосил қилиш шароитларини тадқиқ этиш.

6. Ўрганилган металл ионларининг сорбция ва десорбция жараёнларининг физик-кимёвий қонуниятларини тадқиқ этиш, металл ионларининг комплекс ҳосил қилувчи ионитларда сорбция шароити ва катталикларини, сорбция механизмини аниқлаш, сорбцияланиш қаторини тузиш.

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

Ушбу тадқиқот ишида амалий натижа сифатида 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 келтирилган ҳамда диглицидил(тио)карбамид ва диметилол(тио)карбамид асосида ионитлар олиш технологияси ишлаб чиқилган ва ишлаб чиқариш корхоналарида оқава сувларни тозалаш, металлургия саноатида металл ионларини сорбциялаш технологияси такомиллаштирилган.

# І БОБ. КОМПЛЕКС ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ ИОНИТЛАР, УЛАРНИ ОЛИШНИНГ ЗАМОНАВИЙ ҲОЛАТИ ВА РИВОЖЛАНТИРИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

## 1.1. Эпихлоргидрин ва формалиннинг поликонденсацияланиш реакциялари асосида ионалмашинувчи полимерлар синтези

Республикамизда комплекс ҳосил қилувчи ионитлар синтези ва уларнинг тадқиқоти соҳасидаги ишларни амалга ошириш ва ривожлантириш билан И.И. Исмаилов, У.Н.Мусаев, М.А.Асқаров, А.Т.Джалилов [1, 8-б.], А.Г.Ганиев [2, 13-б.], О.Ф.Ходжаев [3, 5-б.], Т.М.Бабаев, Х.Т.Шарипов, Х.Х.Тураев [2-4] каби олимларимиз шуғулланганлар. Улар томонидан комплекс ҳосил қилувчи сорбентларнинг оралиқ металллар анализида қўлланилиши, сорбция жараёнида ҳосил бўлган координацион бирикмаларининг тузилиши ва хоссалари таҳлил қилинган.

Ионалмашинувчи материаллар ёрдамида турли мураккаб таркибли эритмалар таркибидан элементларни ажратиш усулларини такомиллаштириш уларнинг синтези соҳасидаги тадқиқотларни ҳам янада ривожлантиришни талаб этади. Ионалмашинувчи полимерларнинг маълум маркалари танловчанлик, кинетик хоссалари, механик мустаҳкамлиги ва дастлабки мономерлар таннархи жиҳатларидан ҳар доим ҳам илмий изланувчилар ва ишлаб чиқарувчиларни қаноатлантирмайди. Ионалмашинувчи полимерларни синтез қилиш учун одатдаги ионитлар синтези каби поликонденсация, полимерлаш ва полимераналогик ўзгаришлардан фойдаланиш мумкин.

Поликонденсация усули ионитлар олиш учун полимерларни кимёвий ўзгартириш усулига нисбатан анча қулай ҳисобланади.

Пединова ва бошқалар эпихлоргидринни аммиакнинг сувли эритмаси ва учламчи аминлар билан конденсациялаб, таркибида тўртламчи аммоний гуруҳи бўлган сувда эрийдиган олигомерлар олган. Сўнгра, полиэтиленполиаминларни қўллаб, хлорметил ва эпоксигуруҳни чоклаган. Реагентлар нисбати 0,5 моль (аммиак-триметиламин) ва 1 моль эпихлоргидрин бўлиб, синтез қилинган анионитлар ионалмашинувчи материалларнинг одатдаги хоссаларидан ташқари, глюкозанинг пиролиз маҳсулотларини юқори сақлаш хоссасига эга [1; 106-б.].

Эпихлоргидрин (ЭХГ)нинг турли аминлар билан ҳосил қилган олигомерларининг аллилбромид (АБ) билан конденсациясининг оптимал шароити ўрганилган [5; 131-б.]. Бунда ПЭПА

кўлланилганда, реакциянинг оптимал шароити: ҳарорат 500 °С, ЭХГ:ПЭПА:АБ компонентларнинг нисбатлари: 1:1:1 бўлиши кўрсатилган. Полиэфиримиддан фойдаланилганда ҳарорат 600 °С, нисбатлар: 1:3:1, гексаметилендиаминдан (ГМДА) фойдаланилганда эса ҳарорат 700 °С, нисбатлар: АБ:ЭХГ:ГМДА 1:1:2 бўлиши келтирилган. Юқорида санаб ўтилган шароитларда синтез қилинган полимерлар юқори концентрациясида кучсиз ва кучли асосли функционал гуруҳларга эга бўлиб, бу полиэлектролитларнинг оралиқ ва нодир металллар сорбциясида кўллаш имкониятларини кенгайтиради.

Гуанидин, унинг тузларини ёки уларнинг аралашмаларини 50 моль % мочевина ёки тиомочевинанинг эпихлоргидрин билан 1,0:0,5:2,0 аралашмасини 80-170°С да 1-10 соат давомида эритувчисиз ҳамда сувли эритмада поликонденсациялаш йўли билан сувда эрийдиган маҳсулотлар олинган [1; 99-б.].

Ф.Т. Шостак ҳамкасблари билан полиэтиленполиамин ва эпихлоргидрин асосидаги ионалмашинаувчи смола синтез қилишда эпихлоргидринга аммоний хлорид қўшиб, унинг механик чидамлилигини ва кимёвий тургунлигини оширган, смоланинг бўкувчанлигини 4,9 дан 2,7 г/мл гача камайтиришга эришган. Смолани 73 °С да турли қўшимчалардан тозалаш учун термик қайта ишлашда унинг алмашилиш сифими ўзгармаган [6; 16-б.].

Госсипол смоласи, эпихлоргидрин ва полиэтиленполиамин асосида ионалмашинаувчи смолалар синтез қилинган. Улар ёрдамида технологик эритмалардан рангли, қимматбаҳо ва оғир металллар ионларини самарали сорбциялаш хусусиятлари физик-кимёвий усуллар ёрдамида ўрганилган [7; 185-203-б.].

Полиэпихлоргидрин билан диэтиламиннинг ўзаро таъсирлашиш маҳсулоти билан бентонит аралашмасини диспергациялаб, полиэлектролит комплексини олиш келтирилган. К-GL кўк бўёғи сорбция жараёнининг кинетик ва диффузион хусусиятлари ўрганилган [8; 370-380-б.].

А.Р. Годжаева ва бошқалар диметиламиннинг эпихлоргидрин билан сувли ва сувсиз эритмалардаги реакцияларини ўрганган [9; 7-б.]. Бунда сувда эрийдиган полиэлектролит синтез қилинган ва эритма муҳити бошланғич моддалар моль нисбатларда таъсирлашишининг реакция унумига боғлиқлиги кўрсатиб ўтилган.

Хитозанни ЭХГ билан чоклаб, сульфокатионитли мембрана МК-40 сиртида қават ҳосил қилиб, модификациялаш усули таклиф этилган. Хитозан билан чокланиб, модификацияланган ва

чокланмаган катионли мембрана орқали натрий, кальций, магний ионларининг ўтиши бўйича маълумотлар келтирилган [10; 483-487-б.].

Матрица сифатида фойдаланиладиган сополимер ЭХГ – аллилглицидил эфири асосида полиэлектролитлар олинган ва тавсифланган. Бу полиэлектролитларга триметиламин киритиш йўли билан анион ўтказувчи тўр ҳосил қилган. Мембрананинг механик хоссаларини яхшилаш учун у сирти фаол моддалар билан кучайтирилган [11; 136-138-б.].

Диметилсилоксанни этиленоксид, эпихлоргидрин,  $\text{LiClO}_4$  қўшилган этиленоксид, этилен ва диэтиленкарбонатда сополимерлаш асосида полиэлектролитлар олиш усули келтирилган [12; 395-400-б.].

ЭХГ олигомерлари ва турли аминлар асосида поликонденсацион анион алмашинувчиларнинг ҳосил бўлиш қонуниятлари тадқиқотининг натижалари келтирилган [13; 258-б.]. Ўзгариш даражасига эритувчи табиати таъсири, яъни қолдиқ хлор миқдори ва статик алмашиниш сиғими бўйича таҳлил қилинганда, анионитлар намуналарининг статик алмашиниш сиғими (7,4-8,1 мг-экв/г) ва қолдиқ хлор миқдори (4,3-5,3%) сезиларсиз фарқ қилади, лекин кўрсатилган эритувчилар муҳитида гел ҳосил бўлиш тезлиги турлича.

Пентаэритрит, 1,2,4-триметилито ангидрид, эпихлоргидрин ва поли-N-метилимидазол асосида тармоқланган кимёвий тузилишга эга бўлган полиэлектролитлар олиш усули келтирилган [14; 3539-3544-б.]. Олинган материалларнинг электрокимёвий хоссалари ўрганилган, 30 °C да  $2,4 \cdot 10^{-4} (\text{Ом} \cdot \text{см})^{-1}$  ўтказувчанликка эга полиэлектролитнинг оптимал компонентлар нисбати келтирилган.

Поли-4-винилпиридин ва полиэпихлоргидринни конденсациялаб, аммонийли интерполимер комплекслар асосида юқори ион ўтказувчан плёнкали материаллар синтез қилинган [15; 46-50-б.]. Уларнинг асосий физик-механик ва электрокимёвий хоссалари аниқланган.

4-винилпиридинни анионалмашинувчи мембранага in-situ киритиш усулидан фойдаланиб, полимер гомоген анионалмашинувчи мембрана олинган ва полимер ЭХГ ҳамда анилин билан чокланган. Мембрана таглиги поливинилхлорид тўқима ҳисобланади. Электродиализ жараёни қуйидагилардан иборат: таркибида ажратиладиган ионларни тутган эритма олиниб, мембрана пакет орқали ўтказилган, бунда бир вақтда юқоридаги

усулда олинган мембранадан тайёрланган, таркибида анионалмашинувчи мембрана бўлган пакет сиртидан ортогонал ҳолатда ток ўтказилган ва мембрана пакет орасидан эритма навбат билан ўтказилиб, тозаланиб ёки концентрланиб ионлар ажратилган [16, 3-б.].

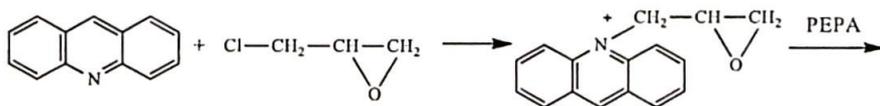
ЭХГнинг аминлар билан олигомерларини аллилбромид иштирокида поликонденсациялаб, полифункционал полиэлектролитлар синтез қилинган, оптимал шароитлар аниқланган. Уларнинг таркиби ва тузилиши атрофлича ўрганилган [17; 1629-1633-б.].

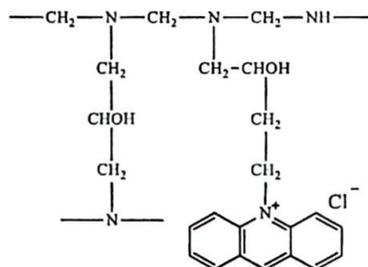
Поливинилпиридин ва полиэпихлоргидринни органик эритувчилар муҳитида қўш конденсациялаш маҳсулотлари асосида юқори статик алмашиниш сизимига эга бўлган ( 7,6 мг-экв/г гача) аммонийли интерполимер комплекслар синфига кирувчи плёнкали материаллар олинган [18; 125-129, 242 ва 248, 254-б.].

Диметиламинни ЭХГ билан сувли муҳитда конденсациялаш йўли билан синтез қилинган "Каустамин-15" полиэлектролитини олиш технологияси ишлаб чиқилган [19; 107-б.].

Э.Ю. Кокошко ва бошқалар [20] томонидан изохинолин ва унинг ҳосилаларини эпихлоргидрин ҳамда полиэтиленполиамин билан  $\text{NH}_4\text{Cl}$  иштирокида  $60^\circ\text{C}$  ҳароратда поликонденсациялаб, анионит олиш усули таклиф этилган. Анионит 0,1 н.  $\text{HCl}$  эритмасига нисбатан 8,0-8,2 мг-экв/г, 0,1 н.  $\text{NaCl}$  – 0,35-0,40 мг-экв/г  $\text{CaS}$  га эга. Анионитнинг бўкувчанлиги 2,5-3,0 мл/г.

Анионитлар ассортиментини кенгайтириш мақсадида акридин асосида анионит олиш усули келтирилган [21]. Бунда азотли гетроциклик бирикмани эпихлоргидрин билан  $60^\circ\text{C}$  дан юқори ҳароратда алюминий хлориднинг сувли эритмаси иштирокида конденсациялаб, сўнгра уни полиэтиленполиамин билан чоклаган.



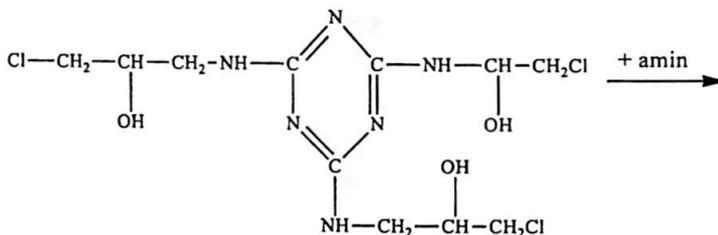


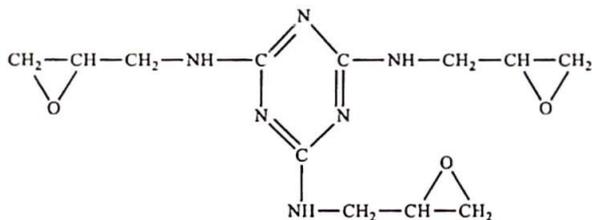
Бундай типдаги анионитлар юқори алмашилиш сиғими (10,2 мг-экв/г) ва юқори бўқувчанликка эга бўлиб, уларнинг механик мустаҳкамлиги, термик ва кимёвий барқарорлиги кам.

Меламинни формальдегид ва эпихлоргидрин билан конденсациялаб, полиэтиленполиамин билан қотирилганда олинган маҳсулот - рений ва молибден ионларини ажратиш хусусиятига эга эканлиги муҳим ҳисобланади [22]. Олинган анионитнинг тўлик алмашилиш сиғими 4,5-5,2 мг-экв/г, нисбий бўқувчанлиги – 80-100%, Сочилувчан оғирлиги – 0,7 г/мл, таркибдаги азотнинг умумий миқдори – 20-25% га тенг.

Турли молекуляр массадаги полиглицидил эфирлар фенолформальдегид смоланинг эпихлоргидрин билан ишқорий муҳитда ўзаро таъсирлашишидан олинган [23]. Ди- ва полиэпоксид бирикмалар анионитлар синтезида, асосан, чокловчи агентлар вазифасини бажаради, иккинчи компонент амин эса мономер бўлиб, асосли функционал гуруҳни ташувчи ҳисобланади.

[24] адабиётда меламин трихлоргидриннинг аминлар билан қуйидаги схема бўйича таъсирлашишидан олинган чокловчи агент – триглицидилмеламин тавсифланган:





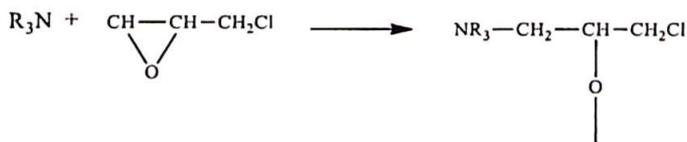
Бу маҳсулотнинг полиэтиленполиамин билан поликонденсация реакцияси полифункционал анионит ҳосил бўлишига олиб келади.

Синтез қилинган ионитлар полифункционал тўрсимон тузилишли полимерлар бўлиб, сувда узоқ вақт қиздиришга чидамли. Бундай анионитлар синтезининг камчилиги - конденсация жараёнига узоқ вақт сарфланишидир.

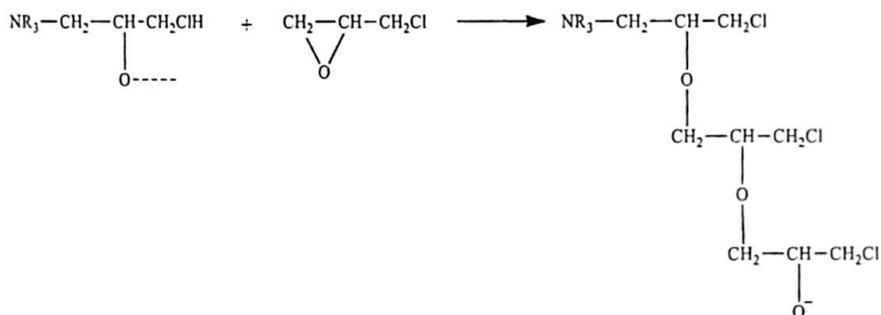
Ионитларнинг иссиқликка бардошлилиги, нафақат, полимернинг тартибли тузилишига, балки макромолекуладаги ароматик ядрога ҳам боғлиқ [25]. Диол ва аминокатенларнинг глицидил эфирларида, дастлабки реагентлар сифатида ароматик аминлардан фойдаланиш, анионалмашинувчиларнинг иссиқликка бардошлилигини таъминлайди. Синтез қилинган юқорида кўрсатилган таркибли ионитларнинг 0,1 н. HCl эритмаси бўйича алмашиниш сиғими 2,3 дан 15,0 мг-экв/г гача бўлади [26].

Сўнги йилларда илмий тадқиқотчилар анионитлар олишнинг бошқа усуллари ҳам қўлламоқдалар. Жумладан, эпихлоргидринни полимерлаб, чизиқли полимер ҳосил қилиш, сўнгра эса уни чоклаш.

Худди шундай, учламчи аминларнинг эпихлоргидринга каталитик таъсири - унинг полимерланиши билан қуйидаги схема бўйича боради [27; 172-174-б.]:



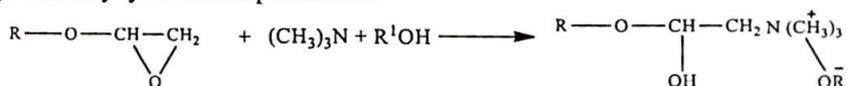
Кейинги реакция аминсиз боради:



Олинган чизикли полимерни хлор атоми ҳисобига реакцион масса таркибига мос кўприк ҳосил қилувчи агент киритиш йўли билан уч ўлчамли маҳсулотга модификация қилиш мумкин. Полимерланган массани аммиак ёки бирламчи аминлар билан қайта ишлаб, шунингдек, кучсиз асосли ва учламчи аминлар билан қайта ишланганда ҳам кучли асосли анионитлар олиш мумкин.

Полимер типдаги анионалмашинувчилар, асосан, икки усулда олинади: уч ўлчамли полимер матрицага ионоген гуруҳ киритиш ёки таркибида ионоген гуруҳ бўлган бирорта чокловчи агент билан сополимерлаш натижасида.

Полимерлар таркибидаги эпоксид гуруҳларни аминлашнинг қуйидаги усули таклиф этилган:



Шу усул ёрдамида триэтиленгликолнинг метакрил эфиридан глицидил метакрилат сополимерлари асосида анионит олинган [28; 336-б.].

Ҳозирги вақтгача фенол ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган кўшимча маҳсулот-фенол смоласидан рационал фойдаланиш йўлга қўйилмаган. [29;49-51-б.] Ушбу ишда фенол смоласидан фенолформальдегид катионити синтез қилиш учун фойдаланиш имконияти кўрсатилган бўлиб, у аналоглари билан уларга нисбатан статик алмашиниш сигимининг 20% дан ҳам кўпроқ бўлиши билан идентификацияланган.

Алифатик полиамид ПА-6, крезолсульфокислоталар ва формальдегид асосида арзон плёнкали ионоген материаллар олиш усули келтирилган. Таъсирлашувчи моддаларнинг моль нисбатлари ва синтезнинг оптимал технологик режими ўрнатилган. Синтез

қилинган материаллар 3,0 мг-экв/г гача статик алмашилиш сиғимига эга эканлиги кўрсатилган [30; 43-47, 180, 185, 190-б].

Метакрил кислота, 2-метилимидазол ва этиленгликол диглицидил эфирининг ўзаро таъсирлашишидан полиамфолитлар олинган [31; 169-181-б.]. Қаттиқ ҳолатдаги полиамфолитларнинг тузилиши: ЯМР, ИҚ-фурье ўзгартиргичли спектрокопия, сканерловчи электрон микроскопик усуллар ёрдамида тадқиқ қилинган, потенциометрик титрлаш усули ёрдамида полиамфолитларнинг функционаллиги тавсифланган.

Сланец смоласининг гексаметилентетраамин билан поликонденсация реакцияси ёрдамида 6,5 мг-экв/г алмашилиш сиғимига эга бўлган кучсиз асосли анионит олинган бўлиб, кучли ифлосланган муҳитларни тозалаш учун қўлланиладиган sanoat анионити АН-2Ф каби бу анионит ҳам механик мустаҳкамлик ва ионалмашилиш нисбий тезлигининг юкори кўрсаткичларига эга эканлиги, ундан техник ионит сифатида фойдаланиш мумкинлиги кўрсатиб берилган [32; 30-33-б].

Полиэтиленимин, ацетон ва формальдегид поликонденсатларининг полиэлектродит комплекслари мой тўпловчи фильтр сифатида цемент эритмаси орқали филтрлашда назорат учун ишлатилади. Цементли филтрларнинг говакли тузилиши сканерловчи электрон микроскопик усул ёрдамида исботланган [33; 1262-1275-б.].

Ацетилланган полистирол микрогранулалари, формальдегид ва тетраэтиленпентаминни Манних реакцияси бўйича поликонденсатлаб, янги аминокформальдегидли полимер олинган бўлиб, бу аминокформальдегидли полимер полихлорметилстиролдан олинган ва энзим қоплама билан иммобилланган анионит ўрнига ишлатилиши мумкин. Шунингдек, материалларнинг моль нисбати, ҳарорат, реакция давомийлиги, узатиш усуллари, этанол муҳитидаги сув каби полимер таркибига таъсир этувчи асосий омиллар кўриб чиқилган ва тажрибанинг оптимал шароитлари аниқланган.

Тетраэтиленпентамин : формальдегид : гидрохлорид : ацетил моль нисбатлари: 10:10:3,3:1 га тенг, реакция ҳарорати 100°C, реакция давомийлиги - 12 соат. Бу тажриба натижасида таркибда 13,7 ммоль/г азот бўлган маҳсулот олинган. Шу билан бирга, ацетил гуруҳларнинг мультиалмашилиш реакцияси ҳам муҳокама қилинган [34; 49-53-б.].

Донадор чокланган пуллулан (ПУЛ) дан турли хил донадор

пуллуланли ионалмашинувчилар синтез қилинган. Пуллуланли N-2-хлорэтилдиэтиламиногидрохлорид, N-(3-хлор-2- гидрокси-пропил) триметиламмоний хлорид ва ЭХГ нинг триэтанолламин билан аралашмаси ёрдамида чоклаш реакцияси бўйича диэтиламиноэтил-ПУЛ, ва 2-гидрокси-3-(2-[бис(2- гидроксиэтил)-амино]этоксипропил-ПУЛ олинган. Уларнинг анионалмашиниш сифими ва бўкиш даражаси мос ҳолда: 2,13; 0,78; 0,62 мэкв./г ва 10; 6,5; 8,5 см<sup>3</sup>/г, эканлиги келтирилган [35; 29-35-б.].

“Навоиазот” ОАЖда тиокарбамид ишлаб чиқариш жараёнида саноат чиқиндилари таркибига кирувчи меламина асосида ионитлар олиш имконияти кўрсатилган. Чиқиндиларнинг сувли эритмаларидан десорбциялаб (кўмир билан тиндириб), тоза меламинни ажратиб олиш технологияси ишлаб чиқилган. Бунда икки типдаги анионитлар олинган: Ф-1 таркибида 0,5-1% , 2-2,6% дициандиаמיד ва 20-23% меламин бор. Ф-2 ионити эса тоза меламин асосида олинган. Ф-1 ва Ф-2 ионитларнинг хоссалари саноат анионити АВ-16 нинг хоссалари билан таққосланган [36; 142-143-б.].

Тиокарбамид, формальдегид ва меламин асосида ионитлар олиш жараёни математик тавсифланган [37; 27-28-б.].

Фенол ва ароматик аминларнинг формальдегид билан конденсация маҳсулотининг ионалмашинувчанлик хоссалари 1935 йилда инглиз кимёгарлари Адамс ва Холмс томонидан эътироф этилганидан буён то ҳозирги кунгача бўлган ионалмашинувчи смолалар ишлаб чиқариш саноати ривожланишининг 80 йиллик тарихидаги асосий даврлар кўрсатиб ўтилган. Россияда ионалмашинувчи смолалар ишлаб чиқаришнинг замонавий ҳолатлари акс эттирилган. Ионалмашинишдан токи ионалмашинувчи смолалар кашф этилишигача бўлган даврдаги билимларнинг асосий ривожланиш ҳолатлари кўриб чиқилган ва қиёсий таҳлил қилинган [38; 5-31-б.].

Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ)ни икки марта модификациялаб, хелат ҳосил қилувчи хоссали полиамидоксимлар (ПАО) олинган. Дастлаб, КМЦга акрилнитрил натрийли туз кўринишида киритилган, инициатор сифатида эса церий-аммоний нитрат ишлатилган. Амидоксим гуруҳлар полиакрилнитрил блокларга киритилган гидроксилламинни қайта ишлаб олинган. ПАО нинг икки валентли металл ионларига нисбатан сорбцион хоссалари турли рН қийматларида, полиакрилнитрил блокларининг киритилган миқдори ва металллар ионларининг

дастлабки концентрацияларида тадқиқ этилган. Адсорбция кинетикаси эса мис ионлари бўйича ўрганилган [39; 23-31-б.].

КВ-4 ва Dowex МАСЗ типигаги таркибида карбоксил гуруҳ бўлган ионалмашинувчиларни I ва II гуруҳ металлари гидроксидларининг 1M концентрациялари иштирокида потенциометрик титрлашнинг оптимал шароити аниқланган. Карбоксилли ионитларнинг мувозанат титрлаш эгриларини бир иш кунда олиш мумкинлиги кўрсатилган [40; 3-12-б.].

Этилакрилат, акрилонитрил ва винилбензол асосидаги сополимерларнинг аминолит реакциялари ёрдамида анионитлар синтез қилиш келтирилган. Анионитларнинг барқарорлиги: таркибида  $H_2O_2$ , NaOCl, NaOCl-NaOH ва NaOCl-FeSO<sub>4</sub> бўлган муҳитларда ўрганилган қиёсий таққосланган ва максимал турғунлигининг сорбентлар кимёвий тузилишига боғлиқлиги турли шароитларда аниқланган [41; 133-138-б.].

Фенолформальдегид полимерлар чиқиндиларини КОН ва NaOH нинг сувли эритмалари ёрдамида қайта ишлаш натижасида ионалмашинувчиларга айлантириш йўли билан улардан фойдаланиш муаммолари кўриб чиқилган. Олинган полиэлектрولитларнинг флокулловчи хоссалари атрофлича тадқиқ қилиниб, улардан металлургия корхоналари оқава сувларини қайта ишлаш учун фойдаланиш мумкинлиги кўрсатилган [42; 3000-3005-б.].

Глицидиметакрилат сополимерини диметилформаиднинг сувли эритмаларида 70 °Сда натрий гидросульфит билан кўшимча ишлов бериб, эпоксигуруҳлар ҳосил қилиш натижасида сульфурланган полипропилен толасига радиацион пайвандлаш асосида ионалмашинувчи сорбентлар олинган. Олинган сорбентларнинг асосий физик-кимёвий хоссалари тавсифланган, шунингдек, поливалентли ионларга нисбатан сорбцион хоссалари баҳоланган [43; 43-51-б.].

Диоксидифенилпропан ва аллилгалогенидлар диглицидил эфирларнинг баъзи полиаминлар иштирокида поликонденсацияси ўрганилган ва фазовий тузилишли ионалмашинувчи полимерлар ҳосил бўлишининг оптимал шароити, таркиби, тузилиши ҳамда физик-кимёвий хоссалари аниқланган. [44; 146-150-б.].

Янги қаттиқ полимер электрولит карбамид ва тиокарбамиддан иборат системага озроқ миқдорда полиэтиленгликол ПЭГ-600 кўшиб олинган. Тажирибалар натижаларининг кўрсатишича, ПЭГ миқдори 8% ни ташкил этган, карбамид-тиокарбамид нисбати: 9:16,

қиздириш ҳарорати 145-150 °С. Келтирилган механизмга кўра, карбамид ва тиокарбамид бир-бири билан ўзаро таъсирлашиб, аммоний тиоцианат (NH<sub>4</sub>SCN) ни ҳосил қилади, сўнгра NH<sub>4</sub>SCN ион ҳолатга ўтади [45; 438-440-б.].

Шунингдек, плёнкали полимер тўртламчи асослар синтези тўғрисида маълумотлар келтирилган бўлиб, уларнинг юқори статик алмашилиш сиғими кўрсаткичи (4,26-8,1 мг-экв/г), едирилишга чидамлилиги (9,6-20,1 МПа) ва 250-260 °С гача термик барқарордир. Кўрсатилган хоссаларига поли-4-винилпиридин ва полиэпихлоргидрин конденсацияси плёнкали маҳсулотларни пиридин ёки хлорметилли кремнийорганик ҳосилалар билан қайта ишлаб, модификациялаш йўли билан эришилган [46; 86-89, 224, 230-б.].

ЭХГ ва ПЭПА ни конденсациялаб, реакцион массага пиридин киритилиб, анионитнинг асослиги оширилган [47]. Олинган юқори асосли АВ-16 анионити таркибида 15-20% тўртламчи пиридин гуруҳлари мавжуд.

Карбамид ва тиокарбамиднинг формальдегид билан кислотали муҳитда конденсация реакцияси ўрганилган. Олинган маҳсулотлар ионалмашинувчи смолалар сифатида синовдан ўтказилган [48; 56-59-б.].

Аллилглицидил эфирларни баъзи полиаминлар билан инициатор иштирокида поликонденсациялаш натижасида полифункционал анионитлар олинган. Синтезнинг оптимал шароити аниқланган, синтез қилинган полиэлектролитларнинг физик-кимёвий хоссалари ва таркиби ўрганилган [49; 465-469-б.].

Эпихлоргидриннинг пиридин билан реакциясидан тўртламчи аммоний асоси ёки унинг тузи ҳосил бўлади. Ушбу [50; 7-б.] адабиётда эпихлоргидриннинг иккала функционал гуруҳи ҳам пиридин билан ўзаро реакцияга киришиши кўрсатилган.

Кимёвий реакция, асосан, ҳаракатчан хлор атоми ҳисобига содир бўлади ва хлоргидрат пиридин асоси ҳосил бўлади.



Асос хоссасининг кучсизлиги ва стерик омиллар сабабли эпихлоргидриннинг ароматик аминлар билан ўзаро таъсир реакцияси, уларнинг алифатик аминлар билан ўзаро реакциясига нисбатан секин боради.

Стирол ва метилметакрилат асосидаги полимер

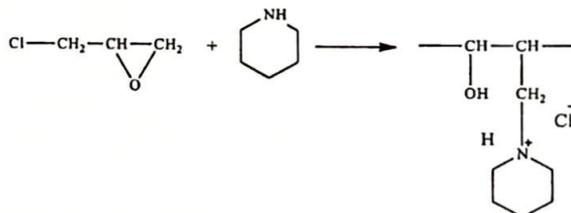


Маълумки, эпихлоргидрин ва полиэтиленполиамин поликонденсациясидан олинган анионитлар полифункционал ҳисобланади. Уларнинг таркибида иккиламчи, учламчи аминогурӯҳлар ва тўртламчи аммоний асосли гуруҳлар мавжуд [52; 164-б.]. Синтез қилинган анионит ўрта асосли бўлиб, ЭДЭ-10П маркаси билан маълум. Эпихлоргидрин ва турли аминлардан синтез қилинган анионитларнинг саноат маркалари 1.1-жадвалда берилган.

Илмий адабиётларда полиалкиленполиаминлар ва пиридин асослари асосида анионитлар олишнинг бир қанча бошқа усуллари ҳам келтирилган. Эластик ва арзон анионитлар олиш мақсадида, дастлабки полиэтиленполиаминлар пиридин ва  $\alpha$ -пиколинлар аралашмасида альдегидлар билан конденсатланган. Бунда реакция масса галлоидэпоксидлар билан қайта ишланган. Бундай ионитларнинг 0,1 н.ли HCl эритмаси бўйича алмашилиш сиғими 2 мг-экв/г, 0,1 н. NaCl бўйича эса 0,9 мг-экв/г [53; 84-б.].

Ҳарорат 40-50 °C бўлганда эпихлоргидриннинг аллиламин билан ўзаро таъсиридан сувда эрувчан сополимерлар олиш усули таклиф этилган [54; 44-47-б.]. Олинган маҳсулот таркибида 21,7% хлор бўлиб, 0,1 н. AgNO<sub>3</sub> эритмасига нисбатан 6,5 мг-экв/г алмашилиш сиғимига эга. Аммо олинган электролит унча катта бўлмаган pH муҳити диапазонида флокулловчи хусусиятга эга.

Дастлаб, амин сифатида пиперидиндан фойдаланилганда [55], электролитнинг асослиги ортган ва ундан фойдаланиш учун муҳит pH и диапазони катталашган. Эпихлоргидриннинг пиперидин билан ўзаро таъсирлашиш маҳсулотининг полимерланиши куйидаги схема бўйича боради:



Бу усулнинг афзаллиги шундаки, полимерланиш реакцияси 40-50°C да инициатор иштирокисиз ўз-ўзидан боради, олинган полиэлектролитлар 0,1 н. AgNO<sub>3</sub> эритмаси бўйича 5,1 мг-экв/г алмашилиш сиғимига ва флокулловчи таъсирга эга.

40°C да эпихлоргидриннинг 2-винилпиридин ва 2-метил-5-винилпиридинлар билан ўзаро таъсирлашиш маҳсулотларини ўз-ўзидан полимерланиш йўли билан таркибида тўртламчи пиридин

гуруҳ бўлган кучли асосли анионит олиш усули [56; 10-12-б.] муаллифлар томонидан таклиф этилган. Бу анионитнинг 0,1 н. HCl эритмасига нисбатан алмашилиш сифими 3,95 мг-экв/г га етади.

Электрон зичликнинг қайта тақсимланиши ионит фазасида кислота-асосли мувозанатнинг ўзгаришига олиб келади. Ионит фазасига ион-координацион ёки фақат координацион таъсир натижасида металл ионларини киритиб, нафақат металл ионлари билан боғланган функционал гуруҳлар, балки эркин (депротонлашган) гуруҳларнинг ҳам асослиги камайиши потенциометрик титрлаш методида аниқланган [57; 41-44-б.].

### **1.2. Эритмалардан металлларни сорбцион ажратиш олишда комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитларнинг қўлланилиши**

Салицил кислота, меламина ва формальдегид асосида термополимерлар сополиконденсация усулида олинган. Уларнинг  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  ионларига нисбатан комплекс ҳосил қилиш қобилияти ўрганилган. рНнинг кенг интервалида  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  ионларининг сорбцияланиш даражаси кўрсатилган [58; 95-100-б.].

Тиокарбамид билан чокланган Purolite S920 маркали полимер сорбентдан фойдаланиб, нодир металлларни селектив ажратиш жараёни ўрганилган. Сорбцион қобилият  $\text{Au} > \text{Pd} > \text{Pt} > \text{Rh}$  қаторида ўсиб бориши кўрсатилган, эритмалар таркибида: Pt - 0,61, Cu - 31, Se - 1,65, Te - 1,25 г/л бўлганда сорбент 99,83% Pt ва 2,45% Cu ни ютади. Аффинаж эритмаларидан нодир металлларни 96% унум билан тозалаш шароитлари аниқланган ва 99,99% тозаликдаги маҳсулот олинган [59; 808-811-б.].

Глицидилметакрилат ва целлюлозани чокловчи агент N,N'-метиленбисакриламид иштирокида бензоилпероксид инициаторидан фойдаланиш натижасида пайвандни сополимерлаб, -NHR<sub>2</sub>Cl функционал гуруҳли анионалмашинувчи (АН) олинган. Анионалмашинувчи- ИҚ-спектроскопия, сканерловчи электрон микроскоп, ПВ солиштирма анализ, ТГА ва потенциометрик титрлаш усуллари билан тавсифланган. Сувли эритмалардан ванадий (V) иони бўйича анионалмашинувчининг адсорбцион қобилияти ўрганилган, уни ванадийни ажратиш учун истиқболли сорбент деб хулоса қилинган [60; 2118-2124-б.].

Ароматик тузилишли торфли гумин кислоталарини формальдегид ёки параформ билан модификациялаб, сўнгра  $\text{ZnCl}_2$

иштирокидаги водород хлорид ёки концентранган HCl билан ишлов берилган. Олинган гуминли препаратларнинг (ГП) сорбцион қобилияти хона ҳароратида статик шароитда, таркибида 0,001 М  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  катионлари бўлган модели эритмаларда, шунингдек, кимё саноатининг реал оқаваларида текширилган. Модификацияланган ГПнинг металл катионларини ажратиш даражаси, дастлабки, ГП га нисбатан 12-78% юқори бўлиб, 25-100% ни ташкил этган [61; 96-б.].

8-гидроксихинолин-5-сульфо кислота ва тиокарбамидни формальдегид билан хлорид кислота иштирокида, таъсирлашувчи мономерларнинг турли моль нисбатларида конденсацияланишидан ҳосил бўлган 8-гидроксихинолин-5-сульфо-кислота-тиокарбамид-формальдегид сополи- мери асосида смолалар олинган. Смолалар баъзи металлларга селектив ҳисобланади. Бу сополимерларнинг хелат ҳосил қилувчи ионалмашиниш хоссалари  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  ва  $Fe^{3+}$  ионлари учун ўрганилган. Тадқиқотлар турли ион кучдаги муҳитларда ва рНнинг кенг интервалида бажарилган. Сополимерлар  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$  ва  $Pb^{2+}$  ионларига қараганда  $Fe^{3+}$  ионига нисбатан кўпроқ танловчан эканлиги кўрсатилган [62; 3039-3049-б.].

Дастлабки мономерлар нисбати фоизда; 88,5% акрилонитрил, 6,5% метилметакрилат кислотаси ва 5% натрий винил сульфатдан олинган, сополимер асосидаги сорбентда 0,1-0,5 М  $Cd^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  ионларининг эритмалардан сорбцияланиш жараёни тавсифланган [63; 3411-3426-б.].

2,4-дигидроксибензофенон, оксамина ва формальдегидни турли нисбатларда кислотали катализаторнинг ҳар хил микдори иштирокида конденсациясидан учламчи сополимерлар олинган. Олинган сополимерларнинг ионалмашиниш хоссалари тадқиқ этилиб,  $Cu^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  ва  $Fe^{3+}$  металл ионлари бўлган бирикмаларни самарали ажратиш мумкинлиги кўрсатилган. Учламчи сополимерни поликонденсациялаб олишда, катализатор сифатида хлорид кислота ишлатилган [64; 315-321-б.]. Муҳитнинг турли ион кучида ва рН нинг кенг интервалида  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  ва  $Pb^{2+}$  ионлари учун ионалмашиниш қобилияти ўрганилган.

Стирол ва дивинилбензолни сополимерлаб, сўнгра ташқи электр майдон таъсири шароитида сополимерни сульфурлаш натижасида олинган КУ-2 катионитида  $Na^{+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{2+}$  ионлари сорбцияси кинетикаси ўрганилган [65; 36-43, 93-б.].

Полиакрилатли гидрогелларнинг таркибидаги натрий ионларини поливалентли катионлар:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{La}^{3+}$ ,  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  га алмашилиш шароитида бўқиш жараёни ўрганилган. Полизарядланган катион концентрацияси ва унинг валентлиги ортиши билан бўқишнинг камайиш эффекти кузатилган [66; 195-199-б.].

Этиленоксид ва ЭХГ асосида олинган сополимерга  $\text{Li}^+$  ионлари киритилиб, ҳосил қилинган полиэлектродитнинг электрохимий хоссаларига  $\text{LiClO}_4$  концентрацияси, намлик ва ҳароратнинг таъсири ўрганилган [67; 281-291-б.].

Аминокарбоксил амфолит АНКБ-35 нинг қуйидаги системаларда таъсирлашишдан сорбцион ва гидратцион хоссалари ўрганилган: АНКБ-35 -  $\text{Cu}^{2+}$ -аминокислота (глицин ва глутамин кислоталар). Иккинчи ҳолатда сорбцияга учраган мис иони аминокислота билан ўзаро таъсирлашиб, хелатли комплекслар ҳосил қилади, шунинг учун эритмадаги металл: лиганд нисбати 1:5ни ташкил қилган. Миснинг аминокислотали комплекслардаги сорбциясида статик алмашилиш сизими нитрат кислотали эритмалардаги сорбциясига нисбатан (2,5 ммол/л) (глицин комплекслари учун 1,65 ва 1,36 ммоль/г) анча кам. Аминокислотали комплексларда ионитнинг тўлиқ тўйиниши нитрат кислотали эритмаларга нисбатан мис ионларининг юқори концентрацияларида содир бўлади [68; 261-б.].

Эпихлоргидрин ва аммиак олигомерини полиэтиленполиаминлар ва S – таркибли рubeановодородли кислоталар билан таъсирлаштириб, актиний, олтин, симоб, кобальт, никель ва мис билан комплекс бирикмалар ҳосил қилиш қобилияти юқори бўлган ионит олинган [69]. Ионит олишда олигомернинг сувли эритмаси, полиэтиленполиамин, S – таркибли бирикма, рubeановодород кислота моль нисбатлари мос равишда 1:(0,4-0,5):(0,06-0,12):(0,15-0,25) ҳолатда аралаштирилган.

Глицидилметакрилат (ГМА)ни юқори зичликка эга бўлган полиэтилендан тайёрланган мамбранага пайвандлаб, сўнгра аминлаш йўли билан хелатли мембрана олинган. Пайвандлаш шароити, радиация меъёри, ҳароратнинг пайвандлаш даражасига таъсири тадқиқ қилинган. Металлар сорбциясига адсорбция вақти, рН, пайвандлаш даражаси каби турли омилларнинг таъсири баҳоланган. Натижалардан қуйидагича металларнинг ютилиш қатори кўрсатилган:  $\text{Cr(III)} > \text{Fe(III)} > \text{Cu(II)} > \text{Cd(II)}$  [70; 1252-1256-б.].

2,4-дигидроксиацетофенон, дитиооксамид ва



кўрсатилган [76; 830-831-б.].

2-гидроксиацетофенон, оксамид  $[H_2N(O)CC(O)NH_2]$  ва формальдегидни кислородли катализатор иштирокида конденсациялаш йўли билан тегишли сополимерлар синтез қилинган. Олинган сополимерларнинг  $Cu(II)$ ,  $Ni(II)$ ,  $Co(II)$ ,  $Zn(II)$ ,  $Fe(III)$ ,  $Cd(II)$ ,  $Pb(II)$  ионлари учун ионалмашинувчанлик хоссалари хелатланиш жараёнида ўрганилган. Сополимер намунаси ва таркибида металл ионлари бўлган эритма таркибида металл ионларининг тарқалиши ва шу ионларнинг танловчан ютилишини ўрганиш учун мувозанат усули қўлланилган. Сополимер айнан  $Fe(III)$ ,  $Cu(II)$  ва  $Ni(II)$  ионлари учун нисбатан юқори танловчанликка эга эканлиги кўрсатиб берилган. [77; 1187-1205-б.].

4-гидроксиацетофенон, биурет ва формальдегидни сополиконденсациялаш натижасида сополимер олинган. Сополимернинг қовушқоклиги, спектрал ва ионалмашиниш хоссалари ўрганилиб, қуйидаги қаторда жойлашган металл ионларини максимал даражада мустақкам самарадор боғлаши кўрсатилган:  $Fe^{3+} > Cu^{2+} > Ni^{2+} > Co^{2+} = Zn^{2+} > Pb^{2+} > Hg^{2+}$  [78; 255-265-б.].

Таркибида  $NH_4^+$  катиони бўлган ионит матричасида ЭДТА эритмасидаги  $Cu^{2+}$  ионларининг кўчиш кинетикасини тасвирлаш натижалари келтирилган. Тасвирлаш жараёни рақамли видеотехникада ўтказилган ва олинган маълумотлар компьютерда Matlab 5.1 дастурида қайта ишланган. Ионларнинг ташқи ва ички диффузия коэффицентлари аниқланган ҳамда  $Cu(NO_3)_2 - NH_4^+$ ,  $Na^+ - H^+$ ,  $Cu^{2+} - H^+$ -ион жуфтларининг Amberlite IRC84 смоласида алмашиниш диффузиясининг модели тасвирланган [79; 81-90-б.].

Диаметри 5,7-12,9 нм бўлган Au нанозаррачаларини олиш ва уларнинг меркаптаацетат, полидиметилдиаллиламмоний хлорид ва гексадецил-триметиламмоний бромид билан таъсирлашиш жараёнлари ўрганилган. Спектрал тадқиқот натижалари келтирилган ва нанозаррачаларнинг флокулланишида реагентлар нисбати ҳамда турли рНдаги кимёвий ва стерик таъсир хусусиятлари таҳлил қилинган [80; 428-433-б.].

Поливинил дендримерларни бензоилтиокарбамид полиамидоамин билан модификациялаб, ионалмашинувчи материаллар (ДИМ) олинган бўлиб, улар оғир металлларга нисбатан юқори танловчанликка эга. ДИМнинг  $Co(II)$ ,  $Cu(II)$ ,  $Hg(II)$ ,  $Pb(II)$  ва  $Zn(II)$  ионлари билан комплекс бирикмалар ҳосил қилиш жараёни ўрганилган ва барча металл ионлари рН=9 да ДИМ билан микдорий боғланиши кўрсатилган. Мустақкам комплекслар  $Cu$  ва  $Hg$  ионлари



максимал танловчанликни амалга ошириш шартлари аниқланган [85; 229-246-б.].

Олтин ва кумушга нисбатан сорбцион фаолликни намоён қилувчи политиокарбамид олиш усули келтирилган [86; 1024-1026-б.].

Гексаметилен- ва этилендиамин билан “нитрон” толасини модификациялаш орқали олинган поликомплексонларга  $\text{Cu(II)}$  ионлари, толасимон сорбентлар билан  $\text{Cr(VI)}$ , арсеназо (III) ионларининг сорбция жараёнлари кинетикаси ва термодинамикаси ўрганилган. Оқова сувларни юқорида қайд этилган ионлардан тозалаш имкониятига эга бўлган истиқболли ионитлар синтез қилинган [87; 137-146-б.].

Ионитларнинг оралиқ металллар ионлари билан ўзаро координацион таъсири функционал гуруҳ атомларининг бўлинмаган  $sp^2$ - ёки  $sp^3$ - электрон жуфтлари ҳисобига содир бўлади.

Қуйи молекуляр лигандлар билан комплекс бирикмалар ҳосил бўлгани каби, ионитнинг функционал гуруҳлари билан металл ионларининг комплекс ҳосил қилишида ҳам, металл ионларидаги бўш электрон орбиталлари ўзининг электронга бўлган талабини ионит функционал гуруҳлари таркибига кирувчи донор атомларнинг бўлинмаган электрон жуфтлари ҳисобига қоплайди. Ионитлар комплексларининг барқарорлиги, уларнинг таркиби ва тузилиши қуйидагича аниқланган:

-металл-комплекс ҳосил қилувчи табиати (унинг электрон тузилиши, электростатик хоссалари);

-ионитнинг кимёвий табиати ва физик тузилиши;

-комплекс ҳосил бўлиш шароити [88; 276-б].

Ионит фазасида комплекс ҳосил бўлиши унинг қуйи молекуляр аналоглари билан комплекс ҳосил бўлишидан жиҳати билан фарқ қиладики, ҳосил бўладиган комплекс таркибини металл иони эмас, балки, асосан, ионит, унинг смола ҳажми бўйича тарқалиши, уларнинг ўзаро таъсирлашиб, мураккаб тузилиш ҳосил қилиши, комплекс ҳосил бўлиши билан бирга, бошқа жараёнларнинг бориши ва уларнинг тезлиги кабилар аниқлаб беради.

Полиакрилонитрил толаси асосида эритмаларда комплекс бирикмалар ҳосил қилиш хусусиятга эга бўлган анионит синтез қилинди. Улар табиий сувлар таркибидаги мис ионларини тозалашда самарали сорбент эканлиги исботланган [89; 97-98 б.].

Дифениламин ва фурфуролни поликонденсациялаб, термо-

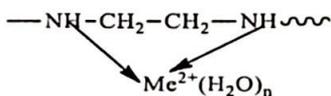
кимёвий барқарорликка эга бўлган полифункционал кучсиз асосли анионит олиниб, бу ионитларнинг термо-кимё-радиацион чидамлилигини мис, никель, кобальт, уранил ва бошқа ионларга нисбатан сорбцион, комплекс ҳосил қилиш хоссаларини ўрганилди [90; 94-108-б.].

Ионитлар фазасида комплекс ҳосил бўлиши эритманинг ион кучига боғлиқ. Ион кучи ошиши билан кам асосли анионитларнинг комплекс ҳосил қилиши хоссалари ҳам ошади, катионларда камаяди, амфолитларда эса сезиларсиз ўзгаради [91; 146-159-б.].

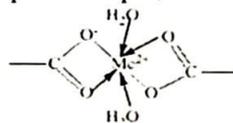
Ионитли комплекс бирикмаларнинг таркиби ва барқарорлиги доимий бўлмайди ва бу уларнинг олиниш шароитига, ионит L-:Me катталигига боғлиқ бўлади [92; 18-б]. Бу нисбатга боғлиқ ҳолда металл иони полимернинг биттадан n- тагача лиганд гуруҳлари билан координацияланиши мумкин, бу ерда n – комплекс ҳосил қилувчининг металл ионлари учун координацион бўш жойлар сони, лиганд гуруҳлари максимал ортиқча миқдорда олинганда, ионитли комплексларнинг барқарорлиги қуйи молекуляр аналогларининг барқарорлигига яқин бўлади. Бунда полимер лиганд гуруҳлари бўйича координацион марказларнинг стехиометрик етишмаслиги минимал бўлади. L-:Me нисбатининг камайиши билан полимернинг лиганд гуруҳлари протонлашиш даражасининг ортишига эришиш мумкин ёки металл ионлари концентрацияси оширилса, полимер лиганд гуруҳлари бўйича координацион марказларнинг стехиометрик камчилиги ортиб боради, комплекснинг барқарорлиги камаяди. Ионитли комплекслар учун L-Me аниқ нисбатида олинган барқарорлик константаси уларнинг барқарорлигини тавсифлайди. Кўрсатилган нисбатнинг ўзгариши, ўз навбатида, комплекс барқарорлигининг ҳам ўзгаришига олиб келади. Бу катталик берилган шароитда металл ионларининг ионит лиганд гуруҳларига боғланганлик меъёри билан тавсифланади. Шунга кўра, сорбция константаси комплекс ҳосил қилувчи ионитларда доимий катталик ҳисобланмайди [93; 1739-1743-б.].

Ион-координацион таъсир натижасидаги катионлар сорбциясида металл иони-ионит функционал гуруҳи системасида электрон зичликнинг қайта тақсимланиши содир бўлади ва бунда қайта тақсимланиш қанчалик сезиларли бўлса, ҳосил бўлган боғнинг ковалентлиги ҳам шунча катта бўлади.

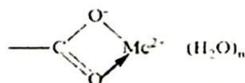
Полиэтиленполиамин асосидаги анионитлар (АН-31, ЭДЭ-10П каби) оралиқ металл ионлари билан мустаҳкам беш аъзоли халка ҳосил қилиши [94; 1601-1608-б.] да атрофлича ўрганилган:



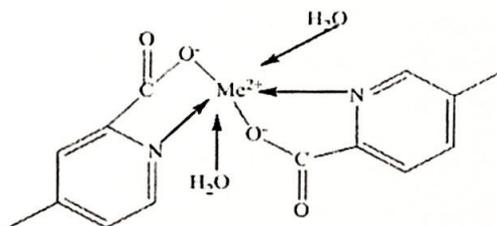
Карбоксилли катионитлар  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  ва  $\text{Zn}^{2+}$  ионлари билан қуйидаги таркибли бирикмалар ҳосил қилади [95; 51-57-с.]:



Шунингдек, ионитнинг битта функционал гуруҳи ҳам комплекс ҳосил қилиши мумкинлиги кўрсатилган:



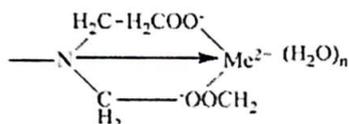
Полиамфолитлар фазасида катионит ва анионитларга нисбатан барқарорроқ координацион марказ ҳосил қилиш шаклланади, бу эса, ўз навбатида, оралиқ металл ионларининг тақсимланиш коэффициентлари катталашишига олиб келади ва уларнинг селективлиги ортади [96]. Масалан, пиридинкарбонли полиамфолит АНКБ-2 қуйидаги типдаги хелатли тузилишлар ҳосил қилади [97; 2369-2373-б.]:



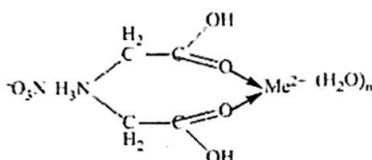
Металл ионлари ионитнинг функционал гуруҳлари билан бир нечта хелат ҳалқалар ҳосил қилса, координацион марказлар янада кўпроқ барқарорликка эга бўлади [98; 336-б].

Бундай ионитларга иминодисирка кислотали функционал гуруҳли полиамфолитларни мисол қилиш мумкин. Бундай ионитлар нейтрал ва кислотали муҳитларда оралиқ металл билан кўпроқ 1:1 таркибли комплекслар ҳосил қилади, шунингдек, бундай

координацион бирикмалар стабиллашуви полимер тузилишдаги мавжуд конформацион ўзгаришларсиз содир [99; 1063-1068-б.] бўлади.

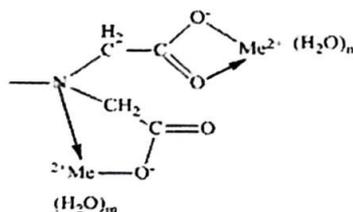


Муаллифлар томонидан иминодисирка кислота гуруҳли протонлашган комплекс бирикмаларнинг тузилиши кислотали муҳитда қуйидагича бўлиши тахмин қилинган [100; 1023-1027-б.]:



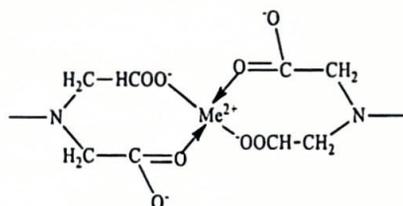
Улар ҳулосасига кўра, матрицаларнинг полимер эффеќтига боғлиқ ҳолда, юқоридаги каби комплексларнинг бўлиш эҳтимоли кам. азотнинг асослик хоссаси кескин камайиши билан унинг координацион фаоллиги ортади [101; 1063-1068-б.]

Ушбу [102; 3026-3032-б.] илмий адабиётда келтирилганидек, янги туз шаклида протонлашган комплекслар билан бир қаторда, қуйидаги таркибли бирикмалар ҳам бўлиши мумкин:



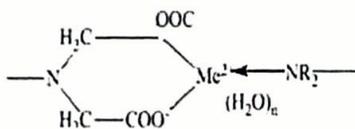
Иминодисирка таркибли амфолитларнинг кислотали ва нейтрал муҳитларда ҳосил қилган комплексларининг тузилиши старлича ўрганилган бўлишига қарамасдан, тадқиќотчилар ўртасида рН нинг юқори қийматли соҳаларида ҳосил бўлган комплексларнинг тузилиши ҳақида бир хил фикр йўқ. Масалан, Херинг [103; 276-б] нинг фикрича, рНнинг юқори қиймати соҳаларида гидроксил ионларининг юқори концентрацияси

полимер матрицанинг иккитасини тўплаб, 1:2 таркибли шакли ўзгарган комплекслар ҳосил бўлишига олиб келади:



ЭПР усулида ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, бу тузилиш фақат, смола тўлиқ сувсизлантирилганда ҳосил бўлиши мумкин, акс ҳолда, таркибига икки молекула сув кирган бирикма ҳосил бўлади [104; 2617-2621-б.]. Ушбу [105; 3026-3032-б.] ишда эса муаллифлар тўлиқ ионлашган смолада битта иминодисирка гуруҳ билан комплекс ҳосил бўлиш ғоясини илгари сурган.

Ионитларнинг координацион хоссалари ва уларнинг амалиётда қўлланилиши таркибидаги функционал гуруҳларнинг бир жинсли бўлишига сезиларли даражада боғлиқ. Полифункционал ионитлар аралаш лигандли комплексларни ҳосил қилиши мумкин, уларнинг барқарорлиги монофункционал смолалар ҳосил қилган бирикмалар барқарорлигидан юқори бўлади [106; 58-64-б.]. Натижада, бундай типдаги сорбентлар ажратиладиган компонентларга нисбатан танловчанлик касб этади [107; 1294-1297-б.]. Хусусан, иминодисирка полифункционал гуруҳли ионитлар: АНКБ-10 ва АНКБ-35 қуйидаги таркибли комплекс бирикмалар ҳосил қилиши мумкин [108; 58-64-б.]:



## 1 БОБ БЎЙИЧА ХУЛОСА

Илмий адабиётлардаги маълумотлар таҳлили шуни кўрсатадики, нодир, ноёб металлларни концентрлаш ва аниқлаш учун илмий-тадқиқот ишлари ҳамда ишлаб чиқаришда, асосан, функционал гуруҳларни турли материалларга кимёвий бириктириш ёки органик полимер ва минерал ташувчиларга реагентларни

нековалент киритиш йўли билан олинган анионалмашинувчи ҳамда комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи сорбентлардан кўпроқ фойдаланилган. Шунингдек, сорбентлардан гуруҳли ва алоҳида нодир ва ноёб металлларни концентрлаш ва аниқлаш учун ҳам фойдаланиш мумкин.

Адабиётлар асосида олинган маълумотлар таҳлилига асосан, шунини алоҳида қайд қилиш керакки, олтинни ажратиш ва концентрлаш усуллари бир қанча камчиликларга эга. Бу камчиликларга, биринчи навбатда, сорбентларнинг етарлича танловчан эмаслигини келтириш мумкин. Амалиётда микромикдордаги олтинни ажратишда танловчанликни ошириш тахлитни мураккаблаштиради, натижада, жараёни кўп босқичли қилиб, вақт, меҳнат, маблағ сарфини оширади.

Демак, табиий минерал объектлардан микроконцентрацияга эга бўлган олтинни концентрлаш ва ажратиш учун содда, қулай, комплекс ҳосил қилувчи полимер сорбентларни қўллашнинг тезкор усуллари ишлаб чиқиш зарур. Бу усуллар эса микроэлементларни ажратишда яхши танловчанликка эга бўлиши ва кенг тарқалган инструментал анализ усулларида фойдаланиш имкониятига эга бўлиши керак. Шунингдек, қулай, арзон ва заҳарли бўлмаган препаратлардан фойдаланиб, янги сорбентларнинг йўналтирилган синтезини яратиш, синтез жараёнида бегона элементлардан тозалаш даражасини назорат қилиш ва олинган сорбентлардан фойдаланишнинг мураккаб бўлмаган, энг самарадор усуллари ишлаб чиқиш долзарб муаммолардан бири ҳисобланади.

Маълумки, Республикамиз кимё саноати кун сайин жадал суръатлар билан ривожланиб бормоқда. Саноат миқёсида мочевина (600 минг т/йил), тиокарбамид (500 т/йил), формальдегид, ортофосфат кислота ишлаб чиқариш кенг йўлга қўйилган. Мамлакатимизда формальдегид ишлаб чиқаришнинг яқин йилларда 2 минг т/йилига етказилиши режалаштирилган бўлиб, бу, ўз навбатида, кенг ассортиментдаги ионалмашинувчи смолаларни синтез қилиш имкониятини яратади. Шунини алоҳида таъкидлаш керакки, ҳозирги пайтда Республикамиз саноат корхоналари эҳтиёжлари учун зарур бўлган ионалмашинувчи смолаларнинг барча маркалари (АМ-2Б, КУ-2, АНКБ-2, АН-31, АН-40, КФ-1) МДХ давлатлари ва хорижий давлатлардан валюта ҳисобига олиб келинмоқда.

Демак, юқоридагиларга асосан, шундай хулоса қилиш керакки, Республикамиз маҳаллий хомашёлари асосида янги

ионалмашинувчи смолаларни синтез қилиш, уларнинг хоссаларини ўрганиш ва саноат корхоналарида ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш долзарб вазифалардан бири ҳисобланади.

## II БОБ. БОШЛАНҒИЧ МОДДАЛАР ВА ТАРКИБИДА АЗОТ, ОЛТИНГУГУРТ, ФОСФОР БЎЛГАН КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАР ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ ИОНИТЛАР СИНТЕЗИ

### 2.1. Дастлабки моддалар ва тадқиқот усуллари

Эпихлоргидрин ва формалиннинг карбамид ҳамда тиокарбамид билан ўзаро таъсирлашиши натижасида олинган маҳсулотлар: диглицидилкарбамид (ДГК), диглицидилтиокарбамид (ДГТ), диметилкарбамид (ДМК), диметилтиокарбамид (ДМТ) ни синтез қилиш учун қуйидаги кимёвий реактивлардан фойдаланилди:

**Эпихлоргидрин (ЭХГ)** – органик модда, пропилен оксидининг хлорли ҳосиласи, формуласи  $\text{CH}_2\text{OCH-CH}_2\text{Cl}$ . Органик синтезда, эпоксид смола ва глицерин ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади. Қайнаш температураси  $115-116^\circ\text{C}$  (93,04 кПа,  $n_D^{20}$  1,4397,  $n_A^{120}$  1,1800) бўлиб, бунда икки босқичли ҳайдаш орқали фракцияга ажратилади ва кальций гидрид ёрдамида куритилади.

**Формалин** — формальдегиднинг сувдаги эритмаси (37-40% ли), таркибида 6-15% метанол мавжуд (полиформальдегид полимерланишига ингибитор). Сувдаги айрим маркалари таркибида эса 40-50% формальдегид ва 1% метанол бўлади. Узок сақлашда хиралашади ва оқ рангли қолдиқ параформальдегид чўкмага тушади;  $d_4^{18} = 1,101 \div 1,1076$ ;  $n_D^{18} = 1,3766 \div 1,3776$ ; Формалин — формальдегиднинг сувдаги эритмаси сақлаш ва ташишга қулай.

**Карбамид** -  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  — ГОСТ 2081-92. “Максам Чирчиқ” АЖҚК корхонасида 46% ли минерал ўғит сифатида ишлаб чиқарилмоқда. Оқ кристалл гранула кўринишида бўлиб, сувда яхши эрийди. Меламин, цианурат кислота ва карбамид-формальдегид смола олишда ишлатилади.

**Тиокарбамид**—  $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$  — ГОСТ 6344-73. «Техник» марка, «Навоазот» АЖда ишлаб чиқарилади, аччиқ таъмли оқ кристалл модда, суюкланиш ҳарорати  $180-182^\circ\text{C}$ , зичлиги  $1,4 \text{ г/см}^3$  га тенг; сувда яхши эрийди, метанол, пиридинда ва пиридиннинг 50 %ли суви эритмасида ҳам яхши эрийди.

**Диглицидилкарбамид (ДГК)** ва **диглицидилтиокарбамид (ДГТ)** асосида янги ионитларни синтез қилиш учун қуйидаги реактивлардан фойдаланилди:

**Диглицидилкарбамид** - қовушқоқлиги кам, оқ-сарғиш рангли суюқлик,  $d_{20}^{20} = 1.04 \text{ г/см}^3$ . Уни синтез қилиш усули 2.2-

бўлимда келтирилган.

**Диглицидилтиокарбамид** - қовушқоклиги кам, оч жигар рангли суюқлик,  $d_{20}^{20}=1.08$  г/см<sup>3</sup>. Синтез қилиш усули 2.2-бўлимда келтирилган.

**Полиэтиленполнамин (ПЭПА)** – ТУ-6-02-594-80, Нижне-Тагильск пластмасса заводида этиленли полиамин аралашмаси кўринишида ишлаб чиқарилади. Ўзига хос хидли, ёғсимон суюқлик, сувда ва спиртда яхши эрийди, ҳаво таркибидаги намликни ва карбонат ангидрид газини ютади. Таркибидаги азот микдори - 29,21%;  $d_{20}^{20}=1.04$  г/см<sup>3</sup>.

**Меламин** - (1, 3, 5-триазин-2, 4, 6-триамин) — ГОСТ 7579-76, рангсиз кристалл, сувда кам эрийди, органик эритувчиларда эрмайди. Дунё бўйича ишлаб чиқариш ҳажми 2007 йилда 1 млн тоннадан ошди. Кимёвий формуласи –  $C_3H_6N_6$ ,  $d_{20}^{20}=1,57$  г/см<sup>3</sup>.

**Полиакрилонитрил** –  $[-CH_2-CH(CN)-]_n$ , - ГОСТ 30102-93, ок рангли, чизиксимон полимер, молекуляр массаси  $(30-100) \cdot 10^3$ ; зичлиги 1,14-1,17 г/см<sup>3</sup>; шишаланиш ҳарорати - 85-90 °С, парчаланиш ҳарорати - 250 °С, қийин кристалланади, қутбли эритувчиларда эрийди (ДМСО, ДМФА, нитрат кислота, сульфат кислота ва бошқаларда), углевод ва спиртларда эрмайди ҳамда бўкмайди.

**Сульфат кислота** -  $H_2SO_4$  - ГОСТ 4204-77, кучли, икки асосли кислота, одатдаги шароитда концентрланган сульфат кислота рангсиз, ҳидсиз, оғир мойсимон суюқлик,  $d=1.8$  г/см<sup>3</sup>.

**Хлорид кислота**-  $HCl$  - ГОСТ 4677-67, водород хлориднинг сувдаги эритмаси кучли бир асосли кислота, рангсиз, тиник, ўювчи, ҳавода тутовчи суюқлик. 0,5 % атрофидаги концентрацияси инсон ошқозонидаги жараёнда иштирок этади.

**Натрий гидроксиди** - ГОСТ 4328-77, қаттиқ ўювчи натрий таркибида 92-95%  $NaOH$  ва бошқа қўшимчалар учрайди. У рангсиз, жуда гигроскопик кристалл модда бўлиб, суюқланиш ҳарорати - 318 °С ва қайнаш ҳарорати - 1388 °С га тенг. Ҳавода намликни ўзига тортганлиги учун хиралашади. Ўювчи натрий сувда яхши эрийди: 51,7 % микдори 18 °С ва 75,8 % микдори 80 °С, бундан ташқари, спиртда ҳам эрийди, натижада, жуда кўп микдорда иссиқлик ажралиб чиқади.

**Гидролизланган полиакрилонитрил (ГИПАН) синтези** – Реактивлар: 10 г полиакрилонитрил, 110 мл 8 %ли ўювчи натрий эритмаси, 250 мл метанол. Асбоб-ускуналар: Туби юмалоқ колба, кайтарма совутгич, стакан, ёғли ҳаммом. ГИПАН - очқизил рангли,

қовушқоқ суюқлик, 8-10%ли концентрациясининг зичлиги 1.05-1.07 г/см<sup>3</sup>.

300 мл ҳажмли туб юмалоқ колбага қайтарма совитгич ўрнатилиб, 110 мл (0,22 моль) 8% ли натрий ишқори эритмаси ва 10 г (0,2 моль) юпқа кесиб олиб, майдаланган полиакрилонитрил билан тўлдирилади. Аралашма қиздирилади ва ёғли ҳаммомда (ҳаммомнинг ҳарорати 100-110 °С атрофида) 13 соат давомида қайнатилади. Қачонки, эритма - рангсиз ва тиниқ ҳолатга келса қиздириш тўхтатилади, эритма совитилади ва 500 мл стаканга куйилади, 0,5 н.ли хлорид кислота эритмаси билан индикатор ёрдамида рН=8-8,2 келгунча нейтралланади.

150 мл метанол билан натрий полиакрилат ювилиб, сўнгра тиндирилади. Олинган қолдиқ Бюхнер воронкаси ёрдамида филтрланади. Тозаланган натрий полиакрилат 48 соат давомида очиқ ҳавода қуритилади, натижада, полимер унуми 15,6 г ни ташкил этади. Олинган натрий полиакрилат оқ кукунсимон модда бўлиб, сувда эрийди.

Турли металллар ионлари бўйича ионит алмашилиш сиғимининг қўшилаётган эритма рН ига боғлиқлиги қуйидагича аниқланди: 0,2 г ионит 150 мл ҳажмли колбага солиниб, 10 мл 0,05 н эритмаси ва турли микдорда (0,5 дан 20 млгача) сульфат кислотанинг 0,1 н ли эритмаси ион кучи 1 бўлгунча қўшилди. Сорбцияланган металллар концентрацияси маълум методикалар ёрдамида аниқланди [143; 8-б, 144; 19,124-б].

**Мис (II) иони бўйича ионитнинг алмашилиш сиғимини аниқлаш.** Сорбциядан кейинги эритмадан 5 мл алиқвот қисм олиниб, 50 млгача суюлтирилади, сўнгра, аммиакли комплекс ранги ҳосил бўлгунча бир неча томчи аммиак қўшилади. Аралашмага ёрқин сариқ рангли эритма ҳосил бўлгунча, мурексид индикатори қўшилади, сўнгра, трилон Бнинг 0,05 н.ли эритмаси билан оч бинафша ранг ҳосил бўлгунча титрланди. Мис (II) иони бўйича ионитнинг алмашилиш сиғими қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$C_{AC} = \frac{(V_K - V_n)N \cdot V_1}{V_1 \cdot \Gamma}$$

Бу ерда:  $V_K$  – трилон Б эритмасининг назорат эритмани титрлашга кетган ҳажми, мл;  $V_n$  – полимер билан контактдан кейин металл эритмасини титрлашга сарфланган трилон Б ҳажми, мл;  $N$  – трилон Б эритмасининг нормаллиги;  $V_1$  –  $MeSO_4$  эритмасининг умумий ҳажми, мл;  $V_2$  – алиқвот, мл;  $\Gamma$  – анионит тортими, г. [143;

10-15-б].

**Никель (II) иони бўйича алмашилиш сиғимини аниқлаш.**  
5 мл аликуот қисм олиниб, 15 мл гача сув билан суюлтирилди ва 30 мл концентранган аммиак эритмаси қўшилиб, аралашма мурексид иштирокида сариқ ранг бинафша рангга ўтгунча 0,05 н.ли Трилон Б эритмаси билан титрланди. Алмашилиш сиғими юқорида келтирилган формула бўйича аниқланди.

**Кобальт (II) иони бўйича алмашилиш сиғимини аниқлаш.**  
Комплекс бирикма ҳосил бўлиши кобальт (II) ионлари оксидланишининг олдини олиш учун аргон муҳитида ўрганилди. Сорбцияда мувозанат ҳосил бўлгандан сўнг, олинган 5 мл эритма 15 мл сув билан суюлтирилди ва бир неча томчи мурексид ва аммоний ацетатнинг тўйинган эритмасидан оч қизил ранг ҳосил бўлгунча қўшилди. Сўнгра, эритма сариқ рангга киргунча томчилатиб 2 % аммиак эритмаси қуйилди. Аралашма 0,05 н.ли Трилон Б эритмаси билан сариқ рангдан бинафша рангга ўтгунча титрланди. Алмашилиш сиғими юқорида келтирилган формула бўйича аниқланди.

**Кумуш (I) иони бўйича алмашилиш сиғимини аниқлаш.**  
Комплекс ҳосил қилувчи ионитдан 0,1 г тортим олиниб, унга таркибида кумуш нитрат бўлган (6,77 г  $\text{AgNO}_3$  – 1 л 0,5 М  $\text{HNO}_3$ ) 10 мл 0,5 М нитрат кислота эритмаси қуйилди ва 24 соатга мувозанат ҳосил бўлгунча, қоронғи жойга қўйилди. Сўнгра, 5 мл эритма олиниб, унга 1 мл темир аммонийли аччиқтош (40 г/л) эритмаси қўшилди ва аралаштириб турилган ҳолда микробюреткадаги 0,1 М  $\text{KCNS}$  эритмаси билан сариқ ранг ҳосил бўлгунча титрланди. Сорбцияланган кумуш ионлари миқдори қуйидаги формула бўйича ҳисобланди:

$$CE_{\text{Ag}} = \frac{(V_1 - V_2 \cdot k \cdot 10,8)}{p}, \text{ мг/г}$$

Бу ерда:  $V_1$  – бўш намунани титрлаш учун сарф бўлган  $\text{KCNS}$  эритмаси миқдори, мл;  $V_2$  – ишчи эритмани титрлаш учун сарфланган  $\text{KCNS}$  эритмаси миқдори, мл;  $k$  – умумий эритма ҳажмининг аликуот қисм ҳажмига нисбати;  $p$  – ионит массаси, г.

Барча ўлчашлар статик шароитда ўтказилди. Металлар ионлари бўйича алмашилиш сиғимини аниқлашда мис (0,05 н,  $\text{pH}=3,5-3,8$ ), никель (0,1 н,  $\text{pH}=6,5$ ), кобальт (0,1 н,  $\text{pH}=5,5$ ), рух (0,1 н,  $\text{pH}=5,5$ ), кадмий (0,1 н,  $\text{pH}=5,5$ ) сульфат эритмаларидан фойдаланилди. Дастлабки ва мувозанат эритмалар таркибидаги

металлар катионларининг миқдори трилонометрик титрлаш, фотоколориметрия ( $\text{Cu}^{2+}$ ) ва атом-абсорбцион спектрометрия ( $\text{Au}^{3+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ) усуллари ёрдамида аниқланди. Эритмаларнинг ионитлар билан ўзаро контакт вақтининг давомийлиги 1 сутка бўлиб, эритмалар рН и потенциометрик усулда аниқланди. Ионитларнинг гидроксил ва туз шаклларидадан фойдаланилди. Олинган натижалар эпихлоргидрин ва пиридин асосидаги АН – 31, АН – 2Ф ва АВ-16 каби аналог ионитларнинг саноат намуналари билан солиштирилди, таққосланди ва тегишли хулосалар қилинди.

## 2.2. Эпихлоргидрин ва (тио)карбамид асосида диглицидил(тио)карбамид синтези

Ионалмашинувчи полимерлар синтезида поликонденсация усули-иссиқликка чидамли қимматбаҳо юқори молекуляр бирикмаларнинг катта гуруҳини синтез қилиш учун кенг қўлланилади. Бу усулнинг кимё саноатида кенг миқёсда қўлланилиши Республикамизда хомашёларнинг (аммиак, карбамид, тиокарбамид, алдегидлар, акрилонитрил) етарли эканлиги билан ҳам боғлиқ. Поликонденсация жараёни кўп сондаги монографиялар ва таҳлилий илмий мақолаларда етарлича таҳлил қилинган [1; 93-105-б, 59; 160-164-б].

Кўпчилик ионалмашинувчи композицион бирикмаларнинг фазовий ва тўрсимон тузилиши - уларга сув ва электролитларда тегишли барқарорликни беради.

Карбамид ва тиокарбамиднинг эпихлоргидрин билан ўзаро реакцияси хона ҳароратида, бошланғич маҳсулотларнинг турли нисбатларида ўтказилди. Реагентлар аралашмаси гетероген ва барқарор бўлганлиги учун улар магнитли мешалка ёрдамида интенсив аралаштирилди. Реакция жараёнида ҳарорат хона ҳароратидан 50-100 °С ошганда, эритма рН и 10-11 дан 4-6 гача камаяди. Бу кўрсаткичлар ЭВ-74 иономери ёрдамида назорат қилиниб, унинг электроди термометр билан реакция муҳитга ўрнатилди.

Давомийлиги компонентлар нисбати ва умумий концентрацияга боғлиқ бўлган индукцион даврдан сўнг, реакция аралашма ўз-ўзидан қизийди. Карбамид ва тиокарбамиднинг эпихлоргидрин билан нисбати 1:2 бўлганда, маҳсулотнинг кўпроқ унуми (65% дан юқори) олинди.

Карбамид ва тиокарбамиднинг эпихлоргидрин билан таъсирлашми жараёни икки усулда: 1 % ли хлорид кислота ва 0,5%

ли ишқор эритмаси иштирокида амалга оширилди. (Тио)карбамид ва эпихлоргидрин 1:2 моль нисбатда.

Хлорид кислота иштирокида карбамид ва эпихлоргидрин асосида олинган маҳсулот оқ сарғиш рангли смоласимон, лиқилдок кўринишида бўлиб, молекуляр массаси -235-310, таркибидаги асосий компонент миқдори 97,8%. Тиокарбамид ва эпихлоргидрин асосида олинган маҳсулот- оч жигар рангли, қовушқоқ смоласимон кўринишда бўлиб, ўртача молекуляр массаси 210 – 280, таркибидаги асосий компонентнинг миқдори- 98,1 %.

Карбамид билан эпихлоргидриннинг ўзаро таъсири натижасида ишқорий муҳитда олинган маҳсулот- оқ сарғиш рангли, смоласимон, қуюқ, кам қовушқоқ кўринишда бўлиб, ўртача молекуляр массаси 180-300, таркибидаги асосий компонентнинг миқдори 98,2%. Тиокарбамиднинг эпихлоргидрин билан ишқорий муҳитда ўзаро таъсирлашишидан олинган маҳсулот -оч сарғиш рангли, қовушқоқ, смоласимон кўринишда бўлиб, ўртача молекуляр массаси 220-245, таркибидаги асосий компонентнинг миқдори -98,7 %.

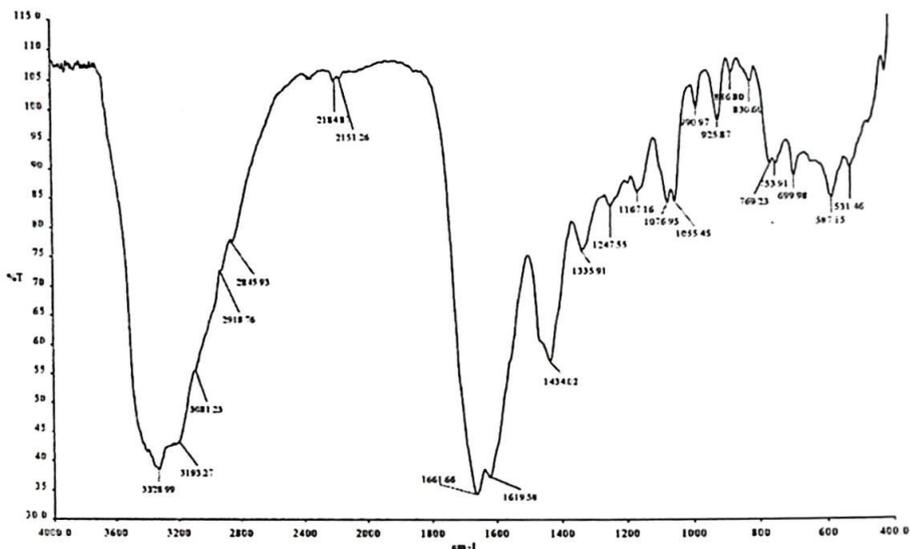
Диглицидилкарбамид (ДГК)- қовушқоқлиги кам, оқ сарғиш рангли, қуюқ смоласимон суюқлик бўлиб, молекуляр массаси 170 (криоск. [145; 335-б]), уни термометр, қайтар совитгич ва аралаштиргич ўрнатилган уч оғизли колбага эритувчи муҳитида 30 г карбамидга 20 г натрий гидроксид солиниб, 75 °С ҳароратда суюқлантириб олинди. Реакцион аралашма 35 минут аралаштириб турилиб, унга 82 мл эпихлоргидрин кўшилади. Аралашма 1 соат 100-105 °С ҳароратда, сув ҳаммомида аралаштирилиб турилиб, қиздирилади. Аста-секин билан чўкма тушиши бошланади, чўкма тўлиқ тушиб бўлгандан кейин, аралашма 20 °С гача совитилади, филтрланади, дистилланган сувда ювилади. Маҳсулот тоза идишга қуйиб олинади. Эритувчи сифатида: метил, этил спиртлари, ДМФО, ДМСО ишлатилди. Бунда дастлабки компонентларнинг моль нисбати К:ЭХГ:NaOH = 1:2:1 унум 90-95 %.

Ҳисобланган, %  $C_7H_{12}N_2O_3$ : С 47,7; Н 6,8; N 18,1; О 27,2;

Топилган, %: С 42,1; Н 6,2; N 15,6; О 26,1;

Эпоксид гуруҳ миқдори: 23%;

Диглицидилтиокарбамид (ДГТ) қовушқоқлиги кам, оч сарғиш жигар рангли, қуюқ смоласимон суюқлик бўлиб, молекуляр массаси 186 (криоск. [145; 335-б]), уни термометр, қайтар совитгич ва аралаштиргич ўрнатилган уч оғизли колбага эритувчи муҳитида 38 г тиокарбамид ва 20 г натрий гидроксиди солиниб, 75 °С



2.6-расм. Т+ЭХГ маҳсулотининг ИҚ – спектри

Бунда олинган маҳсулотнинг ютилиш чизиғида эпоксид гуруҳига хос ютилиш:- 3200-3100 ва 1300-1200  $\text{см}^{-1}$  соҳадаги валент ва 900-750  $\text{см}^{-1}$  соҳадаги деформацион табранишлар кузатилди. 1269  $\text{см}^{-1}$  ютилиш чизиғидаги эпихлоргидринга тегишли бўлган  $\text{CCl}$  боғига хос ютилиш чизиқлари кузатилмади. Аминогуруҳларга хос бўлган 1619-1661, 3328  $\text{см}^{-1}$  соҳаларда валент тебранишлар ва 750-760  $\text{см}^{-1}$  соҳаларда деформацион тебранишлар намоён бўлди. Кўрсатилган частоталар спектрларида  $\text{C}-\text{C}$  боғи 990-1076  $\text{см}^{-1}$ ,  $\text{CH}$  ва  $\text{CH}_2$  гуруҳларнинг валент тебраниши 2845-2918 ва 1247  $\text{см}^{-1}$  соҳаларда кузатилди,  $\text{C}=\text{O}$  ва  $\text{C}=\text{S}$  боғланишларнинг валент тебраниши 1455, 1434  $\text{см}^{-1}$  соҳаларда намоён бўлади ва (тио)карбамиддаги мавжуд  $\pi$  боғлар сакланиб қолгани аниқланди.

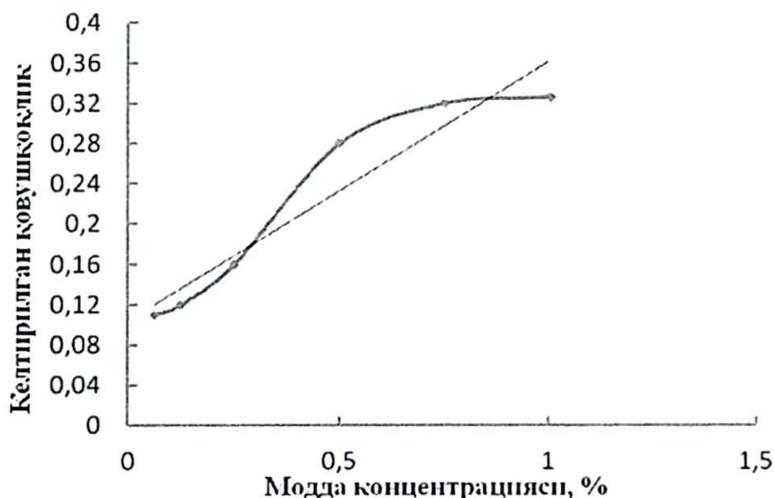
2.2-жадвал

Диглицидилкарбамиднинг суюлтирилган эритмаси учун қовушқоқликни ўлчаш натижалари

№	Эритма концент рацияси, %	Эритма нинг оқиш- вақти, сек, τ	$t_1/t_0$	$t_1/t_0 - 1$	$\frac{\eta_{\text{сол}}}{\eta_{\text{с}}} = \frac{[\eta]_{\text{с}}}{[\eta]_{\text{нмс}}} - 1$	ln	
1	0	114	-	-	-	-	-
2	1	127	1.11	0.11	0.11	0.10	0.12

3	0,75	125	1.09	0.09	0.12	0.37
4	0,5	124	1.08	0.08	0.16	0.77
5	0,25	122	1.07	0.07	0.28	1,45
6	0,125	119	1.04	0.04	0.32	2,11
7	0,0625	117	1.02	0.02	0.326	2,79

Суюлтирилган диглицидилкарбамид эритмаларининг қовушқоқлигини ўлчаш натижалари 2.2-жадвалда кўрсатилган. Жадвалдаги маълумотлар асосида диаграмма тузилди ва диглицидилтиокарбамиднинг характеристик қовушқоқлиги диаграмма бўйича аниқланди. Қовушқоқликни аниқлаш учун капиллярининг диаметри 0,54 мм бўлган Убеллоде типидagi вискозиметрдан фойдаланилди.



**2.7-расм. Келтирилган қовушқоқликнинг диглицидилкарбамид концентрациясига боғлиқлиги**

График бўйича (2.7-расм) характеристик қовушқоқликни аниқлаш мумкин. Графикдан кўриш мумкинки, синтез қилинган маҳсулотнинг характеристик қовушқоқлиги 0.12 га тенг. Бу эса, ўз навбатида, диглицидилкарбамид молекуляр массасининг бироз юқори эканлигини кўрсатади.

Суюлтирилган диглицидилтиокарбамид эритмаларининг қовушқоқлигини ўлчаш натижалари 2.3-жадвалда кўрсатилган.

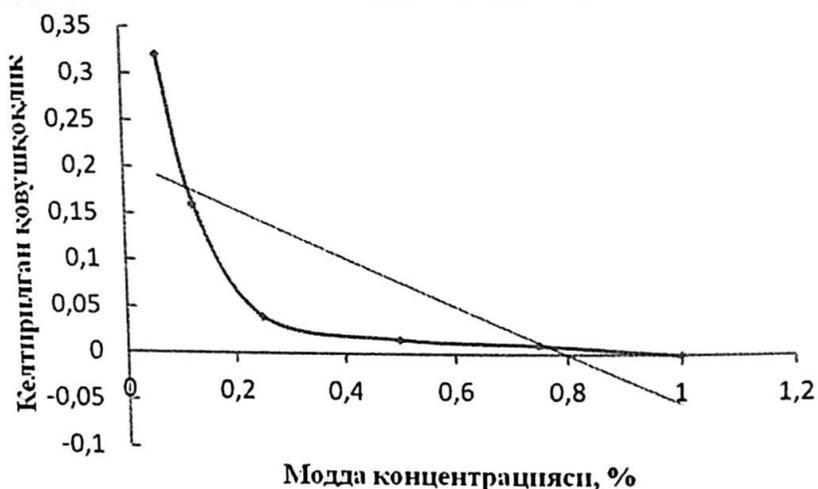
График бўйича (2.8-расм) характеристик қовушқоқликни аниқлаш мумкин. Графикдаги маълумотларга асосан синтез қилинган олигомернинг характеристик қовушқоқлиги 0.2 га тенг.

Бу эса диглицидилтиокарбамиднинг куйи молекуляр массага эга эканлигини кўрсатади.

### 2.3-жадвал

#### Диглицидилтиокарбамиднинг суюлтирилган эритмаси учун қовушқоқликни ўлчаш

№	Эритма концентрацияси, %	Эритманинг оқиш вақти, сек, $\tau$	$t_1/t_0$	$t_1/t_0 - 1$	$\frac{\eta_{\text{сол}}}{c} = \theta$	$\ln \cdot$	
1	0	114	-	-	-	-	-
2	1	115	1.008	0.008	0.008	0.0079	0.2
3	0,75	115	1.008	0.008	0.01	0.2956	
4	0,5	115	1.008	0.008	0.016	0.7011	
5	0,25	116	1.01	0.01	0.04	1.3962	
6	0,125	117	1.02	0.02	0.16	2.0992	
7	0,0625	117	1.02	0.02	0.32	2.7923	



2.8-расм. Келтирилган қовушқоқликнинг диглицидилтиокарбамид концентрациясига боғлиқлиги

Бундан ташқари, синтез қилинган маҳсулот замонавий компьютер программаси Nureg Chem 806 нинг махсус дастури ёрдамида квант-кимёвий анализ ҳам қилинди. Анализ натижалари тажрибаларда олинган натижалар билан солиштирилди, таққосланди ва тегишли хулосалар чиқарилди.

### 2.3. Тиокарбамиднинг эпихлоргидрин билан таъсирлашиш реакциясини ўрганиш

Одатда, ионалмашинувчи смолаларни поликонденсация усулида синтез қилишда мономерлар сифатида галоген таркибли эпоксибирикмалар, эпихлоргидрин, ионитларнинг эксплуатацион хоссаларини яхшилайдиган ҳар хил модификацияланган реагентлар билан бирга, ди-, три- ва полиаминлар ҳам қўлланилади.

Эпихлоргидрин ва аммиакнинг сув (ёки гликолла) иштирокида конденсацияланишидан алмашиниш сифими 7 мг-экв/г гача бўлган ионалмашинувчи материаллар олинган [148].

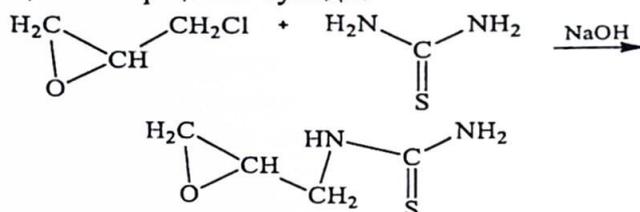
Аммиакнинг эпихлоргидрин билан конденсация маҳсулотларига гетероциклик бирикмалар таъсир эттирилиб, юқори алмашиниш сифимига эга бўлган, оксидланишга чидамли ва яхши кинетик хоссали кучсиз асосли анионитлар олинган [149].

Эпихлоргидрин билан полиэтиленполиаминнинг поликонденсация ланишидан ионалмашиниш хоссасига эга бўлган полиэлектролитлар синтез қилинган [150; 949-954-б].

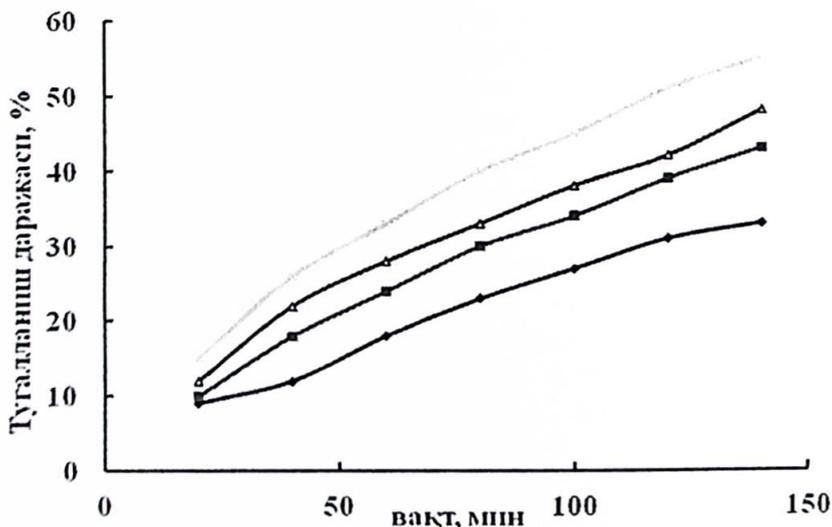
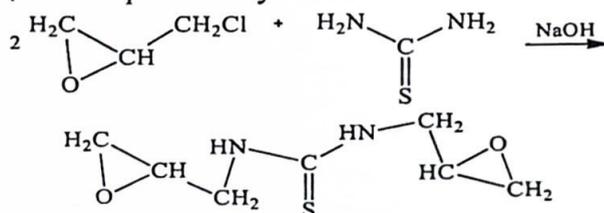
Тиокарбамид эпихлоргидрин билан хона ҳароратида шиддатли равишда иссиқлик ажралиши билан ўзаро таъсирлашади. Эпихлоргидриннинг тиокарбамид билан реакцияси суръатини бир хил ушлаш ва экзотермикликни пасайтириш учун конденсация реакцияси эритувчи иштирокида ўтказилади. Эритувчилар сифатида эса этил, изоамил спиртлар, диметилформамид, толуолдан фойдаланилади.

Полимер олишнинг юқори унумига изоамил спирт ва диметилформамиддан фойдаланилганда эришилади. Реакция тезлиги ва полимер унуми ишлатиладиган эритувчи миқдорига боғлиқ. Конденсация реакциясининг давомийлиги, анионит хоссасига тиокарбамид ва эритувчи масса нисбатлари (0,5:1,0:1,5:2,0:2,5) нинг таъсири атрофлича ўрганилди. 1 масса қисм тиокарбамидга 0,5-0,6 масса қисм эритувчидан фойдаланилганда, конденсация реакцияси шиддатли суръатда боради ва бунда механик мустаҳкамлиги кам бўлган мўрт полимер ҳосил бўлади. Эритувчи миқдорининг 1,5 дан 2,5 масса қисмга ортиши реакцион масса қотиш вақтининг узайишига олиб келади (100-120 соат). Бир масса қисм эритувчи ва 1 масса қисм тиокарбамиддан фойдаланилганда, конденсация жараёни бир маромда боради ва олинган маҳсулотнинг механик чидамлилиги яхши ҳамда етарлича алмашиниш сифимига эга бўлади [151; 81-б.]. Тажриба натижалари 2.5 ва 2.6 -расмда келтирилган.

Эпихлоргидрин концентрацияси ўзгариши бўйича реакция тезлик константаси ҳисобланганда, маҳсулотнинг ҳосил бўлиши эпихлоргидриндаги хлор атомининг тиокарбамид аминогуруҳидаги ҳаракатчан водород атомлари билан ўзаро таъсирлашиши ҳисобига бориши тахмин қилинди. Реакциянинг биринчи босқичида глицидилли ҳосилалар ҳосил бўлади:



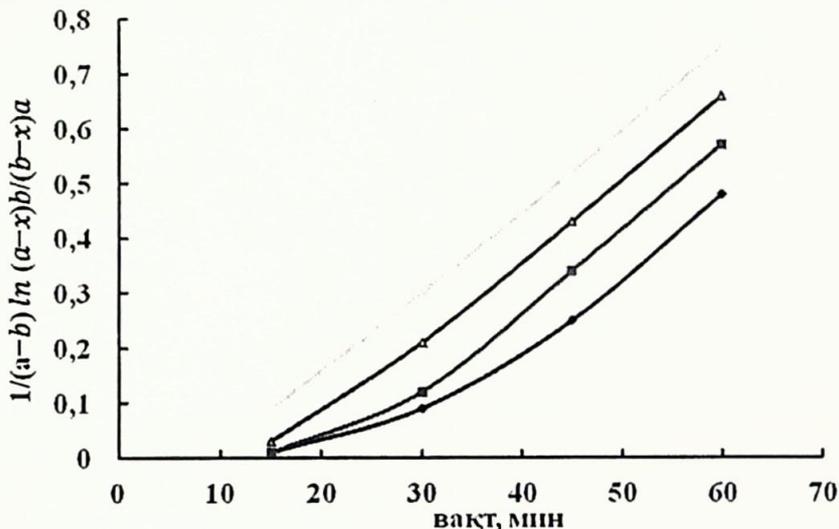
Амиддаги 2 та водород атомлари алмашилишидан ҳам глицидилли ҳосилалар олиш мумкин:



1) 80 °C (—); 2) 90 °C (—■—); 3) 100 °C; (—□—) 4) 110 °C (—○—).

2.9-рассм. Эпихлоргидриннинг тиокарбамид билан конденсациясининг турли ҳароратларда тугалланиш даражаси  
2.5-рассмда турли ҳароратларда полимерланиш даражасининг

жараён давомийлигига боғлиқлиги келтирилган. Бу натижаларга асосланиб, турли ҳароратларда таъсирлашувчи моддалар концентрациялари ўзгаришининг вақтга логарифмик боғлиқлиги топилган. Натижаларни ҳисоблаш учун 20% дан кўп бўлмаган ўзгариш даражаси билан мослаштирилди.



1) 80 °C (—); 2) 90 °C (—); 3) 100 °C; (—) 4) 110 °C (—).

2.10-расм. Турли ҳароратдаги реакция жараёнида таъсирлашувчи моддалар концентрациялари логарифмларининг ўзгариши

2.6-расмда кўриниб турибдики,

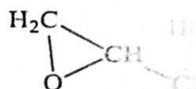
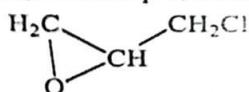
$$\frac{1}{a-b} \ln \frac{(a-x)b}{(b-x)a} - \tau$$

координатасидаги чизикли боғлиқликнинг кузатилиши, мазкур жараён иккинчи тартибли тенглама бўйича борадиган реакцияни ўз ичига олиши мумкин. Тезлик константасининг ҳароратга боғлиқлиги Аррениус тенгласига бўйсунди [149; 115-б].

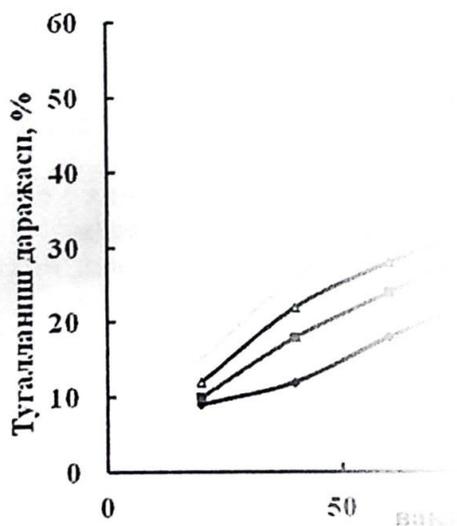
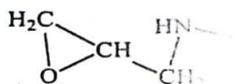
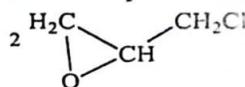
Бунда ҳосил бўлган глицидилли ҳосилалар таркибидаги эпоксид гуруҳининг очилиши ҳисобига аминогуруҳ билан таъсирлашади ва алоҳида полиамин молекулалари водород атоми чиқиб кетиши натижасида кўндаланг кўприк ҳосил қилиб бирикади.

Олинган маҳсулотнинг тузилишини ўрганиш мақсадида дастлабки моддалар ва маҳсулотнинг ИҚ-спектрлари солиштирилди. Реакция турли ҳарорат ва муҳитларда олиб

Эпихлоргидрин концентрацияси константаеи ҳисобланганда, эпихлоргидриндаги хлор атомига ҳаракатчан водород атомлари бири-бириши тахмин қилинди. Бу глицидилли ҳосилалар ҳосил бўлади.



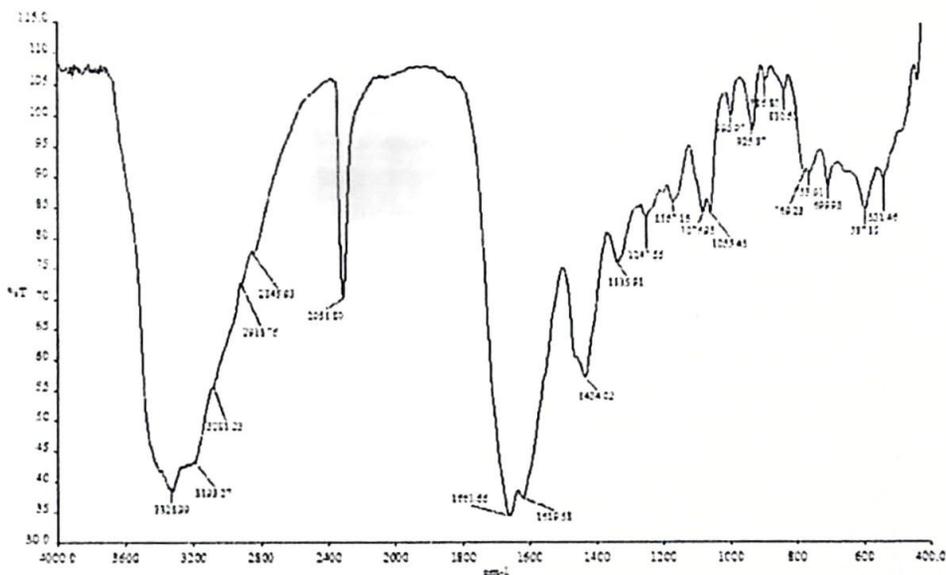
Амиддаги 2 та водород глицидилли ҳосилалар олиш мумкин.



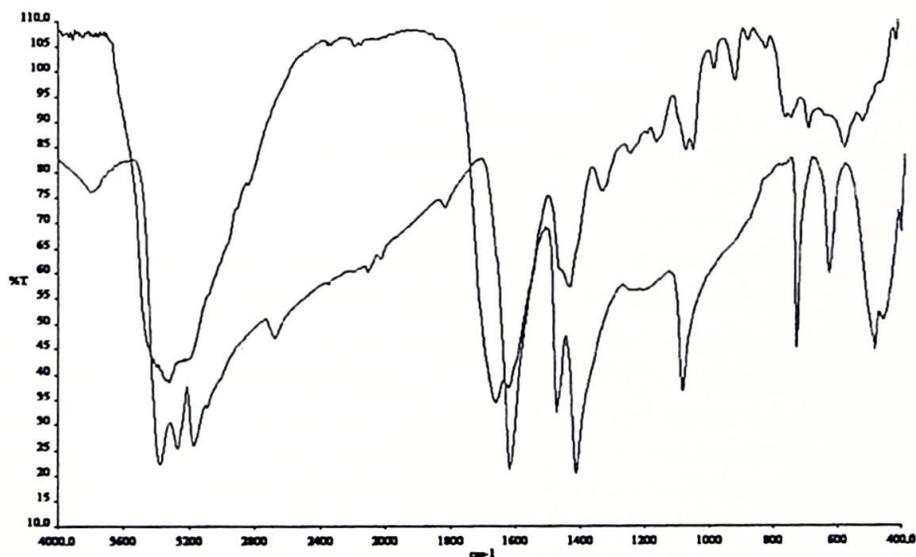
1) 80 °C (—); 2) 90 °C (—); 3) 100 °C (—)

2.9-расм. Эпихлоргидриннинг турли ҳароратлардаги конденсациясининг турли ҳароратлардаги тугалланиш даражаси вақтга нисбатан ўзгариши.

2.5-расмда турли ҳароратлардаги тугалланиш даражаси вақтга нисбатан ўзгариши.



**2.13- расм. Тиокарбамид ва эпихлогидрин асосида кислотали муҳитда олинган диглицидилтиокарбамиднинг ИҚ – спектри**

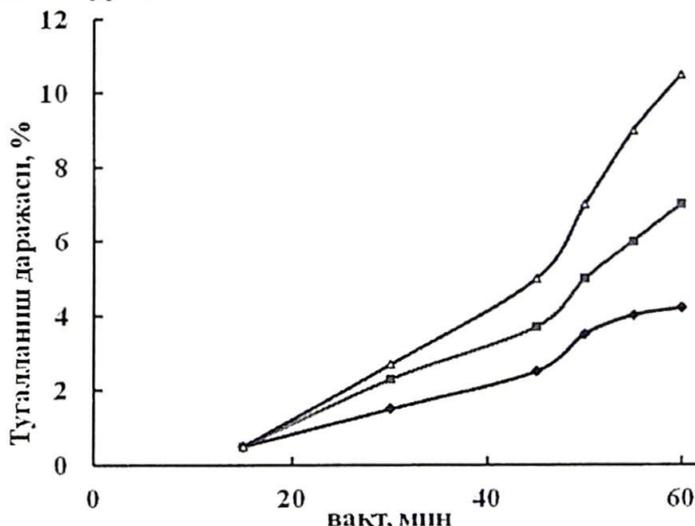


**2.14-расм. Диглицидилтиокарбамид (а) ва тиокарбамид(б)нинг ИҚ - спектрлари**

Бунда нейтрал ва кислотали муҳитларда олинган маҳсулотларнинг ютилиш чизиғида эпоксид гуруҳига хос ютилиш



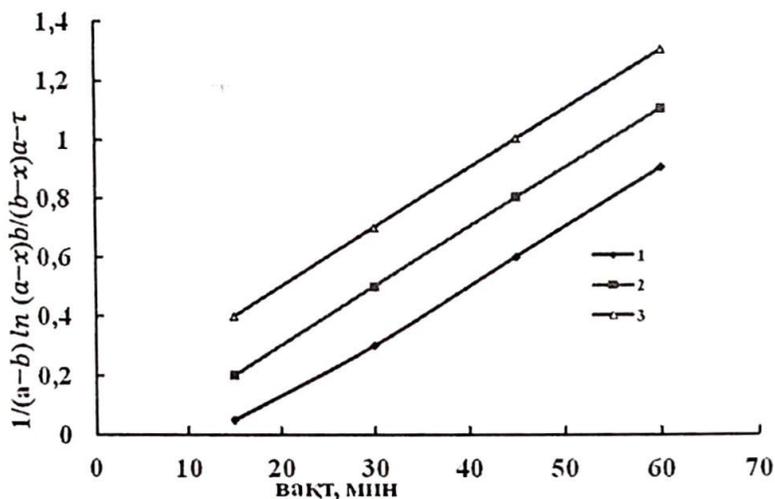
га сезиларлича камайиши кузатилади. 120 °С ҳароратда жараён давомийлиги деярли 3 марта қисқаради, лекин шу билан бирга, характеристик ковушқоқлик ҳам 1,0 гача пасаяди. Шунинг учун, тажриба натижаларига асосланган ҳолда, тиокарбамиднинг эпихлоргидрин билан поликонденсация реакцияси учун оптимал ҳарорат 100 °С деб қабул қилинган. Бунда 8 соат давомида бир маромда реакцияни ўтказиш натижасида ҳосил бўлган маҳсулот яхши физик-кимёвий кўрсаткичлари ва механик хоссалари билан ажралиб туради.



1) 10% (—); 2) 20% (—); 3) 30% (—) эпихлоргидрин миқдори.

### 2.15-расм. Тиокарбамид ва эпихлоргидриннинг 100 °С да поликонденсациясининг тугалланиш даражаси

Эпихлоргидрин концентрациясининг поликонденсация жараёнига таъсири 100 °С да 10, 20, 30% тиокарбамид билан эпихлоргидрин массасига нисбатан ўрганилди. 2.15-расмда эпихлоргидрин ва тиокарбамид поликонденсациясининг тугалланиш даражаси турли нисбатларда реакция давомийлигига (t) ва тугалланиш даражасига (A) боғлиқлиги келтирилган, 2.16-расмда эса, реакция тезлик константасининг эпихлоргидрин концентрацияси логарифмларига боғлиқлиги ифодаланган.



1) 10% (—); 2) 20% (—); 3) 30% (—) эпихлоргидрин миқдори.

### 2.16-расм. Реакция жараёнида таъсирлашувчи моддалар концентрациялари логарифмларининг ўзгариши

2.16-расмдан кўриниб турибдики, 100 °С да тиокарбамид концентрацияси ошиши билан тезлик константаси ҳам ошади. Маҳсулот синтезида, дастлабки моддалар концентрацияси унинг физик-кимёвий хоссаларига таъсир этувчи муҳим омил ҳисобланади.

Ушбу маҳсулотни олишда эпихлоргидрин чокловчи агент ҳисобланади, шунинг учун унинг реакция аралашмадаги концентрацияси нафақат чоклашга, балки фаол гуруҳларнинг миқдорий нисбатига ҳам таъсир қилади (2.5-жадвал).

### 2.5-жадвал

#### Олинган маҳсулот хоссаларининг реакция фазадаги эпихлоргидрин ва тиокарбамид концентрацияларига боғлиқлиги

Реакцион аралашмада эпихлоргидриннинг моль миқдори	Характеристик қовушқоқлиги,	Сувда эрувчанлиги, %	Реакция унуми, %
1,0	2,2	35	64,0
1,5	2,3	45	76,0
2	2,7	55	92,0

Тиокарбамид аминогруҳларининг ҳаракатчан водород

атомлари эпихлоргидриннинг эпоксид гуруҳи билан ўзаро таъсирлашади, натижада, дастлабки бирламчи аминогуруҳлар иккиламчига, иккиламчи эса учламчига ўтади. Эпихлоргидрин микдорининг ошиб бориши билан маҳсулотнинг қовушқоклиги ҳам ошади, эрувчанлиги эса камаяди. Эпихлоргидрин массасига нисбатан 1,5 моль ва 20 % тиокарбамиддан фойдаланилганда, маҳсулотнинг қовушқоклиги катта бўлади, лекин кислота эритмасида маҳсулот рангининг ўзгариши кузатилади. Буни эса, ўз навбатида, маҳсулотнинг қисман эриши билан тушунтириш мумкин. Тадқиқотлар давомида эпихлоргидрин тиокарбамиднинг ортиқча микдори билан тўлиқ таъсирлашмаслиги аниқланди. 2.5-жадвалдан кўриниб турибдики, эпихлоргидриннинг оптимал нисбати 2 молга тенг.

#### **2.4. Диглицидилкарбамид (диглицидилтиокарбамид)нинг ПЭПА, меламин ва ГИПАН асосидаги комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитлар синтези**

Маълумки, реакция қобилиятли гуруҳ тутган полимерлар металл ионларини концентрлаш ва ажратишда ионалмашинувчи сорбент сифатида кенг қўлланилади. Ионалмашинувчи полимерлар эритмалар таркибидаги металл ионларни тўлиқроқ концентрлаш ва ажратиш олиш имконини беради. Улар, асосан, саноат оқава сувлари ва гидрометаллургия корхоналари чиқиндилари таркибидаги рангли, ноёб ва нодир металл ионларни концентрлаш ва ажратиш олиш жараёнида истиқболли ва самарали реагентлар ҳисобланади. Металл ионларини концентрлаш ва ажратишнинг ионалмашиниш усуллари бағишланган илмий ишлар сони кўп бўлишига қарамадан, гидрометаллургия саноати учун бу муаммонинг ечими долзарб ва биринчи даражали бўлиб қолмоқда.

**Ионитлар синтези.** Ионитлар механик аралаштиргич, қайтар совитгич, термометр ва томчи воронка билан жихозланган тўрт оғизли реакторда, 36% ли NaOH эритмаси билан қиздириш натижасида синтез қилинди. Ҳосил бўлган гель сопол косачага ўтказилиб, қуритиш шкафида 80-100 °C да қотирилди [155; 444-446-б.].

**Диглицидилкарбамид ва полиэтиленполиамин асосидаги ионит.** 86 мл диглицидилкарбамидга 60 °C ҳароратда 20 мл 36% ли NaOH қўшилди. 35 мл ПЭПА қўшиб, 105 °C ҳароратгача қиздирилди ва 3,5 соат давомида аралаштирилди, олинган

маҳсулотни сопол косачага солиб, қуритиш шкафида 120 °С ҳароратда 8 соат давомида қуритилди. Диглицидилкарбамид: полиэтиленполиамин нисбати=1:1. Ионит унуми- 96%. Олинган маҳсулот дистилланган сув, 4% ли ишқор эритмаси ва 5% ли хлорид ҳамда сульфат кислота эритмаси билан ювилади.

**Диглицидилкарбамид ва меламина асосидаги ионит.** 86 мл диглицидилкарбамидга 60°С ҳароратда 20 мл 36% ли NaOH қўшилди. Сўнгра, унга 63 г меламина қўшиб, 105°С ҳароратда қиздирилди ва 3,5 соат давомида аралаштирилди. Сўнгра, сопол косачага солиниб, қуритиш шкафида 120°С ҳароратда 8 соат давомида қуритилди. Диглицидилкарбамид: меламина нисбати=1:1. Ионит унуми- 93 %. Олинган маҳсулот дистилланган сув, 4% ли ишқор эритмаси ва 5% ли хлорид ҳамда сульфат кислота эритмаси билан ювилади.

**Диглицидилкарбамид ва ГИПАН асосидаги ионит.** 86 мл диглицидилкарбамидга 60 °С ҳароратда 20 мл 36% ли NaOH қўшилди. Унга 52 мл ГИПАН қўшиб, 105 °С ҳароратгача қиздирилди ва 1,5 соат давомида аралаштирилди, сўнгра, сопол косачага солиниб, қуритиш шкафида 120 °С ҳароратда 8 соат давомида қуритилди. Диглицидилкарбамид: ГИПАН нисбати=1:1. Ионит унуми- 91 %. Олинган маҳсулот дистилланган сув, 4% ли ишқор эритмаси ва 5% ли хлорид ҳамда сульфат кислота эритмаси билан ювилади.

**Диглицидилтиокарбамид ва полиэтиленполиамин асосидаги ионит.** 94 мл диглицидилтиокарбамидга 60 °С ҳароратда 20 мл 36% ли NaOH қўшилди. Унга 35 мл ПЭПА қўшиб, 105°С ҳароратгача қиздирилди ва 3,5 соат давомида аралаштирилди. Сўнгра, сопол косачага солиниб, қуритиш шкафида 120°С ҳароратда 8 соат давомида қуритилди. Диглицидилтиокарбамид: полиэтиленполиамин нисбати=1:1 Ионит унуми- 97%. Олинган маҳсулот дистилланган сув, 4% ли ишқор эритмаси ва 5% ли хлорид ҳамда сульфат кислота эритмаси ёрдамида ювилади.

**Диглицидилтиокарбамид ва меламина асосидаги ионит.** 94 мл диглицидилтиокарбамидга 60°С ҳароратда 20 мл 36% ли NaOH қўшилди. Унга 63 г меламина қўшилиб, 105°С ҳароратгача қиздирилди ва 3,5 соат давомида аралаштирилди. Сўнгра, сопол косачага солиниб, қуритиш шкафида 120°С ҳароратда 8 соат давомида қуритилди. Диглицидилтиокарбамид: меламина нисбати=1:1. Ионит унуми -95 %. Олинган маҳсулот дистилланган сув, 4% ли ишқор эритмаси ва 5% ли хлорид ҳамда сульфат кислота

эритмаси билан ювилади.

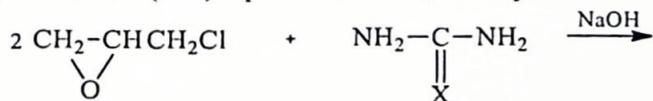
**Диглицидилтиокарбамид ва ГИПАН асосидаги ионит.**  
 94 мл диглицидилтиокарбамидга 60°C ҳароратда 2 мл 36% ли NaOH қўшилди. Сўнгра, 52 мл ГИПАН қўшиб, 105°C ҳароратгача киздирилди ва 1,5 соат давомида аралаштирилди. Ҳосил бўлган маҳсулот сопол косачага солиниб, қуритиш шкафида 120°C ҳароратда 8 соат давомида қуритилди. Диглицидилтиокарбамид: ГИПАН нисбати=1:1. Ионит унуми- 93 %. Олинган маҳсулот дистилланган сув, 4% ли ишқор эритмаси ва 5% ли хлорид ҳамда сульфат кислота эритмаси билан ювилади.

Сувли ва органик муҳитларда диглицидилкарбамид ва диглицидилтио- карбамиднинг ПЭПА, меламина ва ГИПАН билан ўзаро реакцияси унча юқори бўлмаган ҳароратда содир бўлади. Бу жараёни тадқиқ этиш, яъни полимерланиш жараёнида диглицидилкарбамид ва диглицидилтиокарбамиддаги эпокси гуруҳнинг очилиш механизми, шунингдек, аминогуруҳ табиатининг реакция кинетикаси ва ҳосил бўлган полимерлар хоссаларига таъсирини ўрганиш, шубҳасиз, қизиқиш уйғотади.

ДГТ+ПЭПА ўзаро 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 1278 см<sup>-1</sup> соҳадаги ютилиш чизиклари қайд этилмаган. Аминогуруҳнинг 1625, 1658 ва 3414 см<sup>-1</sup> соҳадаги частоталарда ютилиши кузатилган. Олинган спектрларда С–С боғи 973-1071, СН ва СН<sub>2</sub> гуруҳларининг валент тебраниши 2829-2946 ва 1455 см<sup>-1</sup> соҳасида, С=S, С=О боғи ютилиш чизиклари 1431 см<sup>-1</sup> соҳада кўринади. Бу эса, ўз навбатида, олинган полимерда С=S, С=О боғи сақланиб қолганидан далолат беради.

ИҚ-спектроскопик тадқиқотлар асосида, шунингдек, адабиётлардаги [174; 123-126-б] маълумотлар атрофлича таҳлил қилиниб, диглицидилкарбамид ва диглицидилтиокарбамиднинг аминобирикмалар билан полимерланиш реакция тенгламаси куйидагича тақлиф қилинади:

1. Диглицидил(тио)карбамиднинг ҳосил бўлиши:





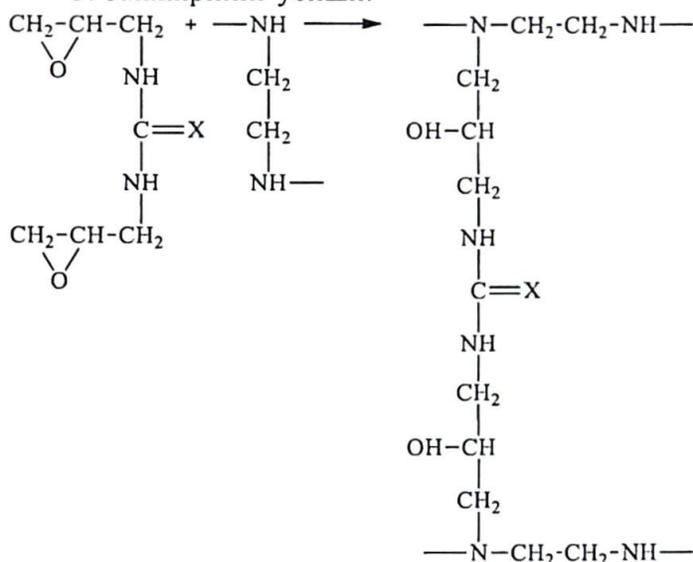
Иницирланиш босқичининг тезлигини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$W_2 = K_{ин} [M],$$

Бу ерда:  $[M]$  – Диглицидил(тио)карбамиднинг моляр концентрацияси.

Цвиттер – ион ҳосил бўлиши билан мономер ҳосилалар бирикиши натижасида, занжир- одатдаги анион полимерланиш схемаси бўйича ўсишни бошлайди.

3. Занжирнинг ўсиши:



бу ерда:  $X=O$  ва  $S$

Занжирнинг ўсиш тезлиги қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

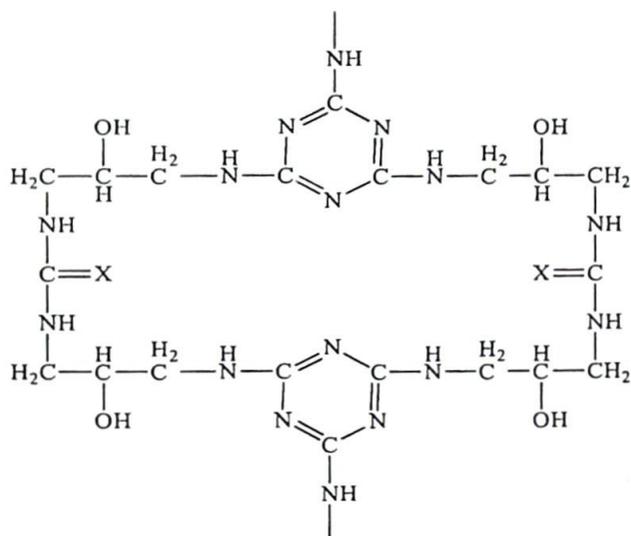
$$W_3 = K_p [A] [M],$$

бу ерда,  $[A]$  – фаол марказларнинг моляр концентрацияси.

Занжирнинг узилиши ўсаётган макроцвиттер-ионларининг сув билан ўзаро таъсирлашиши натижасида содир бўлади.

4. Занжирнинг узилиши:





Диглицидилкарбамид ва диглицидилтиокарбамиднинг полиэтилен-полиамин, меламин ҳамда ГИПАН билан ўзаро реакциялари кинетикаси дастлабки реагентларнинг турли моль нисбатларида ўрганилганда, полимерланиш реакцияси унуми компонентлар эквимольяр нисбатда олинганда, максимумга эришиши аниқланди (2.6-жадвал).

2.6-жадвал

Ионитларнинг асосий физик-кимёвий хоссалари ва олиниш шароитлари

№	Мономерларнинг моль нисбатлари	t, °C	Ионитнинг фаол функционал гуруҳлари	Полимер унуми, %	Ионитларнинг бўқувчанлиги	САС, 0,1 н НСІ мг·экв/г
ДГК+ПЭПА						
1	1 : 0,5	70	$\begin{array}{c} \text{—NH}_2\text{,=NH: =O} \\ \equiv\text{N} \end{array}$	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	$\begin{array}{c} \text{—NH}_2\text{,=NH;} \\ \text{=O} \end{array}$	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	$\begin{array}{l} \text{—NH}_2\text{=NH;} \\ \text{=O} \\ \text{COOH; COONa} \end{array}$	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	$\begin{array}{l} \text{—NH}_2\text{=NH; =S} \\ \text{≡N} \end{array}$	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	$\begin{array}{l} \text{—NH}_2\text{=NH;} \\ \text{=S:} \end{array}$	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	$\begin{array}{l} \text{—NH}_2\text{=NH;} \\ \text{=S} \\ \text{COOH; COONa} \end{array}$	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

2.6-жадвалдан кўринадики, диглицидилкарбамид ва диглицидил-тиокарбамиднинг полиэтиленполиамин (ПЭПА), меламина ва ГИПАН билан дастлабки компонентларнинг турли моляр нисбатларида, ҳароратнинг кенг интервалида (70-110 °C) ўз-ўзидан полимерланиши ўрганилганда, дастлабки мономерлар эквимоляр нисбатда бўлганда, полимер моддалар кўпроқ унумда ҳосил бўлиши аниқланди. Шунингдек, олинган ионитларнинг алмашилиш сифими эритма рН и ва сорбцияланувчи ион валентлигига боғлиқлиги ҳам исботланди.

Олинган ионалмашинувчиларнинг функционал гуруҳлари  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  ва бошқа катионлар билан мустаҳкам комплекс бирикмалар ҳосил қилишга мойиллиги кўрсатилган.

Ионитлар кўп ҳолатларда полифункционал бирикмаларнинг назорат қилиб бўлмайдиган таркибли мураккаб аралашмаларидан олинади. Натижада, кимёвий реакцияга киришмаган дастлабки мономерлар бир хил бўлмаган сондаги звеноли олигомерлар бўлиб, ионит таркибига киради ва оқибатда, реакцион қобилиятга эга бўлган функционал гуруҳлари бир-бири билан боғланган ҳолатда бўлади.

Турли сополимерларни полимер-аналогик ўзгартириш йўли билан олинган комплекситлар бир қанча камчиликларга эга бўлиб, бу камчиликлар: доналарнинг механик чидамсизлиги ва осмотик турғун бўлмаслиги, ионоген гуруҳларнинг полимер донида бир хил тақсимланмаганлиги, кимёвий ўзгаришлар натижасида қўшимча гуруҳлар ва чокларнинг ҳосил бўлишидир.

Ионит хоссаларини режалаштирилган ва белгиланган мақсадларга асосан бошқариш, унинг кўрсаткичларини янада яхшилаш учун полимер-аналог ўзгартириш йўли билан амфотер ионалмашинувчи комплекситлар олиш мақсадида тегишли тадқиқотлар ўтказилди.

Ушбу тадқиқотлар асосида ГИПАНни чокловчи агентлар ёрдамида аминларга чоклаш йўли билан амфолит ҳосил бўлиш қонуниятлари ўрганилди ва чоклаш жараёнига турли омиллар: реакция ҳарорати, дастлабки моддалар нисбати ва эритувчи табиатининг таъсири ўрганилди.

ГИПАНни чоклаш жараёни: 70, 80, 90 ва 100 °С ҳароратларда олиб борилди. Бунда реакциянинг давомийлиги, амфолитнинг сувдаги солиштирма ҳажми ва 0,1 н. NaOH эритмаси бўйича статик алмашиниш сизими аниқланди. Олинган натижалар 2.7-жадвалда келтирилган.

## 2.7-жадвал

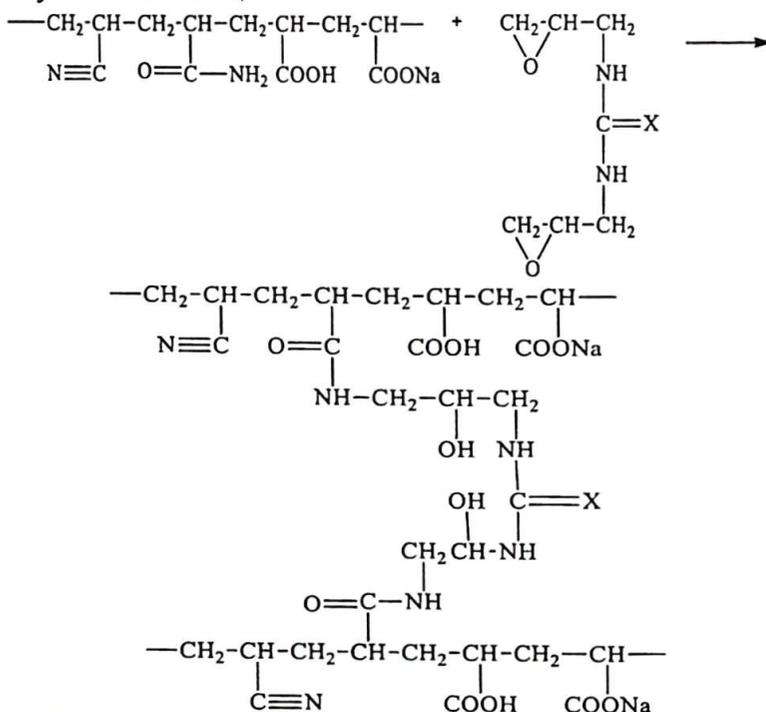
### Амфолит хоссаларига чоклаш ҳароратининг таъсири

№	Реакция ҳарорати t, °С	Реакция давомийлиги t, соат	Na-шаклдаги амфолитнинг сувда бўлган солиштирма ҳажми, мл/г	CaC, 0,1 н.ли NaOH эритмаси, мг-экв/г
1.	70	5	7,5	8,3-8,9
2.	80	4,5-5	6,0	8,9
3.	90	3-3,5	6,5-6,8	7,2
4.	100	3	5,4	7,8-8,0

2.7-жадвалдаги маълумотларга кўра, 70°С ҳароратда чоклаш

реакциясининг давомийлиги- 5 соат, амфолит алмашилиш сиғими эса -8,3-8,9 мг-экв/г. Бу берилган ҳароратда таъсирлашувчи моддалар фаоллиги суи эканлигини билдиради. Реакция ҳарорати 100°C гача оширилиши натижасида чоклаш реакцияси шиддат билан боради, реакция вақти 3 соатгача қисқаради, шу билан бирга, амфолитнинг бўкувчанлиги ва алмашилиш сиғими катталиги ҳам камаяди. Шундан кўриниб турибдики, ушбу ҳароратда олинадиган амфолит анча зич бўлади, натижада, ионоген гуруҳлар ҳаракатчанлиги қийинлашади [165; 186-169 б].

Чоклаш жараёни, ўз навбатида, аминогуруҳларнинг эпоксид гуруҳлар билан ўзаро таъсирлашиши натижасида цвиттер-ион ҳосил бўлишига боғлиқ.



бу ерда X=O ва S.

Синтез қилинган ионитнинг бўкишига турли муҳит таъсирини ўрганиш учун: ацетон, дихлорэтан, этил спирт, диметилформаид ва фосфор (III) хлорид каби турли эритувчилардан фойдаланилди (2.8-жадвал).

## 2.8-жадвал

## Ионитларнинг дастлабки бўқувчанлигига эритувчилар таъсири

(35°C ҳароратда 3 кун давомида)

Эритувчилар	Эритувчиларда амфолитнинг бўқувчанлиги, мл/г	CaCl <sub>2</sub> , 0,1 н.ли NaCl эритмасида, мг-экв/г	Амфолитларнинг сувдаги солиштирма ҳажми, мл/г
<b>ДГК+ГИПАН</b>			
Ацетон	3,2-3,6	2,4-2,7	2,3
Бензол	2,8-3,2	2,8	2,1
Дихлорэтан	3,1-3,8	2,7	2,6
Толуол	3,0-3,5	2,2-2,7	2,2
ДМФА	3,3-3,7	3,7-4,1	3,4-3,9
Этил спирти	3,0-3,4	2,8	2,4
Фосфор (III) хлорид	3,8-4,1	3,5-3,9	3,5-3,6
NaOH 10%-ли	2,5-2,8	2-2,2	2,1-2,5
NaOH 25%-ли	2,4-2,8	1,8-2,2	2,6
<b>ДГТ+ГИПАН</b>			
Ацетон	3,5-3,8	3,0-3,2	2,6
Бензол	3-3,5	3	2,6
Дихлорэтан	3,5-4,0	3,7	2,7
Толуол	3,4-3,6	2,9-3,0	2,6
ДМФА	3,7-3,9	4,2-4,6	2,8-3,2
Этил спирти	3,2-3,6	3,8	2,7
Фосфор (III) хлорид	4,0-4,8	4,5-5	3,5-3,8
NaOH 10%-ли	3-3,3	3-3,2	2,6-2,8
NaOH 25%-ли	3,2-3,5	2,8-3	2,8

Бундай тажрибаларда: ацетон, дихлорэтан ва этил спиртдан фойдаланилганда, алмашилиш сиғими камайганлиги кузатилади, ДМФАда эса амфолит хоссалари яхшиланди, энг яхши натижаларга эса- фосфор (III) хлориддан фойдаланилганда эришилди. Заррачаларни фосфор (III) хлоридда чуқурроқ ботириб - ишлов бериш туфайли молекуляр тўрни кенгайтириш ва активлаш жараёнини анча енгиллаштириш мумкин (2.8-жадвал).

Юқори кўрсаткичли амфотер ионитларнинг тузилиши ва

хоссаларига, дастлабки амфолит тузилиши ва хоссаларининг таъсирини ўрганиш мақсадида, дастлабки моддалар нисбатининг таъсири атрофлича кўриб чиқилди.

Турли сондаги кўндаланг боғли амфолитлар олиш учун ионитларнинг турли намуналари синтез қилинди. Кимёвий реакциялар таъсирлашувчи моддалар диглицидил(тио)карбамид ва ГИПАНнинг 1:1 дан 1:2 гача моль нисбатларида ўтказилди.

## 2.9-жадвал

Диглицидил(тио)карбамид ва ГИПАНнинг турли моль нисбатларида синтез қилинган амфолитларнинг асосий физик-кимёвий хоссалари

Мономерларнинг моль нисбатлари	Амфолитнинг сувдаги солиштирма ҳажми, ОН-формада, мл/г	САС, (мг·экв/г) 0,1 н.ли эритмада, рН = 5–6.				
		NaOH	NaCl	CuSO <sub>4</sub>	NiSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>
<b>ДГК+ГИПАН</b>						
1:1	7-7,5	5,5	4,5-5	1,7	1,01	2,2
1,25:1	7,2-7,5	4,5-5	5,5	1,4-1,6	1,24	2,6
1,5:1	6,5-7	4,0	3,1	1,6	1,2	2,1
2:1	6-6,8	4,1	3,2	1,4	1,1	2,0
<b>ДГТ+ГИПАН</b>						
1:1	7-7,5	8-8,5	5,5-6	1,9	1,8	3,1
1,25:1	7,2-7,5	5,5-6	6,5	1,9-2,1	1,88	3,2
1,5:1	6,5-7	5,5	3,6	1,8	1,4	2,4
2:1	6-6,8	5,3	3,6	1,6	1,5	2,4

Диглицидил(тио)карбамиднинг ГИПАН билан ўзаро таъсирлашишида, диглицидил(тио)карбамид нафақат чокловчи агент, балки кўприк ҳосил қилувчи ҳам ҳисобланади ва шунинг учун унинг концентрацияси олинган амфолитнинг сорбцион ва физик кимёвий хоссаларига таъсир этади.

Амфолитлар хоссаларига диглицидил(тио)карбамид микдорининг таъсирини ўрганиш натижалари 2.9-жадвалда келтирилган.

2.9-жадвалдаги маълумотлар шуни кўрсатадики,

диглицидил(тио)- карбамид миқдори ошиши билан алмашилиши сизими босқичма-босқич камайиб боради. Буни амфолит говаклари радиуси камайиши натижасида, ионлар диффузиясига геометрик тўсиқ ҳосил бўлиши билан тушунтириш мумкин, шунингдек, уларнинг бўқувчанлиги ҳам камаяди.

## **2.5. Диглицидил(тио)карбамид ва ортофосфат кислота асосидаги комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионит синтези**

Таркибида азот, олтингугурт ва фосфор бўлган бирикмалар комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитларни синтез қилишда хомашё сифатида ишлатилади. Ҳозирги вақтда сорбцион материаллар олишнинг самарали йўналишларидан бири реакция қобилиятли полифункционал олигомерлардан фойдаланишидир. Уларни, дастлабки маҳсулот сифатида ишлатиш реакцияни юмшоқ (кулай) шароитда ўтказиш, оралик жараёнлар механизми ва кинетикасини атрофлича ўрганиш, шунингдек, полиэлектродитлар таркиби ҳамда уларнинг хоссаларини бошқариш имконини беради.

Хорижий давлатлардан валюта ҳисобига олиб келинаётган комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитларнинг таннари қимматлигини ҳисобга олиб, диглицидил(тио)карбамид ва ортофосфат кислота асосида таркибида фосфор, олтингугурт ва азот бўлган янги ионитлар синтез қилишга қарор қилинди.

Синтез учун олинган диглицидил(тио)карбамид таркибида эпоксид гуруҳи бўлиб, ундан турли тузилишдаги полиамидларни чоклашда фойдаланиш мумкин.

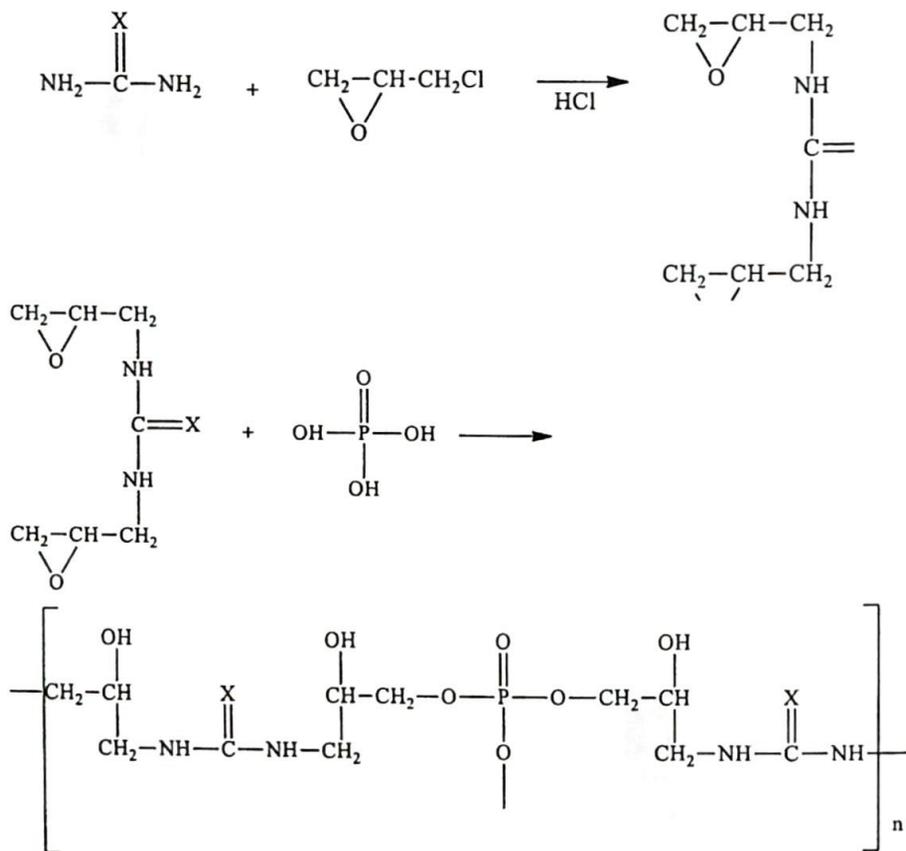
Таклиф қилинаётган синтез схемаси асосида таркибида фосфор, олтингугурт ва азот бўлган функционал гуруҳли бирикмалар олинади. Шунингдек, молекулаларни асосий функционал гуруҳлар (азот, олтингугурт ва фосфор тутган), узун занжирни эса донор атоми тутган гетерохалкали радикаллар бўйича фрагментлаб, фойдали комплекс хоссаларга эга бўлган ионитларни синтез қилиш имкониятлари мавжуд.

Юқорида режалаштирилган илмий-тадқиқот ишларини бажариш мақсадида, диглицидил(тио)карбамид ва ортофосфат кислотанинг ўзаро таъсирлашиш реакциялари ўтказилди.

Таркибида азот, олтингугурт ва фосфор бўлган комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитлар синтези: магнитли аралаштиргич, терморегуляторли ҳаммом ва томчи воронка билан жиҳозланган юмалоқ тубли колбада 100-110°C ҳароратда 2-4 соат давомида ўтказилди. Бу реакцияни бажариш учун

диглицидилкарбамид ва диглицидилтиокарбамиддан 1 моль ва умумий массанинг 1-3% микдорида ортофосфат кислотаси олинди. Модда унуми назарий ҳисоблашга нисбатан 89,3-92,5% ни ташкил қилди.

Таркибида азот, олтингурут ва фосфор бўлган ионитларни синтез қилиш реакциясини шартли равишда қуйидагича ёзиш мумкин:



бу ерда: X=O ва S.

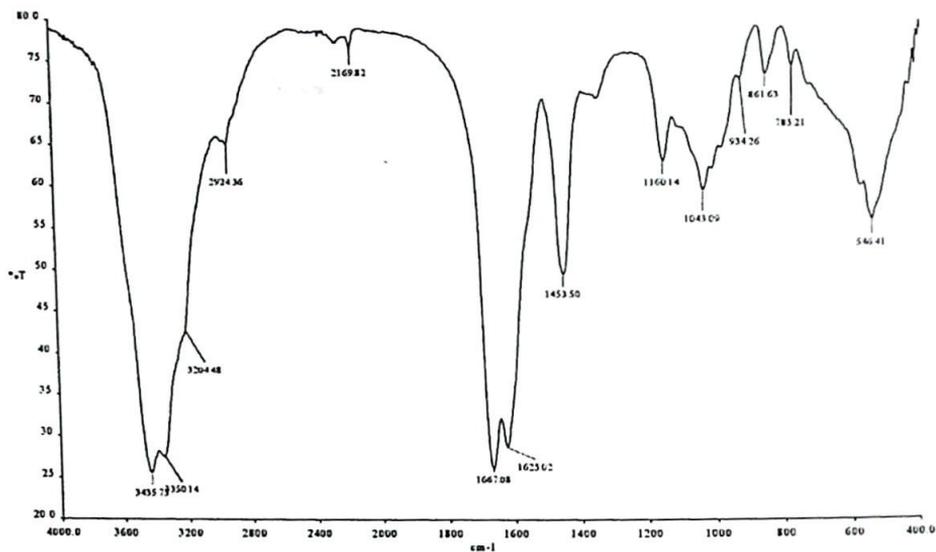
Реакция тезлигига ҳарорат таъсир этади. Унумни ошириш учун синтезнинг қўшимча маҳсулотлари реакция аралашмадан вакуумли ҳайдаш орқали ажратилди. Реакцияни ўтказиш шароити, олинган модданинг таркиби, унинг физик-кимёвий хоссалари, элемент анализ натижалари 2.10-жадвалда берилган.

## 2.10-жадвал

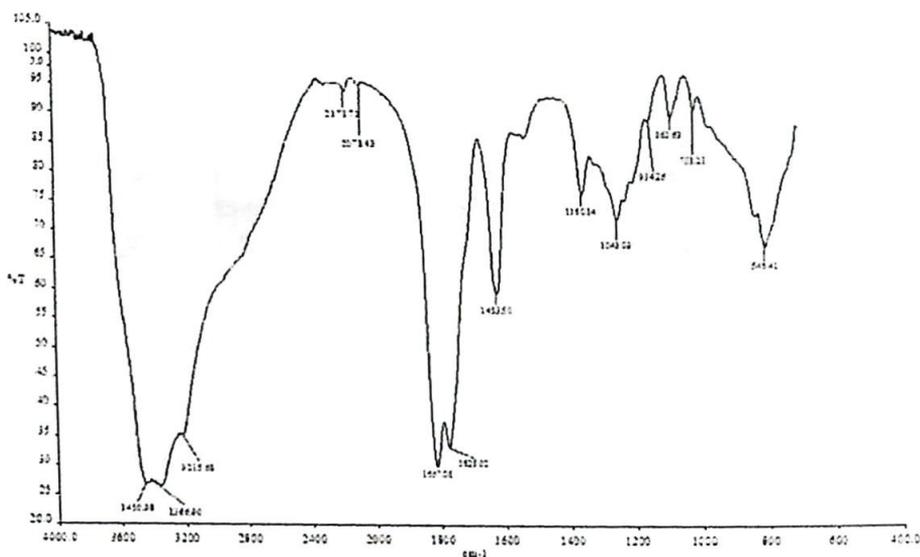
Маҳсулотлар таркибига реагентлар миқдорининг таъсири  
( $T=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=6\text{ час}$ )

ДГК+ДГТ:Ф К нисбати	Уну м, %	$\eta_{\text{пр}}$ 0,5- н.ли эритувчи да дл/г	Элемент анализи			
			азот		фосфор	
			Ҳисобла нган	Топил ган	Ҳисобла нган	Топил ган
<b>ДГК+ФК</b>						
1:0,5%	69,8	1,051	13,1	12,9	5,5	5,6
1:0,3%	74,2	1,058	12,8	12,4	5,4	5,7
1:0,2%	76,4	1,067	13,0	12,7	5,8	5,3
2:0,2%	75,7	1,064	13,1	12,9	5,2	5,7
3:0,5%	73,2	1,066	12,9	12,7	5,5	5,1
<b>ДГТ+ФК</b>						
1:0,5%	79,3	0,05	12,5	12,8	5,6	5,5
1:0,3%	84,1	0,065	12,7	12,3	5,3	5,9
1:0,2%	86,7	0,07	12,6	12,2	5,7	5,4
2:0,2%	85,3	0,055	12,9	12,5	5,1	5,9
3:0,5%	83,0	0,05	12,8	12,4	5,6	5,2

Олинган маҳсулот элемент анализ ва ИҚ-спектроскопия натижалари асосида тавсифланди. Унинг ИҚ-спектрларида  $\text{P}=\text{O}$  гуруҳ валент тебранишининг интенсив чизиклари  $1220\text{-}1230\text{ см}^{-1}$ ,  $\text{P}-\text{H}$  гуруҳининг ўртача интенсивликдаги ютилиш чизиги  $2370\text{-}2390\text{ см}^{-1}$  соҳаларда кузатилган.  $\text{P}=\text{O}$  гуруҳ ютилиш чизикларининг паст частотага силжиши олинган бирикманинг, тузсимон тузилишли молекуланинг  $\text{P}-\text{O}$  гуруҳлари ҳисобига эканлигидан далолат беради. Амид тузилишлар ИҚ – спектрдаги бирламчи, иккиламчи амидлар ва тиоамидлар ютилиш чизиги мос ҳолда:  $1390, 1525, 1600$  ва  $3450, 3250\text{ см}^{-1}$  соҳаларда,  $\text{C}=\text{S}$  ва  $\text{C}=\text{O}$  гуруҳлари эса:  $1620, 1650$  ва  $1670\text{ см}^{-1}$  соҳаларда бўлиши билан тавсифланган (2.17, 2.18-расмлар).



2.17-расм.ДГТ+ФК ионитининг ИК-спектри

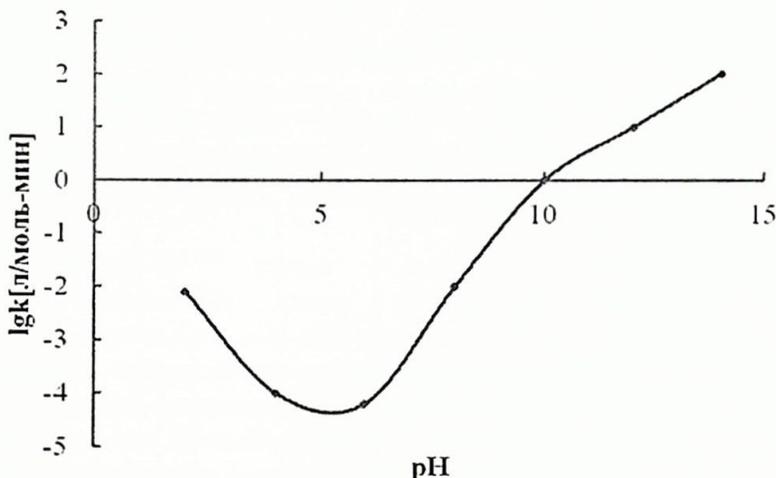


2.18-расм.ДМТ+ФК ионитининг ИК-спектри

Шундай, қилиб, таркибида азот, олтингугурт, кислород ва фосфор бўлган комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитлар синтезида фойдаланиш учун ортофосфат кислотанинг функционал гуруҳлар алмашинган бир қатор бирикмалари олинди.

## 2.7. Диметилол(тио)карбамид синтези

Тиокарбамид формальдегид билан кучсиз кислотали, нейтрал ва кучсиз асосли муҳитларда метилолкарбамидга аналог бўлган кристалл метилол ҳосилаларини ҳосил қилади (реакция механизми ҳам ўхшаш).

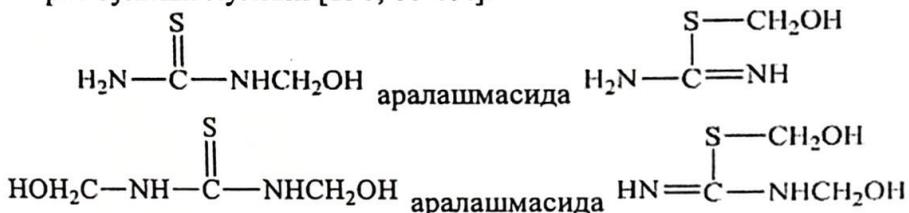


2.19-расм. Формальдегиднинг тиокарбамидга ўзаро бирикиш реакцияси тезлик константасига 25 °С да pH нинг таъсири ( $\text{NH}_2\text{CSNH}_2 + \text{CH}_2 \rightarrow \text{NH}_2\text{CSNHCH}_2\text{OH}$ )

Бирикиш реакцияси иккинчи, парчаланиш реакцияси эса биринчи тартибли. Бу реакция кислота ва асосли катализаторлар иштирокида тезлашади. Монометилолкарбамид ҳосил бўлиш реакцияси тезлик константасининг pHга боғлиқлиги 2.19-расмда берилган. Моно ва диметилолкарбамид ҳосил бўлиш реакциясининг мувозанат константаси 25 °С да pH га боғлиқ бўлмасдан, мос ҳолда 0,055 ва 0,43 моль/л га тенг. Кислоталар билан катализланган реакциянинг фаолланиш энергияси 17 ккал/моль, асослар билан катализланганда эса – 23 ккал/моль га тенг.

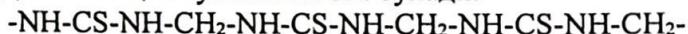
Метилолтиокарбамидни метилолкарбамиддан ажратиш қийин. Ҳар иккаласи ҳам сувда яхши эрийди, 50°С дан юқори ҳароратда осон парчланади. Уларни вакуум остида кристаллашдан сўнг 0 °С дан паст ҳароратда совитиб, реакция аралашманинг вакуум остида конденсациясини енгиллаштириш мумкин. Моно- ва диметилолтиокарбамид таркибларига мос келувчи тузилиш бир қатор N-метилол ҳосилаларининг қуйидагича изомерларидан

иборат бўлиши мумкин [158; 86-89.]:



Кристалл маҳсулотларнинг суюқланиш ҳароратида изомер тузилишларнинг миқдори камаяди. Монометилолтиокарбамид нисбатан юқорироқ суюқланиш ҳароратига эга (104-105 °С), диметилолтиокарбамиднинг суюқланиш ҳарорати эса 91-92 °С га тенг.

Метилолтиокарбамиднинг алкил эфирлари ҳам, метилолкарбамид эфирларини олиш усулларида олинади. Монометоксиметилолтиокарбамид 142 °С суюқланиш ҳароратига эга, диметоксиметилолтиокарбамиднинг суюқланиш ҳарорати эса 92°С га тенг. Метилолтиокарбамид кислотали муҳитда юқори ҳароратда конденсацияланганда- метилен боғлар, ишқорий муҳитда эса – диметиленэфир боғлар ҳосил қилади. Тиокарбамид асосидаги смола куйидаги чизиқли тузилишга эга бўлади:



Метилолтиокарбамид ёки тиокарбамиднинг формалиндаги эритмаси (тиокарбамид: формальдегид нисбати = 1:1) кучли кислоталанганда, поликонденсация даражаси 3-4 га тенг бўлган метилентиокарбамиднинг эримайдиган микрокристаллари чўкмага тушади. Кадоваки томонидан метилентиокарбамид олишнинг бир қанча усуллари келтирилган. Конденсациянинг энг куйи маҳсулоти метилендитиокарбамид метилендикарбамидга нисбатан қийин эрийди. Куйида баъзи бирикмаларнинг сувдаги эрувчанлиги бўйича тегишли маълумотлар берилган:

	21 °С да эрувчанлиги, г/100 л
CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> .....	109
CH <sub>2</sub> (NHCONH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> .....	25
CS(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> .....	18
CH <sub>2</sub> (NHCSNH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> .....	0,35

Тиокарбамиднинг формалин билан конденсациясида сувсизланиш жараёни осонлашади, бунда, одатдаги ҳароратда, ишқорий муҳитда ҳам гидрофоб коллоид ҳосил бўлади. Тищенко-Каннищаро реакцияси учун одатдаги ҳароратда, ишқорий муҳит

қулай шароит эмас. Одатда, муҳитнинг ишқорлиги камаяди.

Диметилолтиокарбамидни синтез қилиш учун: 83 г формалин (37%), 83 г сув, 30 г NaOH эритмаси (4%) ва 38 г тиокарбамид аралаштирилди. Аралашма рН=11,5 атрофида хона ҳароратида 7 соат ушлаб турилди, сўнгра, сув қўшилганда чўкма ҳосил бўлди.

2.11-жадвалда олигомернинг суюлтирилган эритмалари учун қовушқоқликни ўлчашда олинган натижалар келтирилган.

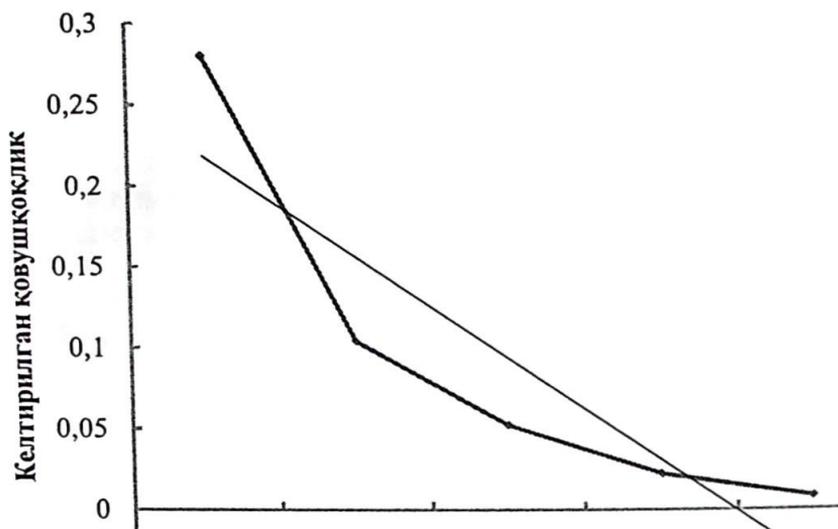
### 2.11-жадвал

#### Диметилолтиокарбамиднинг суюлтирилган эритмаси учун қовушқоқликни ўлчаш натижалари

№	Эритма концентрацияси, %	Эритма нинг оқиш вақти, сек, τ	$t_1/t_0$	$t_1/t_0-1$	$\frac{\eta_{\text{сол}}}{c} =$	$\ln \cdot$	
1	0	112	-	-	-	-	-
2	1	113	1.008	0.008	0.008	0.0079	0,22
3	0,75	114	1.017	0.017	0.022	0.3045	
4	0,5	115	1.026	0.026	0.052	0.7188	
5	0,25	115	1.026	0.026	0.104	1.4119	
6	0,125	116	1.035	0.035	0.280	2.1138	

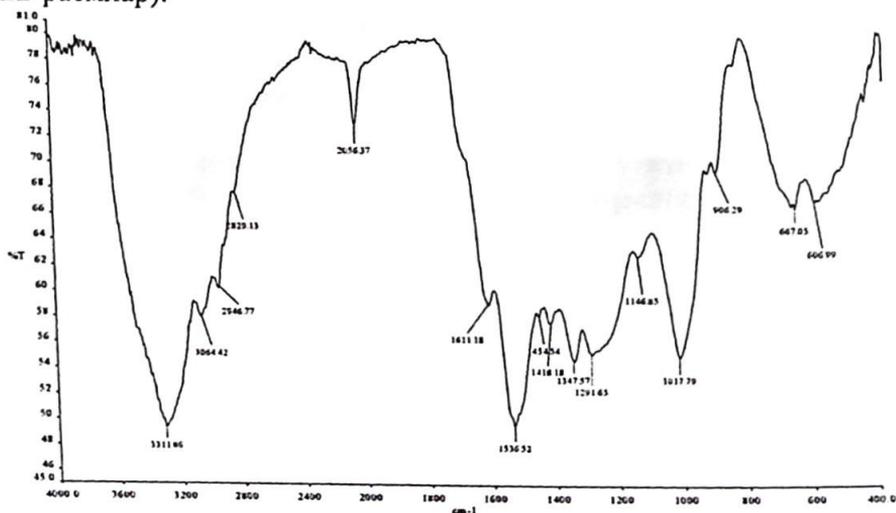
2.11-жадвалдаги маълумотлар асосида диаграмма тузилди ва олигомернинг характеристик қовушқоқлиги диаграмма бўйича аниқланди. Қовушқоқликни аниқлаш учун капиллярининг диаметри 0,54 мм бўлган Убеллоде типидagi вискозиметрдан фойдаланилди.

График бўйича (2.20-расм) характеристик қовушқоқликни аниқлаш мумкин. Графикдан кўриниб турибдики, синтез қилинган модданинг характеристик қовушқоқлиги 0,22 ни ташкил этади. Бу эса диглицидилтиокарбамиднинг қуйи молекуляр массага эга эканлигини кўрсатади.

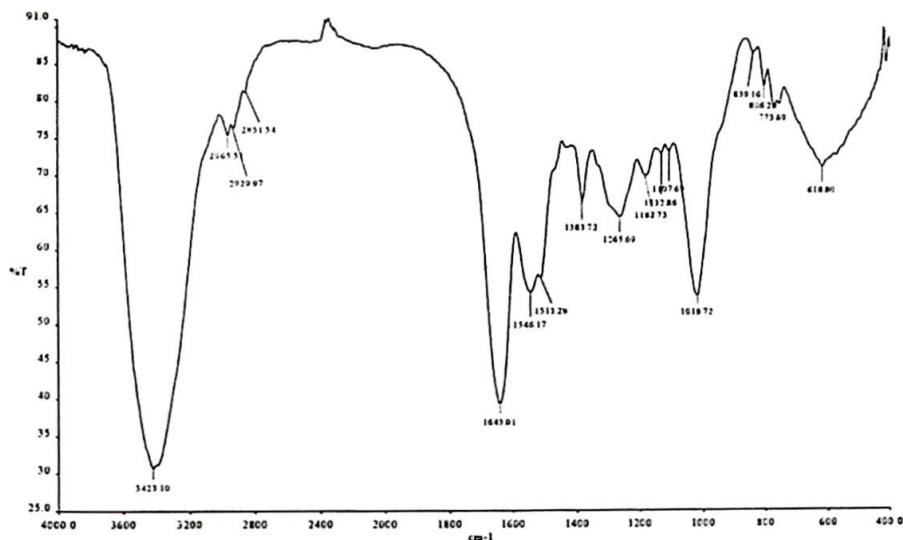


2.20-расм. Диметилолтиокарбамид суяқ эритмаси келтирилган қовушқоқлигининг унинг концентрациясига боғлиқлиги

Олинган моддани ИҚ-спектроскопик таҳлил қилганимизда, амина гуруҳнинг валент тебранишларига тегишли полосалар 3064, 3311 и 2946  $\text{см}^{-1}$  частоталарда кузатилади. Қўшбоғ қисмида эса 1536 ва 1643  $\text{см}^{-1}$  ларда жойлашган иккита ютилиш полосаси бор (2.21, 2.22-расмлар).



2.21-расм. Тиокарбамид ва формальдегид асосидаги олинган диметилол- тиокарбамиднинг ИҚ-спектри



**2.22-расм. Карбамид ва формальдегид асосидаги олинган диметиллол- карбамиднинг ИҚ-спектри**

Кўпчилик илмий адабиётларда тиокарбамид ва карбамиднинг формалин билан нейтрал, кислотали ва ишқорий муҳитларда олинган ҳосилалари ўрганилган. Уларнинг кўпчилиги олигомер тузилишда бўлиб, молекуляр массаси 2500 дан 5000 гача бўлади. Биз синтез қилган диметиллолкарбамид ва диметиллолтиокарбамид юқоридаги келтирилган ҳосилаларидан бироз фарқ қилади. Бунда асосий эътибор яхлит макромолекулали, қуйи молекуляр массага эга бўлган маҳсулот синтез қилишга қаратилган.

**2.8. Диметиллол(тио)карбамиднинг полиэтиленполиамин, меламина ва ГИПАН асосида комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитлар синтези**

**Ионитлар синтези.** Ионитлар механик аралаштиргич, қайтар совитгич, термометр ва томчи воронка билан жиҳозланган, уч оғизли реакторда 36%-ли NaOH эритмасида қиздирилиб синтез қилинди. Ҳосил бўлган маҳсулотлар сопол косачага ўтказилиб, 80-100 °C да қуритиш шкафида қотирилди.

**Диметиллолкарбамид ва ПЭПА асосидаги ионит синтези.** 8,6 мл диметиллолкарбамидга 60 °C ҳароратда 2 мл 36%-ли NaOH қўшилди. Унинг устига 3,5 мл полиэтиленполиамин қўшиб, 105 °C ҳароратгача қиздирилди ва 3,5 соат давомида аралаштирилди,

сўнгра, сопол косачага қуйиб олинди ҳамда қуритиш шкафида 110 °С ҳароратда 8 соат давомида қотирилди. Диметилолкарбамид: полиэтиленполиамина нисбати 1:1, унум- 94%.

**Диметилолкарбамид ва меламина асосидаги нонит синтези.** 8,6 мл диметилолкарбамиднинг эритувчидаги эритмасига 60°С ҳароратда 2 мл 36%-ли NaOH қўшилди. Унга 6,3 г меламина қўшиб, 105°С ҳароратгача қиздирилди ва 3,5 соат давомида аралаштириб турилиб, кейин сопол косачага қуйиб олинди ҳамда қуритиш шкафида 120°С ҳароратда 8 соат давомида қотирилди. диметилолкарбамид: меламина нисбати 1:1. Ионит унуми- 88%.

**Диметилолкарбамид ва ГИПАН асосидаги нонит синтези.** 8,6 мл диметилолкарбамиднинг эритувчидаги эритмасига 60°С ҳароратда 2 мл 36%-ли NaOH қўшилди. Унинг устига 5,2 мл ГИПАН қўшиб, 105°С ҳароратгача қиздирилди ва 3,5 соат давомида аралаштирилди. Олинган маҳсулот сопол косачага қуйиб олинди ва қуритиш шкафида 120°С ҳароратда 8 соат давомида қотирилди. Диметилолкарбамид: ГИПАН нисбати 1:1. Унум- 87%.

**Диметилолтиокарбамид ва ПЭПА асосидаги нонит синтези.** 8,6 мл диметилолтиокарбамиднинг эритувчидаги эритмасига 60°С ҳароратда 2 мл 36%-ли NaOH қўшилди. Унга 3,5 мл полиэтиленполиамин қўшиб, 105°С ҳароратгача қиздирилди ва 3,5 соат давомида аралаштириб турилди, ҳосил бўлган маҳсулот сопол косачага қуйиб олинди ва қуритиш шкафида 120°С ҳароратда 8 соат давомида қотирилди. Диметилолтиокарбамид: полиэтиленполиамин нисбати 1:1. Унум- 92%.

**Диметилолтиокарбамид ва меламина асосидаги нонит синтези.** 8,6 мл диметилолтиокарбамиднинг эритувчидаги эритмасига 60 °С ҳароратда 2 мл 36%-ли NaOH қўшилди. Унинг устига 6,3 г меламина қўшиб, 105 °С ҳароратгача қиздирилди ва 3,5 соат давомида аралаштириб турилди, ҳосил бўлган маҳсулот сопол косачага қуйиб олинди ҳамда қуритиш шкафида 120 °С ҳароратда 8 соат давомида қотирилди. Диметилолтиокарбамид: меламина нисбати 1:1. Унум- 86%.

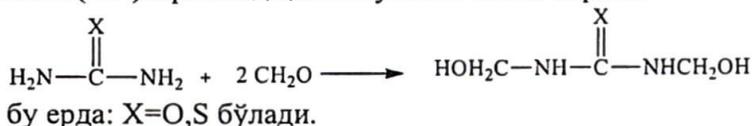
**Диметилолтиокарбамид ва ГИПАН асосидаги нонит синтези.** 8,6 мл диметилолтиокарбамиднинг эритувчидаги эритмасига 60 °С ҳароратда 2 мл 36%-ли NaOH қўшилди. Эритма устига яна 5,2 мл ГИПАН қўшиб, 105 °С ҳароратгача қиздирилди ва 3,5 соат давомида аралаштириб турилди, ҳосил бўлган маҳсулот сопол косачага қуйиб олинди, ҳамда қуритиш шкафида 120°С ҳароратда 8 соат давомида қотирилди. Диметилолтиокарбамид:

ГИПАН нисбати 1:1. Унум- 89%.

## 2.9. Диметилолкарбамид (диметилолтиокарбамид) ва ортофосфат кислота асосидаги комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионит синтези

Мазкур бўлимнинг асосий вазифаси диметилол(тио)карбамиднинг ортофосфат кислота билан ўзаро конденсацион таъсири реакциясининг массада полимерланишнинг боришига таъсирини баҳолашдан иборатдир. Маълумки, тиокарбамид бирикмаларининг массада таъсирлашиши - уларнинг тузилиши, концентрацияси ва бошқа омилларга боғлиқ бўлиб, реакциядаги концентрацион эффектларни кўриб чиқиш, кўпинча реагентларнинг уларнинг реакция қобилиятига таъсирини баҳолаш имконини беради.

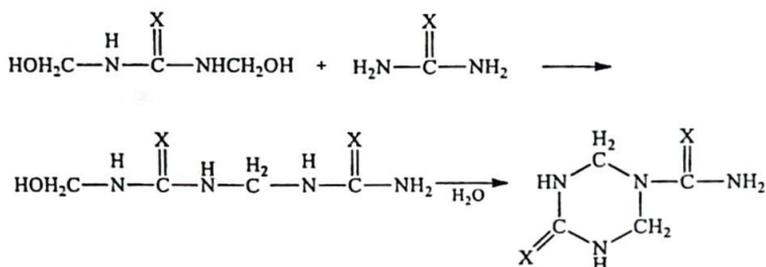
Сувсиз муҳитда азот ва фосфор тутган комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитлар синтез қилишда қуйидаги реакция схемаси бўйича реакция, дастлаб, монометилол(тио)карбамид, ундан эса диметилол(тио)карбамид ҳосил бўлиши билан боради:



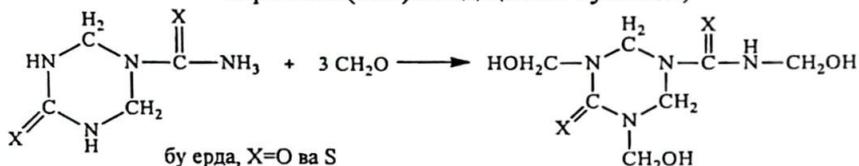
Тиокарбамид ва формалин нисбати 1:2 ни ташкил этади. Конденсация 105-110°C ҳароратда, формалин суюқланмасида ўтказилади. Биринчи бўлиб, 55-70% (тио)карбамид киритилди. Сўнгра, маҳсулот совитилди ва қолган (тио)карбамид қўшилди. Олинган маҳсулотга умумий массанинг 1-3% и микдорида ортофосфат кислотаси қўшилди, ортофосфат кислотасининг диметилол(тио)карбамид билан поликонденсация жараёни 60°C ҳароратда, сувли муҳитда олиб борилди.

Комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитлар синтезида таркибида азот, кислород, олтингугурт ва фосфор бўлган кимёвий бирикмалар муҳим аҳамият касб этади. Шунинг учун ҳисобга олиб, диметил(тио)карбамид ва ортофосфат кислотасининг ўзаро таъсирлашиш реакцияси ўрганилди. Бу реакциянинг боришини қуйидагича ифодалаш мумкин:

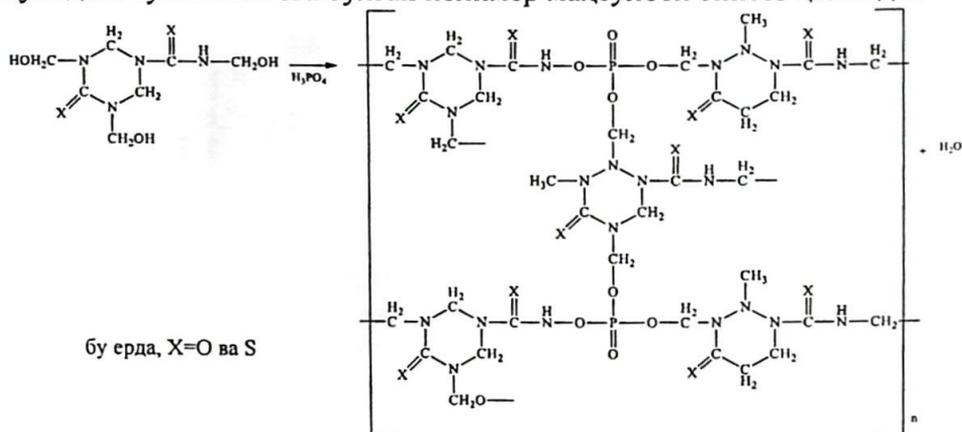
4-(тио)оксо-1,3,5-триазин-1-карбоксо(тио)амид ҳосил бўлиши;



N,3,5-три(гидроксиметил)-4-(тио)оксо-1,3,5-триазин-1-карбокси(тио)амид ҳосил бўлиши;



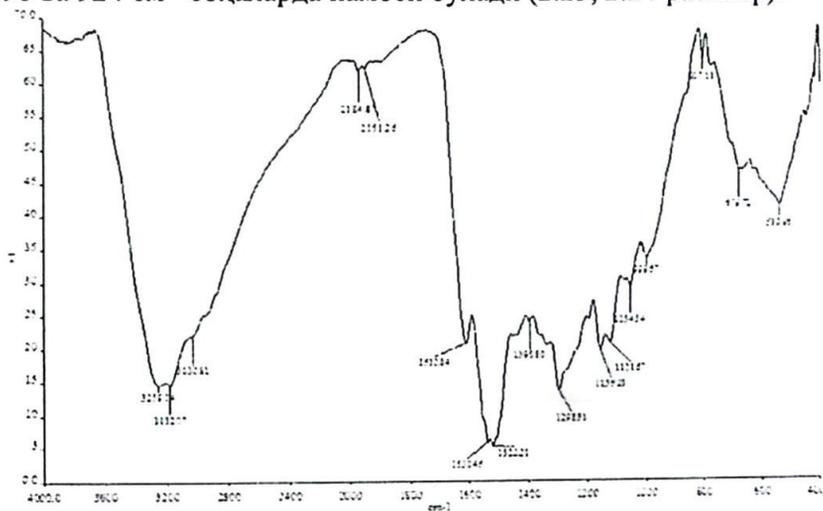
Ҳосил бўлган маҳсулотга ортофосфат кислотаси таъсир эттирилиб, қуйидаги тузилишга эга бўлган полимер маҳсулоти синтез қилинди.



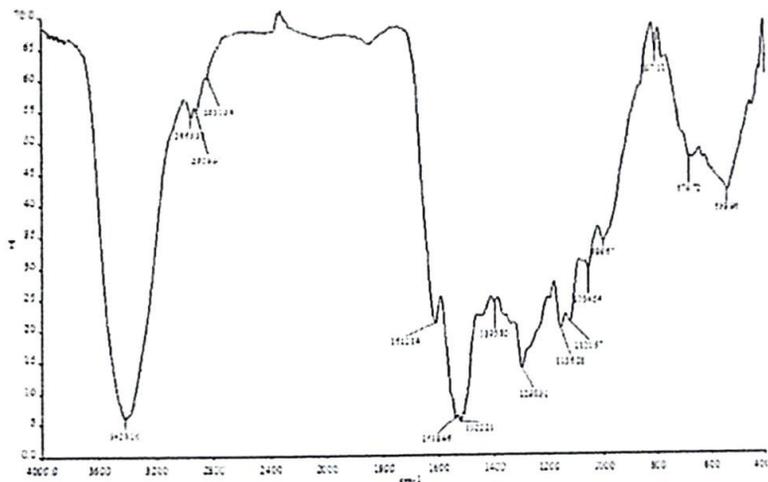
Олинган маҳсулот - оқ рангли қаттиқ модда бўлиб, учувчан эмас, таркибидаги асосий компонентлар миқдори 98,7%, аралашмалар миқдори эса 1,3%.

Бу модданинг тузилиши ИҚ-спектрал ва элемент анализда олинган натижалар асосида исботланди. ИҚ-спектрлар UR-20 спектрометрида олинди. Моддаларни калий бромид билан таблеткада жипслаб, ИҚ-спект учун намуналар тайёрланди. Дастлабки реагентлар ва олинган кимёвий бирикмаларнинг ИҚ-спектрларида: 3449, 3341 ва 3182  $\text{cm}^{-1}$  соҳаларда эркин гидроксил гуруҳ тебранишига мос келувчи чизиклар қайд этилди. Амид

тузилиши ИҚ-спектрлардаги бирламчи ва иккиламчи амидлар ҳамда тиаамидларнинг мос ҳолда: 1395, 1522, 1605 ва 3449, 3259 3249, 3098  $\text{cm}^{-1}$  соҳалардаги чизиклари билан тавсифланади. 1612, 1653 соҳаларда ва 1680  $\text{cm}^{-1}$  соҳада чизикларнинг ҳосил бўлиши боғланган  $\text{C}=\text{S}$  ва  $\text{C}=\text{O}$  боғлари борлигидан далолат беради. 2851 ва 1440  $\text{cm}^{-1}$  соҳаларда эса  $\text{CH-}$  ва  $\text{CH}_2-$  гуруҳларнинг резонанс тебраниши кузатилади. Эркин ва боғланган  $\text{P}=\text{O}$  гуруҳлар: 1277, 1298 ва 924  $\text{cm}^{-1}$  соҳаларда намоён бўлади (2.23, 2.24-расмлар).



2.23-расм. ДМТ+ФК нонитининг ИҚ-спектри



2.24-расм. ДМК+ФК нонитининг ИҚ-спектри

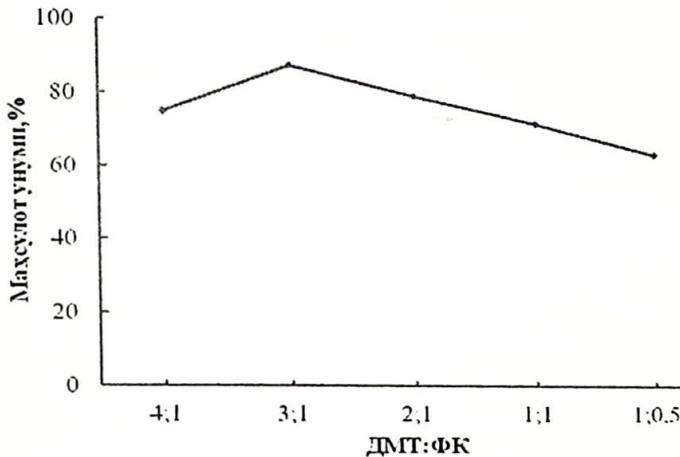
Ўтказилган тадқиқотлар ва олинган натижалар шуни кўрсатадики, синтезнинг ҳарорат режими охириги маҳсулотдаги компонентлар нисбатига сезиларли таъсир кўрсатади.

Реакция ҳарорати 60 °С дан 100 °С га ошиб бориши билан реагентларнинг доимий нисбатида полимер тузилишининг улуши 11%дан 33%гача ошади, ҳароратнинг ортиб бориши, асосан, полимернинг кўпроқ бир жинсли бўлишига олиб келди, натижада, ДМК+ФК ва ДМТ+ФКларнинг молекуляр массаслари ҳам ортганлиги аниқланди. Бу кўрсатилган хоссалар, айтиш мумкинки, қиздириш жараёнида маҳсулот молекуляр массасининг ортиши билан боғлиқ (2.12-жадвал).

### 2.12-жадвал

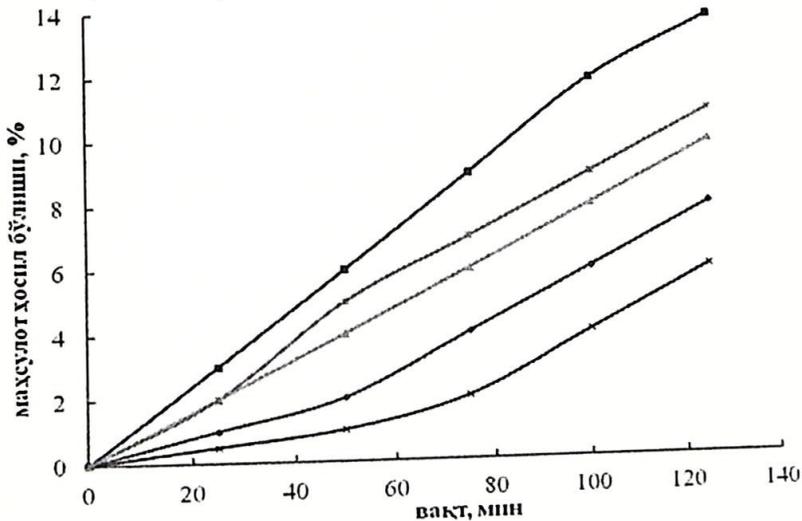
Маҳсулот таркибига реагентлар нисбатининг таъсири  
(T=100 °С К, τ=6 соат)

ДМТ:ФК ва ДМК:ФК нисбати	Унуми, %	Элемент анализи, %			
		Азот		Фосфор	
		Ҳисобланган	Топилган	Ҳисобланган	Топилган
ДМК+ФК					
4:1	74,4	17,6	17,3	8,8	8,6
3:1	90,4	17,2	17,0	8,5	8,1
2:1	89,8	17,0	16,8	9,3	9,0
1:1	78,6	16,5	16,3	8,4	8,0
1:0,5	67,6	17,1	16,9	8,3	8,1
ДМТ+ФК					
4:1	71,0	18,4	18,1	9,1	8,8
3:1	88,5	17,7	17,4	9,6	9,2
2:1	75,3	18,1	17,9	8,7	8,3
1:1	74,9	17,1	16,9	8,9	8,5
1:0,5	66,9	17,6	17,2	8,8	8,4



**2.25-расм. Бошланғич моддалар ўзаро таъсирлашишининг маҳсулот унумига боғлиқлиги.  $T=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вақт 6 соат**

Полимер унумининг дастлабки реагентлар нисбатларига боғлиқлиги экстремал хусусиятга эга бўлиб, бунда максимал унум реагентларнинг 3:0,3 нисбатига мос келади (2.25-расм).



1) 4:1 (—◆—); 2) 3:1 (—■—); 3) 2:1 (—▲—);

4) 1:1 (—◆—); 5) 1:0,5 (—■—) ДМТ: ФК нисбати

**2.26-расм. Сувли муҳитда ДМТ: ФК системаси поликонденсацияланишининг кинетик боғлиқлиги ( $T=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ )**

Ортофосфат кислотаси сарфланиш тезлигининг дастлабки реагентлар нисбатига боғлиқлиги ўрганилганда, олинган маҳсулотларнинг ҳосил бўлиш кинетик боғлиқлигининг эквимоллик шarti бузилган ҳолатда - оғиш бурчаги тангенсининг камайиши билан тавсифланади (2.26-расм).

## **2.10. Натрий метасиликат ва эпихлоргидрин асосида комплекс ҳосил қилувчи ионитлар синтези**

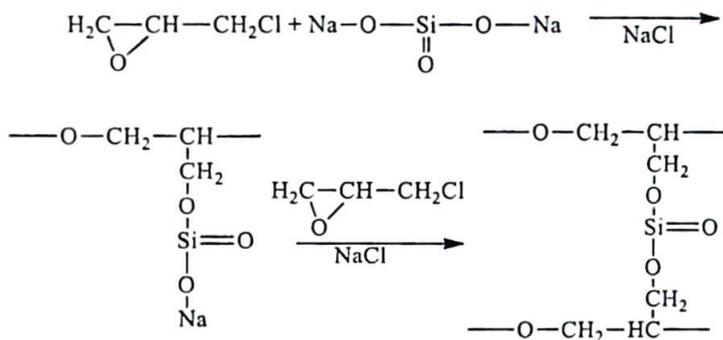
Геологик намуналардаги жуда кам микдордаги нодир металлларни ва табиий ҳамда техноген сувлардаги рангли металлларни аниқлаш ҳозирги вақтда ҳам долзарб масалалардан бири бўлиб қолмоқда. Паст концентрацияли элементларни аниқлаш учун физик ва физик-кимёвий анализ усулларидан фойдаланилади.

Техноген ва геологик намуналардан тайёрланган эритмалар, асосан, кучли кислотали муҳитга эга бўлиб, бундай муҳитда ионалмашинувчи ионитларни ионитларга кимёвий барқарорлик, механик чидамлик, металл ионларига танловчанлик каби бир қатор талаблар қўйилади.

Бу талабларга жавоб бериш учун ионитлар таркибида ионоген гуруҳлар билан бирга, кремнийнинг ҳам бўлиши мақсадга мувофиқдир. Чунки кремний органик полимер бирикмалар аксарият ҳолатларда кучли кислотали ёки ишқорий муҳитга эга бўлган эритмаларда фавқулодда барқарорлиги ва механик таъсирларга, иссиқликга юқори даражада чидамли бўлиши билан эътиборга моликдир.

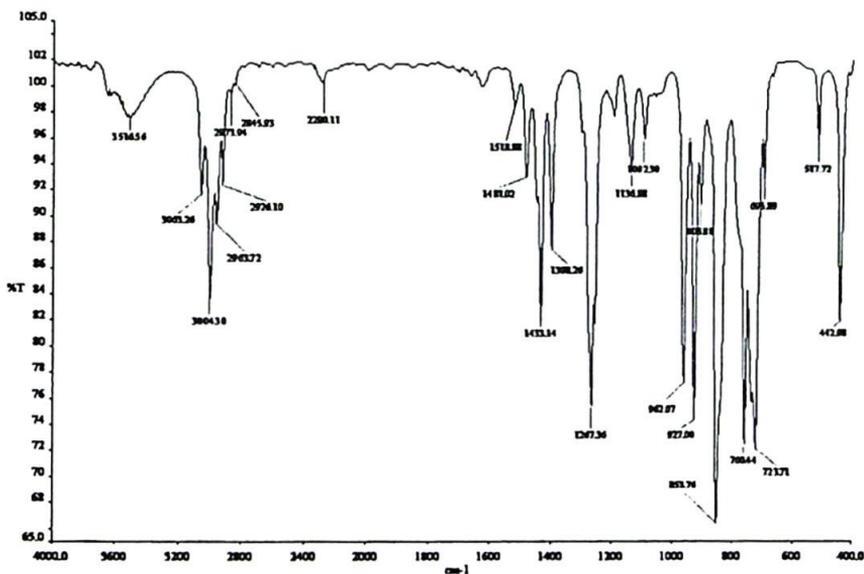
Шуни ҳисобга олган ҳолда натрий метасиликат ва эпихлоргидрин асосида ионитлар синтез қилинди. Бунинг учун термометр, аралаштиргич ва қайтар совитгич ўрнатилган колбага 1 моль натрий метасиликат эритмасидан солиниб, 85-90 °С ҳароратда 10-15 минут ушлаб турилди ва интенсив аралаштириб турган ҳолда секинлик билан, томчилатиб 2 моль эпихлоргидрин 5-6 соат давомида қўшилди. Эпихлоргидрин тўлиқ қўшиб бўлингандан кейин ҳам реакция яна 30 дақиқа давом эттирилди. Сўнгра ҳосил бўлган чўкма филтрланди ва ювилди.

Дастлабки компонентлар нисбати ва жараён шароитини ўзгартириб, реакцияни аниқ мономер ҳосил бўлиш томонга йўналтириш мумкин. Эпихлоргидриннинг натрий метасиликат билан поликонденсация реакцияси 90 °С ҳароратда Меншуткин реакцияси бўйича боради. [1; 110-115-б].

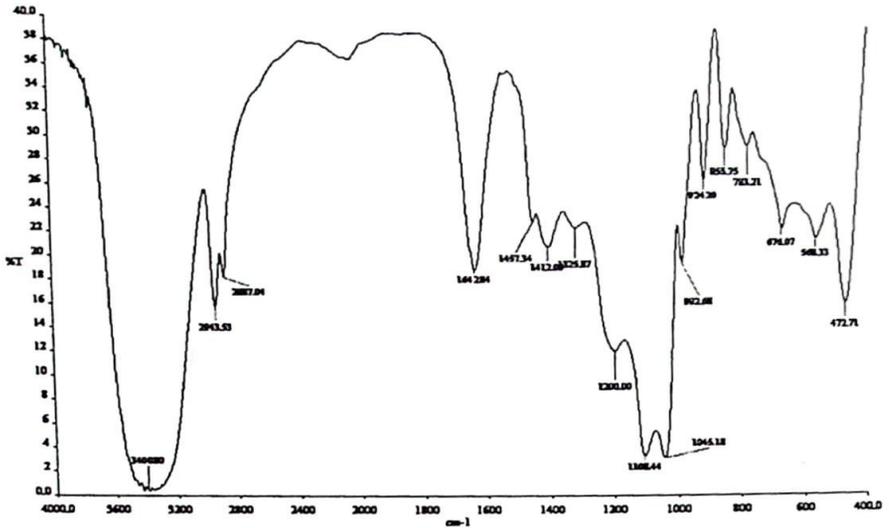


Бунда ҳарорат 90°C гача ортиши билан эпихлоргидриннинг эпоксид ҳалқаси очилади ва олигомернинг молекуляр массаси ортади [150; 31-34 б.].

Синтез қилинган маҳсулотнинг таркиби ва тузилишини аниқлаш учун олинган маҳсулот ва дастлабки моддалари солиштирилиб, ИҚ – спектрлари ўрганилганда қуйидаги ютилиш чизиклари кузатилди (2.27 ва 2.28-расм).



2.27-расм. Эпихлоргидриннинг ИҚ-спектри



**2.28-расм. Натрий метасиликатнинг эпихлоргидрин билан реакция маҳсулотининг ИҚ-спектри**

Олинган модданинг тузилишини ўрганиш учун дастлабки ва синтез қилинган моддаларнинг ИҚ-спектрлари ўрганилди. Қиёсий аспектларни ўрганишда дастлабки модда сифатида эпихлоргидрин, синтез қилинган модда сифатида эса натрий метасиликатнинг эпихлоргидрин билан реакция маҳсулоти кўриб чиқилди.

Дастлабки модда эпихлоргидриннинг спектрларида эпоксид гуруҳнинг валент тебраниши  $1267\text{ см}^{-1}$  ва деформацион тебраниши  $853\text{ см}^{-1}$  ютилиш соҳаларида кузатилди. Олинган моддада эса эпоксид гуруҳнинг валент ва деформацион табранишлари мос ҳолда  $1200\text{ см}^{-1}$  ва  $855\text{ см}^{-1}$  ютилиш соҳаларида аниқланди.

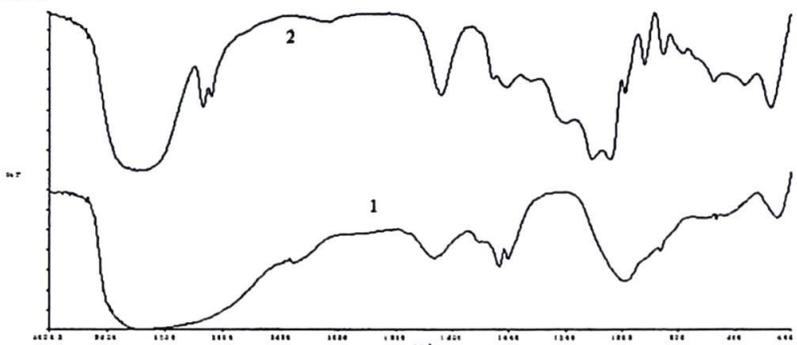
Эпихлоргидрин молекуласида С-Сl боғининг валент тебранишлари  $760\text{ см}^{-1}$  ва  $723\text{ см}^{-1}$  соҳаларда кузатилади, лекин олинган моддада эпихлоргидриндан фарқ қилиб, бу ютилиш қайд этилмади. Синтез қилинган модда спектрида  $\text{CH}_2\text{-O-Si}$  гуруҳининг валент тебраниши  $1045\text{ см}^{-1}$  ютилиш соҳасида кузатилади.  $\text{CO}$  – гуруҳларининг валент ва деформацион тебранишлари мос ҳолда  $1108\text{ см}^{-1}$  и  $472\text{ см}^{-1}$  соҳаларда намоён бўлади.

Дастлабки ва олинган моддалар ИҚ-спектрларини таҳлил қилиш натижасида хулоса қилиш мумкинки, эпихлоргидриннинг натрий метасиликат билан реакциясида эпоксид гуруҳлар маълум миқдорда сакланиб қолади. Шунингдек, агар реакция сувли муҳитда ионалмашиниш механизмида бориши ҳисобга олинса, реакция марказ эпоксид гуруҳдан  $\text{CH}_2\text{Cl}$  – гуруҳга ўтишини

тахмин қилиш мумкин.

Кремнийорганик бирикмаларнинг ўзига хос хусусиятларидан бири  $1290\text{--}800\text{ см}^{-1}$  спектрал соҳада интенсив ютилиш чизиғи билан тавсифланади.

Моддалар таркибидаги  $>\text{CH}_2$  метилен гуруҳлар ютилиш чизиғи спектрда  $2929\text{ см}^{-1}$  соҳада кузатилади. Улар углеводлар спектрида бўладиган  $2857\text{ см}^{-1}$  ва  $2909\text{ см}^{-1}$  чизиқлар билан айнан ўхшаш.



**2.29-расм. Натрий метасиликат (1) ва унинг эпихлоргидрин билан реакция маҳсулотини (2) таққослаш учун ИҚ-спектрлар**

2.29-расмда шуни хулоса қилиб айтиш мумкинки, синтез қилинган кремний таркибли олигомер ионалмашиниш хоссасига эга. Унинг таркиби ИҚ-спектрал усул билан тасдиқланди ва хоссалари ўрганилди.

Шунингдек, компонентлар нисбатини ўзгартириб, максимал таркибли мономерлар олиш мумкинлиги аниқланди

## II БОБ БЎЙИЧА ХУЛОСА

1. Эпихлоргидрин ва (тио)карбамид асосида диглицидил(тио)карбамид синтез қилиш жараёнида (тио)карбамид ва эпихлоргидриннинг ўзаро таъсирлашиш реакциялари ўрганилган.

2. Диглицидил(тио)карбамиднинг ПЭПА, меламин, ГИПАН ва ортофосфат кислотаси билан кимёвий реакциялари асосида комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитлар синтези амалга оширилган.

3. Диметил(тио)карбамиднинг полиэтиленполиамин, меламин, ГИПАН ва ортофосфат кислотаси билан ўзаро

таъсирлашиши асосида комплекс ҳосил қилувчи ионитлар синтез қилиш усуллари, уларнинг таркиби ва физик-кимёвий хоссалари ҳақида тўхталиб, тегишли маълумотлар берилган, бу маълумотлар атрофлича таҳлил қилиниб, хулосаланган.

### III БОБ. СИНТЕЗ ҚИЛИНГАН ИОНИТЛАРНИНГ ФИЗИК-КИМӨВИЙ ВА КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАР ҲОСИЛ ҚИЛИШ ҲОССАЛАРИ

#### 3.1. Синтез қилинган ионитлар ва уларнинг металллар билан ҳосил қилган комплекс бирикмаларининг ИҚ-спектроскопик тадқиқоти

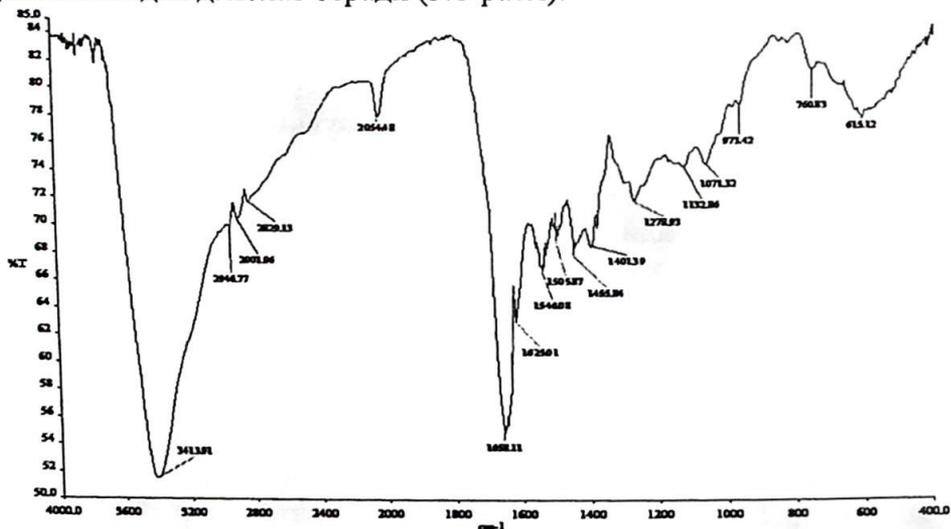
Ҳозирги вақтда олимлар ва тадқиқотчилар, технологлар ва ишлаб чиқарувчиларнинг эътибори иккиламчи хомашёлардан оқилона фойдаланиш, яъни кам чиқиндилли ёки чиқиндисиз технологияларини яратиш табиий бойликлардан комплекс фойдаланишнинг тежамкор ва экологик жиҳатдан тоза йўллари кидириб топишга қаратилган. Мазкур муаммоларни ҳал этишнинг самарали йўллари билан бири - ишлаб чиқариш корхоналарининг иккиламчи маҳсулотлари асосида ионалмашинувчи полимерлар олиш ҳисобланади. Маълумки, ионитлар гидрометаллургия саноати: технологик ва оқова сувлари таркибидаги рангли, ноёб ва нодир металллар ионларини концентрлаш ва ажратиш ҳамда ионлар аралашмасини бир-биридан ажратиш, жараёнларини соддалаштиришда кенг қўлланилади.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, эпихлоргидрин асосида янги ионалмашинувчи полимерлар синтези, уларнинг таркиби ва физик-кимёвий хоссалари, эксплуатацион тавсифларининг тадқиқоти, шунингдек, металл ионларини тутган кимё саноати корхоналарининг чиқинди сувларини тозалаш учун амалда фойдаланиладиган аниқ объектларни излаб топиш муҳим илмий ва амалий аҳамиятга эга [159; 490-491-б.].

Шунга кўра, диглицидилтиокарбамид ва полиэтиленполиамин иштирокида дастлабки компонентларнинг эквимоляр нисбатида, ҳароратнинг кенг интервалида (55-120°C) ўз-ўзидан полимерланишидан ионит синтез қилинди. Эритувчи сифатида бошқа кутбли эритувчиларга нисбатан юқори диэлектрик синдирувчиликка эга бўлган эритувчи- сув танлаб олинди. Чунки мономер кучли кутбли гуруҳларининг диссоциацияланиши ва кутбли муҳитда занжирнинг ўсиш реакциясининг тезлиги ошади. Олинган маҳсулотларнинг таркиби ва тузилиши ИҚ-спектрал усул ёрдамида ўрганилди.

Диглицидилтиокарбамид ва полиэтиленполиамин асосида синтез қилинган комплекс ҳосил қилувчи ионитларнинг ИҚ-спектрларида эпоксид гуруҳга хос ютилиши чизиқлари: 1278 см<sup>-1</sup>

соҳада кўринмайди [160; 460-462-б.]. Унда аминогурӯҳга хос ютилиш чизиқлари 1625-1658, 3414  $\text{cm}^{-1}$  соҳаларда намоён бўлади. Кўрсатилган спектрларда C – C боғи 973-1071, CH ва  $\text{CH}_2$  гуруҳларнинг валент тебраниши: 2829-2946 ва 1455  $\text{cm}^{-1}$  соҳаларда, C = S нинг ютилиши чизиқлари боғи эса 1401  $\text{cm}^{-1}$  соҳаларда сақланади. Бу, ўз навбатида, диглицидилтиокарбамиднинг полиэтиленполиамин билан ўзаро таъсирлашиб, ионит ҳосил қилганлигидан далолат беради (3.1-расм).



3.1-расм. Диглицидилтиокарбамид ва полиэтиленполиамин асосидаги комплекс ҳосил қилувчи ионитнинг ИҚ-спектри

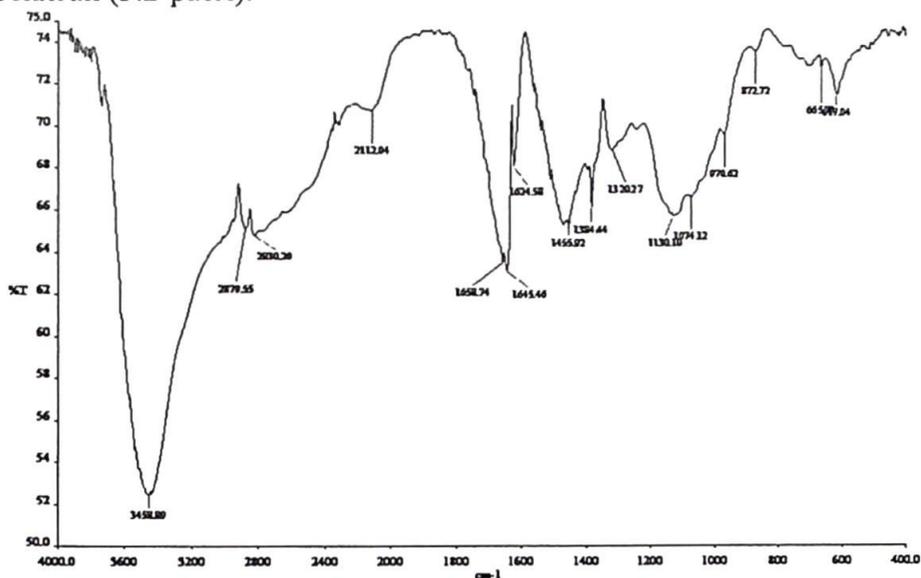
Саноатда қўлланиладиган кўпчилик кучсиз асосли ионитлар ионоген гуруҳидаги азот атомининг бўлинмаган электрон жуфтлари ҳисобига комплекс ҳосил қилишга мойилликни намоён қилади. Бу АН-2Ф, ЭДЭ-10П, АН-31 каби поликонденсацион типдаги анионитларнинг  $\text{Cu}^{2+}$  катионларини (3,7 мг-экв/г) 0,1н ли  $\text{CuCl}_2$  эритмасидан ютиш қобилияти билан тушунтирилади.

Шунга кўра, синтез қилинган ионитларда 0,1 нормалли: мис, никель ва кобальт тузлари эритмаларидан, уларнинг сорбцияси тадқиқ қилинди. Синтез қилинган ионитлар оралиқ металллар ионларини яхши сорбциялайди, шу сабабдан, металлларни эритмалардан сорбциялаш жараёнларида қўллаш мумкин. Никель сорбциясининг тезлиги 0,1 н сульфатли эритмаларида ўрганилди.

Олинган натижалардан аниқландики, бу каби поликонденсацион ионитлар металл ионларини ҳам ютишга

қобилиятли бўлади, масалан,  $Ni^{2+}$  катионларини 0,1н.ли  $NiCl_2$  эритмаларидан- (0,8 мг-экв/г гача).

Олинган ИҚ-спектроскопик анализ маълумотлари синтез қилинган ионитларнинг металллар ионлари билан комплекс ҳосил қилишидан далолат беради. Спектрларнинг барчасида  $N - Me \rightarrow S$  боғига хос ютилиш чизиклари (1658-1645, 3458 ва 1384  $cm^{-1}$ ) қайд этилган (3.2-расм).



**3.2-расм. Никель (II) ионлари билан комплекс ҳосил қилган, диглицидилтиокарбамид ва ПЭПА асосида синтез қилинган комплекс ҳосил қилувчи анионитларнинг ИҚ-спектри**

Сўнгги йилларда юқори молекуляр бирикмаларнинг турли металллар ионлари билан комплекс бирикмалари синтез қилиниб, уларнинг таркиби ва хоссалари интенсив тадқиқ этилмоқда. Бу йўналишдаги тадқиқотлар полилиганд бўла оладиган, самарали комплекс ҳосил қилиш хоссасига эга бўлган юқори молекуляр бирикмалар учун муҳим аҳамият касб этади.

Шунга боғлиқ ҳолда диглицидилтиокарбамид ва меламина (2,4,6-триамино-1,3,5-триазин) асосида бир қатор комплекс ҳосил қилувчи ионитлар, уларнинг мис, кобальт ва қумуш каби турли металлларни эритмалардан сорбциялашда қўлланилиши бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари таҳлил қилинди.

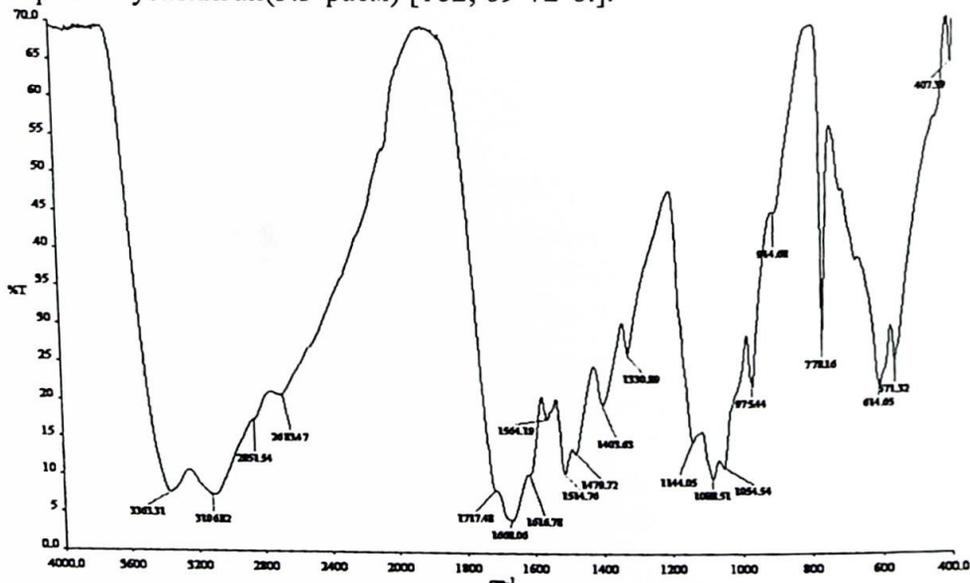
Синтез қилинган ионитлар комплекс ҳосил қилиш хоссасига эга ва кўпгина элементлар қатори учун ( $Cu^{++}$ ,  $Co^{++}$ ,  $Ag^{+}$  ва

бошқалар) юқори комплекс ҳосил бўлишини таъминлайди. Бу ионитлардан гидрометаллургияда (нодир металлларга танловчан), оқава сувларни тозалашда ва ионалмашиниш технологияларининг бошқа соҳаларида фойдаланиш мумкин [161; 375-б.].

Синтез қилинган полимер комплексларнинг таркиби ва тузилиши ИҚ – спектроскопик усул тадқиқ этилди.

ИҚ – спектроскопия усул - комплекс бирикмаларнинг тузилиши ҳақида маълумот олишга, шунингдек, лиганд ва металл ўртасидаги боғланиш кучини баҳолашга ёрдам беради.

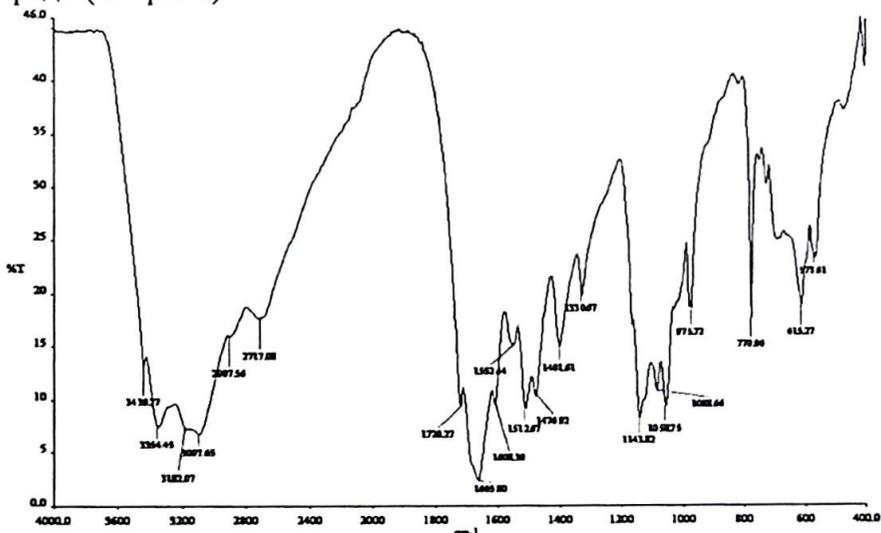
Кўрилган ИҚ-спектрларда  $1144\text{ см}^{-1}$  соҳадаги эпоксид гуруҳга хос ютилиш чизиклари топилмади. Унда:  $1616\text{-}1668\text{-}1717, 3363\text{ см}^{-1}$  соҳаларда аминогуруҳлар ютилиш частоталари намоён бўлди. Кўрсатилган спектрларда C – C боғи частоталари –  $975\text{-}1054$ , CН ва CН<sub>2</sub> гуруҳларининг валент тебраниши  $2683\text{-}2851$  ва  $1455\text{ см}^{-1}$ , C = S боғи ютилиш чизиклари  $1403\text{ см}^{-1}$  соҳада сақланади.  $1330 – 1778\text{ см}^{-1}$  соҳадаги частоталар текисликдан ташқари тебранишга хос бўлиб, комплекс ҳосил бўлиши натижасида тебраниш частотасининг кучли ўзгариши кузатилган(3.3-расм) [162; 69-72-б.].



3.3-расм. ДГТ ва меламина асосида олинган комплекс ҳосил қилувчи ионитнинг ИҚ-спектри

Диглицидилтиокарбамидга сувли муҳитда меламина қўшиш натижасида олинган маҳсулотга мис тузларининг эритмалари таъсир эттирилганда ҳосил бўлган комплекснинг ИҚ – спектрида

1500  $\text{cm}^{-1}$  соҳадаги чизиқ 20, 15, ва 10  $\text{cm}^{-1}$  юқори частота соҳаларга мос ҳолда силжиши кузатилган. Координация азот ва олтингургурт атомлари орқали бўлганда  $\text{C} = \text{N}$ ,  $\text{C} = \text{S}$  боғларининг валент тебраниш частоталари қоида бўйича ортади, бу силжишлар эса  $\text{C} = \text{S} \rightarrow \text{M}^{+2} - \text{N} = \text{C}$  координацион боғи ҳосил бўлганидан далолат беради (3.4-расм).



3.4-расм. ДГТ ва меламина асосида олинган комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитнинг мис (II) ионлари билан ҳосил қилган комплекснинг ИҚ – спектри

Демак, металл ионларининг комплекс ҳосил қилиш қобилияти - полимер лиганд характеристик частоталарининг силжиш катталиги билан аниқланади. Металл ионлари иштирокида  $\text{NH} -$  гуруҳлар тебраниш частотасининг (3400  $\text{cm}^{-1}$ ) ўзгариши полимердаги азот ва олтингургуртнинг  $\pi$ -электронлари, шунингдек, металлдаги  $p$  ва  $d$ -электрон орбиталлар иштирокида  $\text{S} \rightarrow \text{M} - \text{N}$  координацион боғ ҳосил бўлишини кўрсатади [163; 36-39 б.].

Синтез қилинган ионитларнинг статик алмашиниш сифимлари sanoatда қўлланилаётган ЭДЭ-10П, АН-2Ф, АВ-16 ва АН-31 каби поликонденсацион ионитларнинг статик алмашиниш сифимлари билан солиштирилди. Олинган ионитлар сорбцион қобилиятининг муҳит рН и ва ионоген гуруҳларнинг дастлабки шаклига боғлиқлиги потенциометрик титрлаб тадқиқ қилинди.

## 3.1-жадвал

Олинган ионитларнинг потенциометрик тадқиқоти  
натижалари

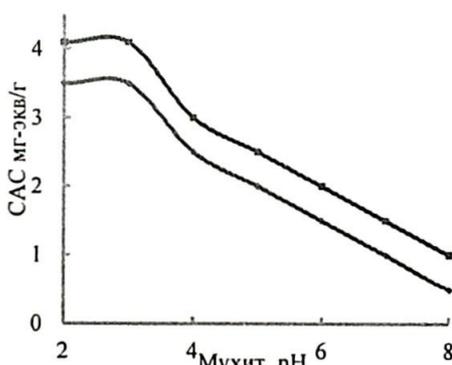
Ионитлар	САС 0,1 н НСІ эритмасида, мг-экв/г	Потенциометрик титрлаш эгриси бўйича АС, мг-экв/г		рК <sub>он</sub>
		ОН <sup>-</sup> – форма	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> – форма	
ДГТ+ПЭПА	6,5	6,0	4,5	9,5
ДГТ+М	4,8	4,10	3,3	8,4
ДГТ+ГИПАН	6,5	5,7	2,7	8,5
ДГТ+ФК	4,3	4,1	2,1	7,5
ДМТ+ПЭПА	4,3	4,0	4,3	9,0
ДМТ+М	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	-

Ионитларнинг ионалмашиниш сизими 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.

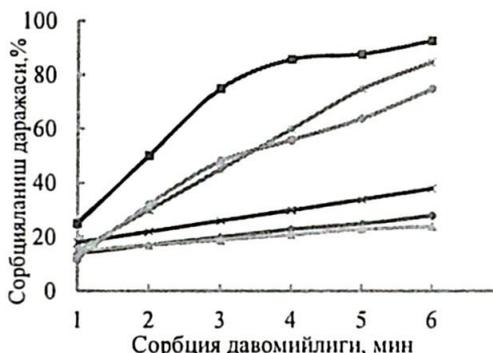
3.1-жадвалда келтирилган маълумотлар тадқиқ қилинган ионитларнинг кучсиз асосли гуруҳга тегишли эканини тасдиқлайди. Потенциометрик титрлаш эгрисига асосан ўрганилган анионларнинг ионитларга ютилиши кучсиз кислотали муҳитларда содир бўлади.

3.5-расмдан кўришиб турибдики, ОН<sup>-</sup> ва SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> шаклдаги ионитлар титрлаш эгрисининг ўзгариш хусусияти уларнинг кучсиз асосли эканини ифодалайди.

Олинган натижалар АВ-16 ионити хоссалари билан таққосланди. 3.6-расмда F-т координатларидаги тажриба натижалари тасвирланган. F-мувозанатга эришиш даражаси; %, т-сорбция давомийлиги, соат.



1) ДГТ+ПЭПА - OH<sup>-</sup> (○);  
2) ДГТ+ПЭПА SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (■).  
3,5- расм. Ионитлар алмашиш сифмининг мухит рН ига боғлиқлиги



1. АВ-16 - SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (—○—), 2) АВ-16 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (—□—); 3) АВ-16 Cl<sup>-</sup> (—△—), 4) ДГТ+ПЭПА SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (—○—); 5) ДГТ+ПЭПА NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (—□—), 6) ДГТ+ПЭПА Cl<sup>-</sup> (—△—).  
3,6- расм. Ионитларда ионлар сорбцияси тезлиги

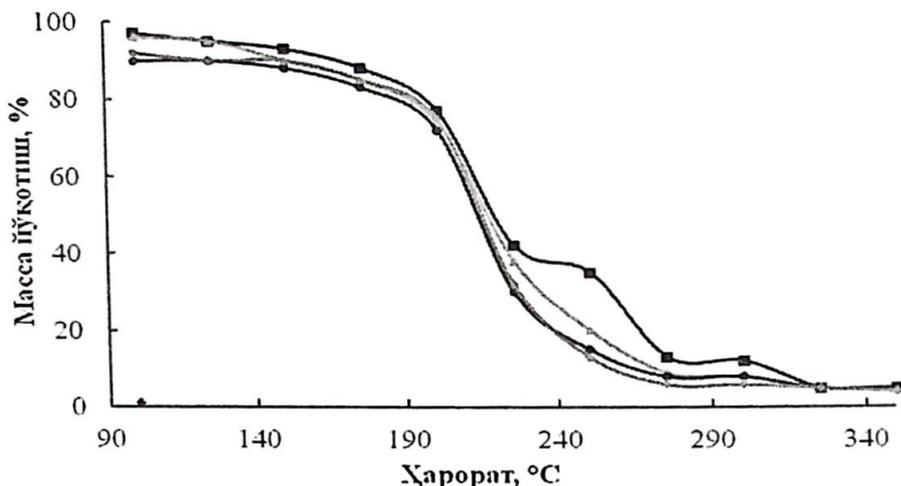
3.5-расмдан кўришиб турибдики, ДГТ+ПЭПА ионити ионитларга нисбатан ионларни тезроқ ютади. АВ-16 эса шу шароитда бирмунча паст кинетик хоссани кўрсатади. Мисга тўйинган ионит сув билан ювилгандан сўнг, мис тиокарбамиднинг сульфат кислотали эритмаси билан десорбцияланди.

### 3.2. Синтез қилинган комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитларнинг термик барқарорлигини ўрганиш

Юқори ҳароратларда узоқ вақт давомида ишлатишга мўлжалланган ионалмашинувчи материаллар термик барқарор бўлиши талаб этилади [166; 616-б.]. Термик барқарорлик полимер материаллар учун муҳим хусусият бўлиб, юқори ҳароратларда уларнинг термик хусусиятларини ўрганиш- эксплуатацион хоссаларининг ёмонлашиши ва атроф муҳитни зарарлашга олиб келувчи деструктив жараёнлар ҳақида хулоса чиқаришга имкон беради.

Қуруқ ҳолатдаги ионитларнинг деструкция жараёнларини ўрганиб, матрица ва ионоген гуруҳларнинг термик барқарорлигини баҳолаш ҳамда, бу структурага эга бўлган элементларнинг бошланғич деструкция ҳароратини аниқлаш мумкин.

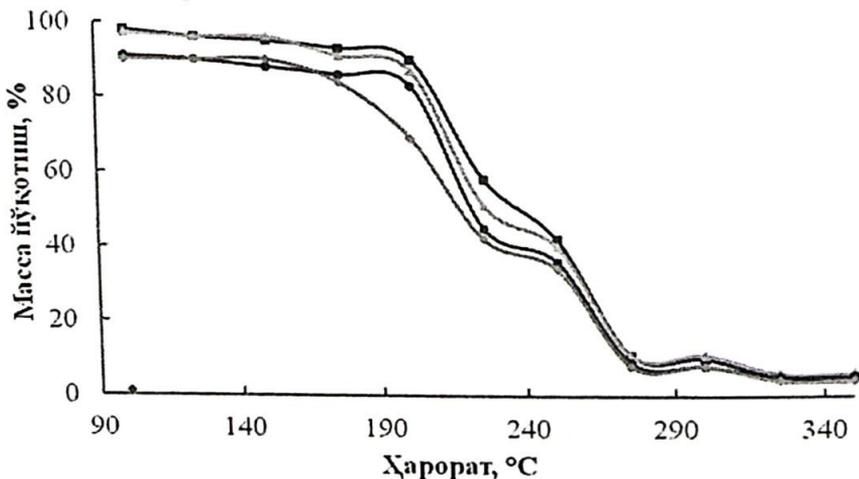
ДГТ ва ДГК асосидаги ионитларнинг дериватограммалари 3.7 ва 3.8-расмларда тасвирланган.



— ДГТ+ПЭПА    ■ ДГТ+М    — ДГТ+ГИПАН    — ДГТ+ФК

**3.7-расм. ДГТ асосидаги ионитларнинг дериватограммаси**

ТГА (термогравиметрик анализ) дан фойдаланиш термодеструкция жараёнида ионит массаси йўқолишини аниқлаш имконини беради. ДГТ+ПЭПА, ДГТ+М, ДГТ+ГИПАН ва ДГТ+ФК асосидаги ионитларнинг термогравиметрик анализ натижалари 3.2-жадвалда келтирилган.



— ДГК+ПЭПА    ■ ДГК+М    — ДГК+ГИПАН    — ДГК+ФК

**3.8-расм. ДГК асосидаги ионитларнинг дериватограммаси**

ТГА эгриларидан (3.7 ва 3.8-расмлар), яъни берилган ионитлар учун хос бўлган графиклардан кўриниб турибдики, ионитлар массасининг кескин камайиб бошлайдиган деструкциянинг бошланғич ҳарорати -ДГТ асосидаги ионитлардан: ДГТ+ПЭПА ва ДГТ+М - 160 °С, ДГТ+ГИПАН ва ДГТ+ФК - 175 °С га тенг. ДГК асосидаги ионитларда эса ДГК+ПЭПА ва ДГК+М - 175 °С, ДГК+ГИПАН ва ДГК+ФК - 180 °С ни ташкил этди.

### 3.2-жадвал

#### ДГТ ва ДГК асосидаги ионитларнинг турли ҳароратда массалари йўқолиши, %

t, °С	Масса йўқотилиши, %							
	ДГТ+ ПЭПА	ДГТ+ М	ДГТ+ ГИПАН	ДГТ+ ФК	ДГК+ ПЭП А	ДГК+ М	ДГК+ ГИПА Н	ДГК+ ФК
100	3	4	10	8	2	3	9	10
150	7	10	12	10	5	4	12	10
200	23	26	28	25	10	13	17	21
250	65	80	70	68	58	60	64	66
300	88	92	92	94	90	89	92	92
350	95	95	95	96	95	94	95	96

3.2-жадвалдан кўриниб турибдики, мазкур ионитлар етарлича юқори термик барқарорлик хоссасига эга. Ионитлар термик барқарорлигига улар полимер матрицаларининг тузилиши катта таъсир кўрсатади ва 150-175 °С ҳароратда уларнинг барқарорлиги куйидаги қаторда камайиб боради:

ДГТ+ФК > ДГТ+ГИПАН > ДГТ+ПЭПА > ДГТ+М

ДГК+ФК > ДГК+ГИПАН > ДГК+ПЭПА > ДГК+М

Шундай қилиб, ДГК асосидаги ионитлар ДГТ асосидаги ионитларга нисбатан ҳавода қиздиришга анча чидамли.

Маълумки, [28;125-130б.] ионитларнинг термик барқарорлиги полимер матрица ва ионоген гуруҳларнинг физик ва кимёвий табиати, шунингдек, ионитларни термик қайта ишлаш шароити билан аниқланади. Ионитларнинг деструкция жараёни, аввал, уларнинг ҳамма ионоген гуруҳларига таъсир қилади. ОН – шаклидаги тўртламчи аминок гуруҳли ионитларнинг термик барқарорлиги камроқ ҳисобланади (40-45°С гача). Улар туз шаклига ўтказилади, термик барқарорлик сезиларли даражада ошади (90-110°С гача). Эркин асос шаклидаги кучсиз асосли ионитлар 100-150°С гача ҳароратга бардош беради. Бундан юқори

хароратда эса, дастлабки гуруҳларнинг тузилишига караб, (бирламчи, иккиламчи ёки учламчи аминогуруҳ) нитрозо ва N-оксид гуруҳларгача термооксидловчи деструкция содир бўлади. Бу жараёнлар 150-180°C хароратларда, ДГТ ва ДГК асосидаги ионитларда улар массаларининг кескин камайиши билан тушунтирилади. Биз синтез қилган ионитлардан фарқли равишда, ПЭПА ни ЭХГ билан конденсациялаш йўли билан олинган ОН – шаклидаги саноат анионити ЭДЭ-10П ҳавода 110°C гача қиздиришга барқарор. Унинг кучли асосли гуруҳлари 120-150°C харорат интервалида кучсиз асосликка тўлиқ алмашилиш сиғими йўқолмасдан ўтиши аниқланди. Полимер кучли асосли анионитлар 150 °C да 3 соат қиздирилгандан сўнг, ўзининг фаол гуруҳларини бутунлай йўқотади.

Ионитларнинг термик барқарорлиги тўғрисида уларни қиздириш вақтида алмашилиш сиғимининг ўзгариши билан ҳам хулоса чиқариш мумкин [164; 63-67 б.]. Ионитлар ҳавода 100-200 °C хароратларда қиздирилгандан кейин, САС нинг нисбий йўқолиши куйидаги формула бўйича ҳисобланади [167; 1650-1680 б.].

$$R = \frac{САС_0 - САС_T}{САС_0} \cdot 100\%$$

Бу ерда: САС<sub>T</sub> ва САС<sub>0</sub> – термик қайта ишлашдан кейинги ва унгача САС қиймати бўлиб, 14 % дан ошмайди (3.6-жадвал).

Тадқиқ қилинган ионитларнинг кимёвий турғунлиги- 5 н NaOH ва H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> эритмалари билан қайта ишлангандан сўнг: алмашилиш сиғими, механик чидамлилигининг нисбий йўқолиши ва бўқувчанлигининг ўзгариши бўйича аниқланди.

### 3.3-жадвал

#### ДГТ+ГИПАН ва ДГТ+ФК ионитлари ҳавода термик қайта ишлашдан кейинги САС нинг йўқолиши

t, °C	τ, соат	САС термик қайта ишлашдан кейин	R, %
<b>ДГТ+ГИПАН</b>			
100	3	6,2	5
	5	6,0	7
150	3	5,9	10
	5	5,6	14

180	3	5,3	19
	5	5,1	22
200	3	4,9	25
	5	4,7	28
ДГТ+ФК			
100	3	5	0
	5	4,9	2
150	3	4,9	2
	5	4,7	6
180	3	4,5	10
	5	4,2	16
200	3	4,1	18
	5	3,8	24

Ионит куйидаги тартибда ОН – шаклга ўтказилди: Ионит натрий хлориднинг тўйинган эритмаси билан қайта ишланди (4 соат), сувда ювилди, 5 % ли хлорид кислота эритмаси қуйилди (модуль 1:15), 2 соатдан сўнг 10%ли хлорид кислота эритмасига алмаштирилди, сўнгра, нейтрал реакция бергунча дистилланган сувда ювилди ва 5%ли ўювчи натрий эритмаси билан (2 соат), бир неча марта 10%ли ўювчи натрий эритмаси билан (модуль 1:15) қайта ишланди, сўнгра, дистилланган сувда ювилиб, доимий массагача қуритилди. Шунингдек, синтез қилинган ионитларнинг термик турғунлиги ва механик чидамлилиги ўрганилди. Ионитларнинг термик турғунлиги иссиқ ҳаво ва сув иштирокида дифференциал – термик анализ усули ёрдамида аниқланди. Ионитлар намуналари сув буғи таъсирида 140 °С ҳароратда, 10 соат давомида иссиқлик билан қайта ишланди. Таъриба натижалари 3.4-жадвалда келтирилган.

### 3.4-жадвал

**Сув буғи билан қайта ишланган ионитнинг термик турғунлиги (қиздириш ҳарорати -140 °С да, 10 соат давомида рН=5,5-6)**

Ионитлар	САС (мг·эқв/г) 0,1 н.ли эритма, мг-эқв/г		Бўккан ионитнинг солиштирма ҳажми, млг/г	
	Термик қайта ишлашгача	Термик қайта ишлангандан кейин	Термик қайта ишлаш	Термик қайта ишлан

	NaOH	HCl	NaO H	HCl	гача	гандан кейин
ДГТ+ПЭПА	8	5,5-6	7,8	5,0-5,5	1,73	1,73
ДГТ +М	7,5-8	4,5	7,2- 7,5	4,2	2,4	2,6
ДГТ +ГИПАН	8-8,5	6,5	8,2	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	4,0-4,2	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	4,0	2,1	1,9
ДМТ+ФК	7,3-7,5	5	7,1	4,5	2,0	1,8

Шунингдек, олинган ионитлар ва саноат анионитларининг термик турғунлиги қиёсий жиҳатдан ўрганилди. Ионитларнинг ОН – шаклидан фойдаланилди. Уларнинг термик турғунлиги-алмашилиш сиғими, массаси ва солиштирма ҳажмининг ўзгариши бўйича тавсифланди [168; 56-58 б.].

Ионитларнинг термогидролизга барқарорлиги куйидагича аниқланди: ионит тортими ампулага жойланди, дистилланган сув қуйилиб, ампула оғзи кавшарланди ва 100 °С ҳароратда 48 соат давомида ушлаб турилди. Шундан сўнг, ампула очилиб, ионит сувли сўримдан ажратилди, ҳавода қуритилди, тортилди ва алмашилиш сиғими, солиштирма ҳажми ҳамда сочилувчан оғирлиги аниқланди (3.5-жадвал).

3.5-жадвалдаги маълумотлар шуни кўрсатадики, сувнинг қайнаш ҳароратида иссиқлик билан қайта ишлаш давомийлиги ортиши натижасида ионитларнинг текширилган хоссалари ҳам ўзгариб боради. Ионитлар сувда қиздирилганда термик дезаминланиш жараёни билан боғлиқ ҳолда гидролиз реакцияси натижасида уларнинг алмашилиш сиғими камаяди, аминогурӯҳлар сувли фазага ўтади. Шунинг учун ионитларнинг термогидролизга барқарорлиги сувли сўрим рН ининг ўзгариши бўйича ҳам кўриб чиқилади.

## 3.5-жадвал

## Ионитнинг сувдаги термик барқарорлигининг термик тадқиқоти

ОН – формадаги ионит	Термик қайта ишлашгача			48 соат термик қайта ишлангандан сўнг		
	САС 0,1 н. ли НСІ эритмас и, мг- экв/г	Солчи лувчан оғирли к, г/мл	Бўккан ионит нинг солиштир ма ҳажми, мл/г	САС 0,1 н. ли НСІ эритма си, мг- экв/г	Солчил увчан оғирли к, г/мл	Бўккан ионит нинг солиштир ма ҳажми, мл/г
ДГТ+ПЭП А	6,2	0,65	3,8	5,5	0,55	2,7
ДГТ+М	5,8	0,6	3,4	5,0	0,50	2,3
ДГТ+ГИПА Н	6,3	0,8	4,2	6,1	0,7	4,0
ДГТ+ФК	4,6	0,45	2,3	4,5	0,4	2,1
ДМТ+ПЭП А	5,2	0,55	3,8	4,5	0,50	2,7
ДМТ+М	4,8	0,45	3,4	4,2	0,45	2,3
ДМТ+ГИП АН	5,3	0,70	3,2	5,1	0,65	4,0
ДМТ+ФК	3,6	0,35	2,0	3,5	0,35	1,9
ЭДЭ-10П	5,5	0,65	3,2	5,3	0,55	2,6
АН-2Ф	6,2	0,45	3,1	4,8	0,28	2,2
АН-31	5,8	0,65	2,8	5,2	0,45	2,4
АВ-16	6,0	0,55	3,5	5,5	0,40	2,5

Шу мақсадда ионитлар термик қайта ишлангандан сўнг олинган сувли сўрим ионит ювилган сувга қўшилиб, рН аниқланди, шунингдек, аминогурӯхлар миқдори ҳам адабиётлардаги усул бўйича аниқланди. Натижалар 3.5-жадвалда берилган.

3.5-жадвалдаги маълумотлардан кўриниб турибдики, ДГТ+ПЭПА ионити 48 соат давомида термик қайта ишлангандан сўнг, унинг алмашилиш сизими ҳаммаси бўлиб, 5%га камайган бўлиб, анионит сувли сўримидан топилган аминогурӯх миқдорига мос келади, яъни– 0,84 мг-экв/г. Бунда АН-2Ф анионитининг алмашилиш сизими 48 соат термик қайта ишлашдан сўнг, 10,9 %га



Ўтказилгандан сўнг ва дастлабки донадор таркиб бўйича солиштирилди.

Ионитларнинг механик чидамлилиги ҳосил бўлган чангсимон фракцияни элакдан ўтказиб, фоизларда аниқланди. Олинган маълумотлар шуни кўрсатдики, ДГТ+ПЭПА анионитининг донадор таркиби қуруқ ҳолатда ҳам худди сувдаги каби 10 соат аралаштирилгандан сўнг ҳам ўзгармаган. Бу эса синалган анионитнинг юқори механик чидамликка эгалигидан далолат беради.

Шундай қилиб, ДГТ асосидаги ионитлар юқори самарали ионитлар ҳисобланади ва сорбцион хоссаларини қайта тиклайди ҳамда амалда тўлиқ регенерацияланади. Таклиф этилаётган ионитларнинг чидамлилиги шартли тегирмонда пўлат шарчалар билан 100 г ионитларни 10 дақиқа давомида айлантириб турган ҳолда текширилди ва синган заррачалар миқдори 5,8% дан 8%гача эканлиги аниқланди. Бундан кўриниб турибдики, ионитнинг юқори эксплуатацион сифати (механик чидамлиги 95%, 8-25%ли кислоталар эритмасидан, амалда, тўлиқ қайта тикланиш) уни саноатда мис ва кумушни эритмалардан сорбциялаш учун қўллаш имконини беради.

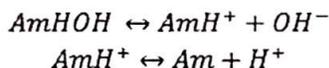
### **3.3. Янги полифункционал ионитларнинг сорбция жараёнида комплекс бирикмалар ҳосил қилишини ўрганиш**

Таркибида электрондонор функционал гуруҳлар бўлган ионалмашинувчи полимерлардан комплекс ҳосил бўлиш реакцияси амалий нуқтаи назардан гирометаллургияда нодир ва ноёб металл ионларини концентрлаш ва ажратишда кенг қўлланилади. Шунинг учун ҳам эпихлоргидрин асосидаги полифункционал ионитларнинг комплекс бирикмалар ҳосил қилиш хоссаларини ўрганиш долзарб муаммолардан бири ҳисобланади.

Спектрофотометрия, полярография, юқори частотали титрлаш каби комплекс бирикмаларни ўрганишнинг маълум усулларини эримайдиган юқори молекуляр бирикмаларда қўллаш имконияти чегараланган. Шунинг учун ҳосил бўлган комплекс бирикмалар таркибини ва барқарорлигини ўрганиш учун эритмадаги комплекс ҳосил қилувчи металл ионлари концентрациясини аниқлаш дастлаб ва ионит билан таъсирлашгандан кейин потенциометрик

концентрацияси аниқланди.

Ионитдаги аминогурухларнинг  $[Am]$  умумий миқдори ва металл қатнашмаган ҳолатдаги диссоциаланиш константаси кўрсаткичини ( $pK_\alpha$ ) потенциометрик титрлаш маълумотлари бўйича аниқлаш мумкин. Ионит гидрат шаклида қуйидаги схема бўйича диссоцияланади:



Бу ерда функционал гурухлар диссоциаланиш константасини қуйидаги тенглама билан ифодалаш мақсадга мувофиқ:

$$K_\alpha = \frac{[Am][H^+]}{[AmH^+]}$$

Ионитнинг полимер табиатини ҳисобга олиб, бу тенгламани логарифмик шаклда қуйидаги кўринишда тасвирлаш мумкин:

$$pH = pK_\alpha + m \lg \frac{[Am]}{[AmH^+]}$$

бу ерда:  $m$  – полимер занжиридаги звенолараро таъсирни ҳисобга олишда ишлатиладиган эмпирик коэффицент,  $pK_\alpha$  – полимер ионоген гурухлари диссоциация константасининг тескари логарифми.

Комплексадаги боғланган  $[Am]_{\text{комп}}$ , протонлашган  $[AmH^+]$  ва эркин  $[Am]$  аминогурухлар миқдорининг йиғиндиларидан аниқланади:

$$[Am]_{\text{общ}} = [Am]_{\text{комп}} + [AmH^+] + [Am]$$

Потенциометрик титрлашнинг ҳар бир нуктаси учун  $pH$  қиймати ва протонлашга сарфланадиган кислота миқдорини билган ҳолда протонлашган аминогурухлар  $[AmH^+]$  концентрациясини осон аниқлаш мумкин. Эркин аминогурухлар  $[Am]$  концентрацияси қуйидаги тенгламадан фойдаланиб ҳисобланади:

$$p[Am] = \frac{pK_\alpha - pH}{m} - \lg [AmH^+]$$

Комплекс бирикмадаги боғланган аминогурухлар миқдори маълум эркин, протонлашган ва аминогурухлар йиғиндилари тенгламаси ёрдамида аниқланди.

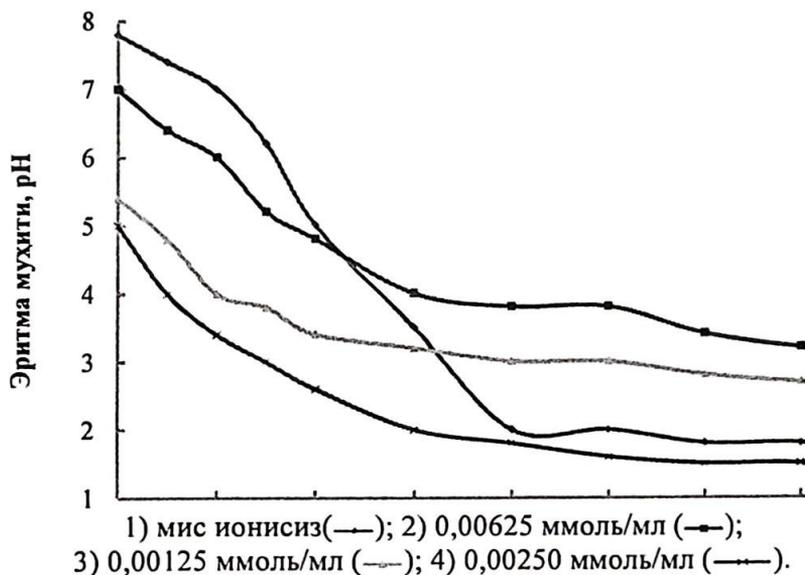
Бьеррумнинг ҳосил бўлиш функцияси эса [52; 100-105-б] қуйидаги формула бўйича аниқланди:

Бу ерда:  $C_{Me}$  – металлнинг дастлабки концентрацияси, моль/мл.

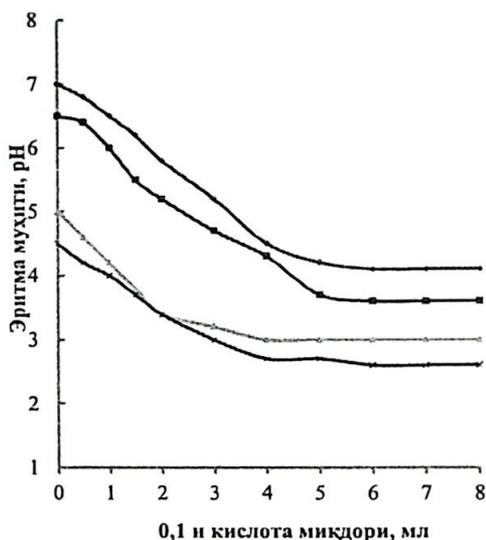
Анионитлар ва уларнинг металллар иштирокидаги

потенциометрик тадқиқоти шуни кўрсатдики, координацион бирикманинг ҳосил бўлиш титрлаш эгриси ҳам эритманинг ион кучи, металл табиати ва унинг концентрациясига боғлиқ. Доимий ион кучи ( $\mu=0,1$ )  $0,1\text{н NaCl}$  қўшиш ёрдамида ҳосил қилинди.

3.5, ва 3.6 -расмлардан кўришиб турибдики, металл ионлари концентрацияси  $0,00625$  дан  $0,0250$  ммоль/л га ошиши билан анионитнинг асослилиги камайиб боради, яъни комплекс ҳосил қилувчи металл концентрацияси қанча катта бўлса, комплекс ҳосил бўлиши жараёнида аминогурхлар гидрофиллилиги шунчалик даражада камаяди.



3.9-расм. ДГТ+ПЭПА анионитини мис ионларининг турли концентрацияларида потенциометрик титрлаш эгриси



- 1) мис ионисиз(—); 2) 0,00625 ммоль/мл (—■—);  
 3) 0,00125 ммоль/мл (—○—); 4) 0,00250 ммоль/мл (—□—).

### 3.10-расм. ДГТ+М анионитини мис ионларининг турли концентрацияларида потенциометрик титрлаш эгриси

Бунда, металлнинг нисбатан юқори концентрациясида Бьеррумнинг ҳосил бўлиш функцияси комплекслар таркибининг ишончли тавсифи бўла олмайди. ДГТ+ПЭПА асосидаги анионит – Cu (II) системаси учун  $\text{Cu}^{2+}$  ионларининг турли концентрацияларида Бьеррумнинг ҳосил бўлиш функциясини ҳисоблаш натижалари 3.7-жадвалда келтирилган. Жадвалдаги маълумотлар шундан далолат берадики, комплекс бирикма таркиби анионитнинг ион таркиби ва эритмадаги металл ионлари концентрациясига сезиларлича даражада боғлиқ.

Анионит фазасида гидрат шаклдаги аминогурӯҳларнинг ошиши ва эритмада улар концентрациясининг камайиши билан рН 5 дан катта бўлмаганда металл ионларини кўпи билан 2-3 та аминогурӯҳлар координациялайди.

Мис (II) ионлари чизикли ПЭПА билан таъсирлашганда, полимердаги тўрт ва ундан кўп аминогурӯҳлар координациялаши каби содир бўлади. Бу шундан далолат берадики, анионитнинг уч ўлчамли тузилиши металл ионларининг гелдаги кўп сонли

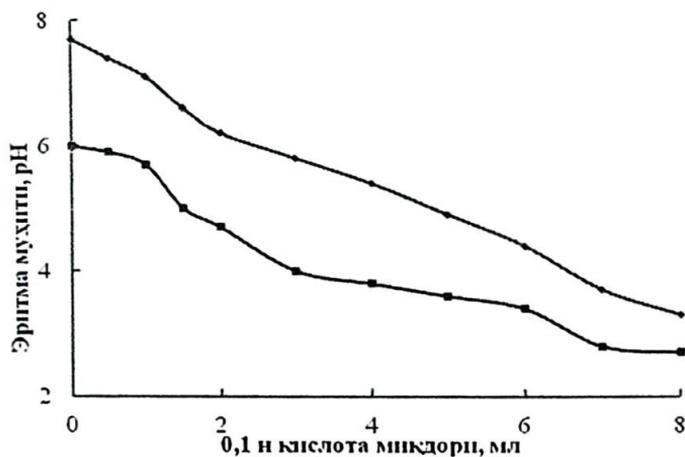
аминогуруҳлар билан ўзаро координацияланишига тўсқинлик қилади.

3.7-жадвал

ДГТ+ПЭПА асосидаги анионит – мис (II) системаси учун мис (II) ионларининг турли концентрацияларида Бьеррумнинг ҳосил бўлиш функцияси

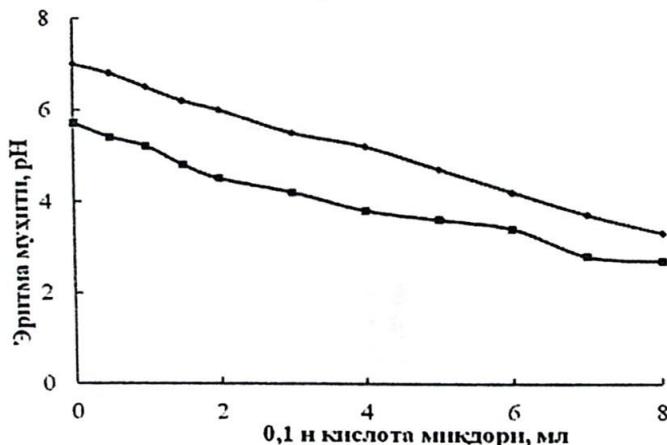
[Cu <sup>2+</sup> ], ммоль/мл	[AmH <sup>+</sup> ], мг-экв/г	pH	P[Am]	[Am], мг- экв/мл	[Am], комп	$\bar{n}$
0,00625	0,009	7,84	2,013	$8,12 \cdot 10^{-3}$	0,0267	4,27
	0,013	7,52	2,008	$9,24 \cdot 10^{-3}$	0,0226	3,61
	0,017	7,22	2,069	$8,30 \cdot 10^{-3}$	0,0999	15,98
	0,021	6,81	2,233	$5,57 \cdot 10^{-3}$	0,0186	2,97
	0,025	6,34	2,469	$3,12 \cdot 10^{-3}$	0,0171	2,73
	0,029	5,89	2,705	$1,69 \cdot 10^{-3}$	0,0145	2,32
	0,033	5,47	2,931	$0,88 \cdot 10^{-3}$	0,0113	1,81
	0,037	5,03	3,177	$0,37 \cdot 10^{-3}$	0,0070	1,12
	0,041	4,52	3,473	$0,14 \cdot 10^{-3}$	0,0042	0,67
	0,045	3,97	3,808	$0,05 \cdot 10^{-3}$	0,0013	0,21
0,00125	0,009	6,49	2,930	$11,52 \cdot 10^{-4}$	0,0353	28,24
	0,013	5,99	3,049	$8,69 \cdot 10^{-4}$	0,0316	25,28
	0,017	5,54	3,212	$5,88 \cdot 10^{-4}$	0,0279	23,76
	0,021	5,17	3,359	$4,10 \cdot 10^{-4}$	0,0241	19,28
	0,025	4,78	3,534	$2,65 \cdot 10^{-4}$	0,0202	16,16
	0,029	4,40	3,723	$1,61 \cdot 10^{-4}$	0,0163	13,04
	0,033	4,09	3,872	$1,05 \cdot 10^{-4}$	0,0124	9,92
	0,037	3,85	3,979	$0,74 \cdot 10^{-4}$	0,0109	8,72
	0,041	3,63	4,082	$0,53 \cdot 10^{-4}$	0,0712	56,96
	0,045	3,34	4,236	$0,28 \cdot 10^{-4}$	0,0314	25,12
0,00250	0,009	5,54	3,581	$2,35 \cdot 10^{-4}$	0,0362	14,48
	0,013	5,15	3,629	$2,07 \cdot 10^{-4}$	0,0323	12,92
	0,017	4,60	3,857	$1,10 \cdot 10^{-4}$	0,0284	11,36
	0,021	4,10	4,086	$0,53 \cdot 10^{-4}$	0,0244	9,76
	0,025	3,68	4,289	$0,22 \cdot 10^{-4}$	0,0205	8,2
	0,029	3,35	4,438	$0,07 \cdot 10^{-4}$	0,0164	6,56
	0,033	3,15	4,512	$0,01 \cdot 10^{-4}$	0,0125	5
	0,037	3,03	4,543	$0,09 \cdot 10^{-4}$	0,0085	3,4
	0,041	2,92	4,570	$0,07 \cdot 10^{-4}$	0,0045	1,8
	0,045	2,81	4,598	$0,05 \cdot 10^{-4}$	0,0005	0,2

Комплекс бирикма барқарорлигини аниқлашда турли металл-комплекс ҳосил қилувчилар иштирокида олинган потенциометрик титрлаш эгриси катион табиатига боғлиқ бўлади. 3.11 ва 3.12 - расмда тасвирланганидек, титрлаш эгрисидаги максимал синиш мис ионлари иштирокида кузатилади ва бунда нисбатан барқарор комплекс ҳосил бўлади.



1) металл ионисиз (—); 2) 0,025 ммол/мл  $\text{Cu}^{2+}$  иони иштирокида (—■—).

3.11-расм. ДГТ+ПЭПА асосидаги анионитни титрлаш эгриси



1) металл ионисиз (—); 2) 0,025 ммол/мл  $\text{Cu}^{2+}$  иони иштирокида (—■—).

3.12-расм. ДГТ+М асосидаги анионитни титрлаш эгриси

Ҳосил бўлган комплекс бирикманинг барқарорлиги, худди куйи молекуляр аналоглари сингари комплекс ҳосил қилувчи: ион, лиганд ва анионитдаги функционал гуруҳлар табиати билан аниқланади. Бунда кўпроқ ионларнинг оксидланиш даражаси ўлчами, электрон тузилиши, кутблантирувчи таъсири, электрманфийлиги муҳим хоссалари ҳисобланади.

Шунингдек, ҳосил бўлган комплекс бирикманинг турғунлиги лиганднинг (анионитнинг) марказий атом билан боғ ҳосил қиладиган донор атомлари табиатига ва унинг кутбланиш даражасига ҳам боғлиқ.

Олинган анионитларнинг ўрганилган металллар билан ҳосил қилган комплексларнинг барқарорлик константаси қиймати икки усулда ҳисобланди ва натижалар 3.8-жадвал асосида берилди.

### 3.8-жадвал

#### Ионитларнинг $\text{Cu(II)}$ билан комплекс ҳосил қилиши баъзи кўрсаткичлари тавсифи

Ионит	САС мг- экв/г	Бьеррум бўйича			Салдадзе бўйича		
		$\lg K_1$	$\lg K_2$	$\lg K_N$	$\lg K_1$	$\lg K_2$	$\lg K_N$
ДГТ+ПЭП А	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+ГИП АН	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

Синтез қилинган анионитларнинг металллар билан ҳосил қилган комплекс бирикмалари барқарорлик константаси қийматининг нисбатан кичиклиги, нафақат азот асослигининг камайиши билан, балки фазовий қийинчилик сабабли ҳам бўлади.

Юқоридагиларга асосан шундай хулоса қилиш мумкинки, синтез қилинган полифункционал анионитлар баъзи оралик металллар катионлари билан тегишли комплекс бирикмалар ҳосил қилади.

Шунингдек, тадқиқот натижасида, синтез қилинган анионитларнинг тартибли тузилиши металл ионлари бўйича алмашиниш сизими ва ҳосил қилган комплекс бирикмаларнинг барқарорлигига ижобий таъсир этиши кўрсатиб берилди.

### 3.4. Рангли металллар ионларининг полифункционал ионитлар билан эритмаларда комплекс бирикмалар ҳосил қилиш жараёнлари

Комплекс ҳосил қилувчи ионалмашинувчиларнинг ўзига хос хусусияти шундаки, ионалмашинувчилар полимер матричасига бириккан фаол кимёвий гуруҳлар металл ионлари билан ўзаро таъсирлашиб, мустаҳкам комплекс ҳосил қилади. Бу таъсирнинг хусусияти функционал гуруҳлар, металл ионлари табиати ва сорбция шароитига боғлиқ. Шунга кўра, сорбентлар сифатида таркибида азот ва олтингугурт тутган функционал гуруҳли янги синтез қилинган анионитлар: (ДГТ+ПЭПА, ДГТ+М, ДГТ+ГИПАН, ДМТ+ПЭПА, ДМТ+М ва ДМТ+ГИПАН) қўлланилди.

Ўрганилган металл ионларининг анионитлар функционал гуруҳлари билан ион-координацион таъсирининг спектрал кўриниш соҳаси аниқланди. Дифференциал ИҚ – спектроскопия усулида ионит аминокарбоксилат комплекслари ички координацион сфераси таркибининг комплекс ҳосил қилувчи ион табиати, муҳит рН, эритманинг анион таркиби ва анионитлар лиганд гуруҳларининг кимёвий тузилишига боғлиқлиги аниқланди. Кучли кислотали муҳитда металл ионларининг анионитга ютилиши комплекс катионларнинг протонлашган аминогуруҳлар билан ташки сферали тузилиш ҳосил қилиб, ионли таъсирлашиши ҳисобига содир бўлиши кўрсатиб берилди. Ионит фазасидаги металл ионлари комплексларининг барқарорлиги функционал гуруҳлар кислоталигига боғлиқ бўлиб, уларнинг кислоталик хоссаси қанча кучсиз бўлса, ҳосил бўладиган комплекс бирикмалар шунчалик мустаҳкам бўлади. Анионит фазасидаги функционал гуруҳларнинг мис билан ҳосил қилган комплексларининг мустаҳкамлиги мувозанатдаги эритма рНга камроқ боғлиқ бўлади. Шунга кўра, ионалмашинувчиларнинг регенерация шароити танланди. Десорбция жараёнида комплекс бирикмалар уни ташкил этувчи компонентларга парчаланаяди ва оралиқ комплекслар диффузия жараёнида чиқариб ташланади ва йўқотилади [169; 405-409-б.].

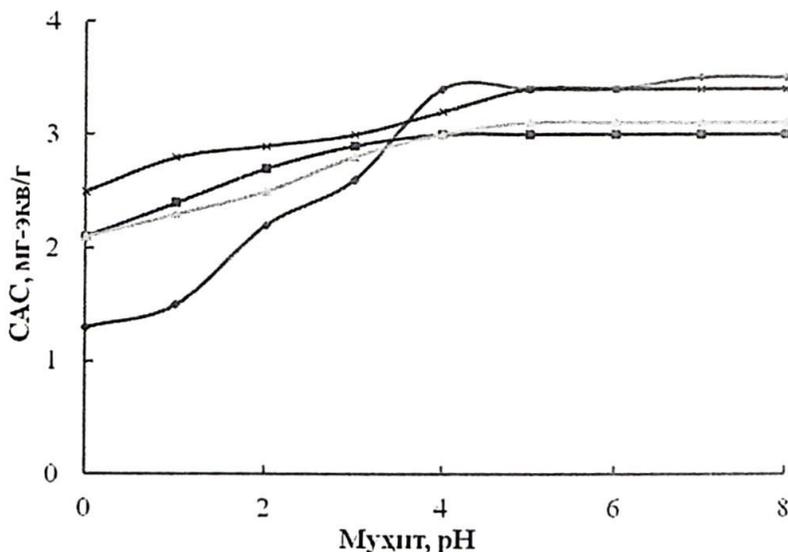
Металл – ионит комплексларининг ҳаммасида  $N \rightarrow Me$  боғи учун хос бўлган  $1400-1300 \text{ см}^{-1}$  соҳада ютилиш чизиқлари мавжуд.

Ионитларнинг комплекс ҳосил қилиш хоссаси кўшилаётган эритманинг рН ига сезиларли даражада боғлиқ. Шунинг учун синтез қилинган ионитнинг сорбцион қобилияти сорбцияланувчи компонент тутган эритма рН ига боғлиқлиги ўрганилган. рН нинг

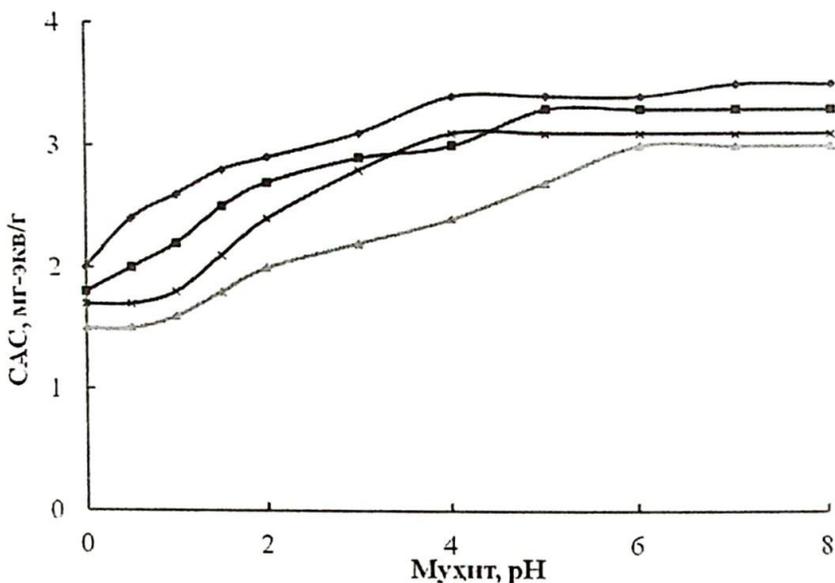
оптимал қийматини аниклаш учун рН нинг 2 дан 8 гача бўлган оралиғида 0,05 нли тузлар эритмаларида металл сорбцияси ўрганилди. Бунда ионитдаги протонлашган ( $\text{AmH}^+$ ) ва гидратланган ( $\text{Am}\dots\text{NOH}$ ) шаклдаги аминогурухлар нисбатан ўзгаради.

Қуйидаги 3.9 ва 3.10 - расмлардан кўриниб турибдики, эритма рН и қанча катта бўлса, ионитнинг металл бўйича сиғими ҳам шунча катта бўлади, гидрат шаклдаги аминогурухлар миқдори ортади. Лекин, бу қонуният рН нинг маълум қийматигача сақланади, ундан ошиб кетса, металл гидроксид ҳосил қилиб чўқади.

Энг кам комплекс бирикма ҳосил бўлиши ионитнинг протонлашган шакли учун хос бўлиб, азот – водород боғи азот – металл боғидан мустақкам ҳисобланади. Протонлашган шаклдаги функционал гурухларнинг металл ионлари билан комплекс ҳосил қилиши ионит таркибида гидратланган аминогурухлар ҳисобига содир бўлади ва тўрсимон полиэлектролитларда зарядлар зичлиги катталиги сабабли уларни ҳар доим ҳам тўлиқ протонлаштириб бўлмайди. Бу ҳам муҳит рН и қиймати катталиши билан полимерлар сорбцион қобилиятининг ортишини исботлайди.



1)  $\text{Cu}^{2+}$  (—); 2)  $\text{Zn}^{2+}$  (—○—); 3)  $\text{Cd}^{2+}$  (—□—);  $\text{Pb}^{2+}$  (—).  
**3.13-расм. ДГТ+ПЭПА асосида олинган ионит сорбцион қобилиятининг муҳит рН ига боғлиқлиги**



1) Cu<sup>2+</sup> (—); 2) Zn<sup>2+</sup> (—); 3) Cd<sup>2+</sup> (—); Pb<sup>2+</sup> (—).

**3.14-расм. ДГТ+М асосида олинган ионит сорбцион қобилиятининг мухит рН ига боғлиқлиги**

Ионитларнинг сорбцион қобилиятини атрофлича ўрганиш натижалари шуни кўрсатадики, мис (II) нинг комплекс бирикмалар ҳосил қилиши рН=3-5 бўлганда, максимал қийматга эришади. Мухит кўпроқ миқдорий бўлганда, комплекс бирикмалар ҳосил бўлиши билан бир қаторда, гидроксид ва асосли тузлар ҳам ҳосил бўлиб, ионитнинг қаттиқ фазасига чўкиши кузатилган.

Тадқиқот натижалари асосида аниқландики, диглицидилтиокарбамид ва унинг полиэтиленполиамин, меламина ва ГИПАН билан ўзаро реакциялари асосида синтез қилинган полифункционал анионитларнинг сорбцион хоссаларидан фойдаланиш истиқболли бўлиб, олинган натижалар оралик металл ионларини концентрлаш ва ажратишда, уларни азот билан координацион бирикмалар ҳосил қилмайдиган тузлар эритмаларидан чиқариб юборишда синтез қилинган ионитларни қўллаш жуда муҳим ҳамда тавсия этиш учун барча асослар мавжуддир [170; 450-452-б.].

Шунингдек ,тадқиқ этилган ионитларнинг Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup> ионлари бўйича статик сорбцион сиғими аниқланди ва статик сорбцион сиғимининг турли омилларга (мухит рНи, металл тузлари

концентрацияси, ҳарорат ва сорбция вақти) боғлиқлиги ўрганилди. Анионитларнинг металллар ионлари бўйича аниқланган статик сорбцион сиғими  $Zn^{2+}$  учун 3,8- 4,1,  $Cu^{2+}$  учун 4-4,7,  $Pb^{2+}$  учун 3,4-4,3 ва  $Cd^{2+}$  учун 3,1- 3,9 мг-экв/г ни ташкил этади. Энг юқори алмашилиш сиғими анионит: металл нисбати 1:2 бўлганда эришилган.

### III БОБ БЎЙИЧА ХУЛОСА

Ушбу боб “Синтез қилинган ионитларнинг физик-кимёвий ва комплекс бирикмалар ҳосил қилиш хоссалари” деб номланган бўлиб, унда, асосан, синтез қилинган комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитларнинг ИҚ-спектрал тадқиқоти, синтез қилинган комплекс ҳосил қилувчи ионитларнинг термик барқарорлиги, ушбу полифункционал ионитларнинг сорбция жараёнида комплекс ҳосил қилиш хоссаларини ва рангли металллар ионларининг полифункционал ионитлар билан эритмаларда комплекс бирикмалар ҳосил қилиш жараёнларини ўрганиш асосида олинган муҳим натижалар келтирилган.

## IV БОБ. КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАР ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ ИОНИТЛАРНИ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ ВА УНИНГ ТЕХНИК-ИҚТИСОДИЙ АСОСЛАРИ

### 4.1. Диметилолтиокарбамид ва ортофосфат кислота асосида комплекс ҳосил қилувчи ионитлар олишнинг технологик схемаси

ТКТИТИ ДУК да янги комплекс ҳосил қилувчи ионитлар ва ионалмашинувчи смолалар ишлаб чиқаришнинг технологик жараёнлари ишлаб чиқилди. Ушбу жараённи амалга ошириш учун ТКТИТИ ДУК да куйидаги босқичларни бажаришга мўлжалланган тажриба қурилмаси йиғилди: хомашёларни тайёрлаш, поликонденсацияни ўтказиш, олинган маҳсулотни ажратиш, қуриштириш, майдалаш, элаш, тайёр маҳсулотни қадоқлаш. Бу жараёнлар даврий такрорланади.

Полимер материаллар ва металллар учун комплекс ҳосил қилувчи моддалар ҳамда смолалар ишлаб чиқариш технологик жараёнларини бошқа комплекс ҳосил қилувчи ионитлар ишлаб чиқариш базасида, технологиясини ўзгартирмасдан йўлга қўйиш мумкин. Ишлаб чиқилган ТФФ-1 ионитини олиш усули тиокарбамидни формальдегид билан ортофосфат кислотаси иштирокида 60-80 °С ҳароратда поликонденсациялаб, сўнгра, 100-105 °С ҳароратда қуриштиришни ўз ичига олади.

#### Тайёр маҳсулотнинг тавсифи

ТФФ-1 ионити ҳар хил ўлчамда дондор шаклли сарғиш оч кизил рангда бўлган, ҳидсиз, қаттиқ кўринишга эга.

#### 4.1-жадвал

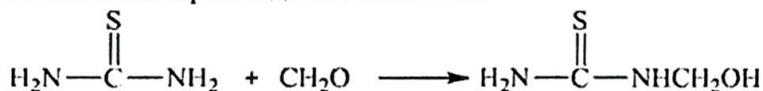
#### ТФФ-1 ионити асосий хоссаларининг АН-16 анионити билан таққослаш тавсифи

Кўрсаткичлар	Қиймати	
	ТФФ-1	АН-16
Намлик миқдори % (кўп эмас)	52	60
Дон ўлчами, мм	0,5-1	0,3-2,0
Сочилувчан оғирлиги, г/см <sup>3</sup>	0,5	0,6
Сувсиз смоланинг бўккан ҳолатдаги солиштирма ҳажми, см <sup>3</sup> /г	3,5-4	4,5-5,0
0,1 н.ли НСl бўйича статик алмашиниш сиғими, мг-экв/г	6,5-7	7,0-8,0
0,1 н.ли NaCl бўйича статик алмашиниш сиғими, мг-экв/г	1,0-2,0	1,5-2,5

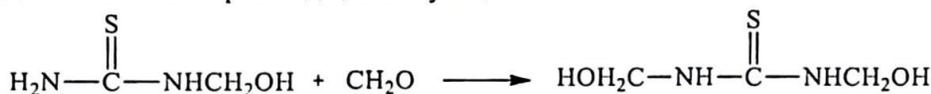
Сувда, кислота ва ишқорлар эритмаларида эрмайди, органик эритувчиларда жуда кам эрийди. Шунингдек, ТФФ-1 ионитининг асосий хоссалари 4.1-жадвалда берилган.

### Технологик жараёнларнинг кимёвий тавсифи

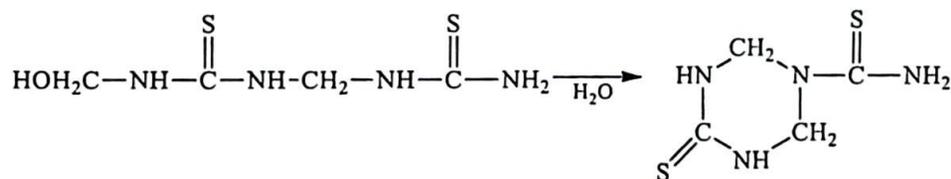
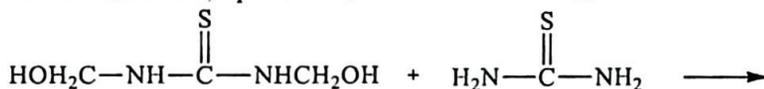
ТФФ-1 ионитини олишнинг таклиф этилган усули қуйидаги босқичларни ўз ичига олади: тиокарбамиднинг формальдегид билан қуйидаги схема бўйича ўзаро таъсирлашиши натижасида монометилолтиокарбамиднинг олиниши:



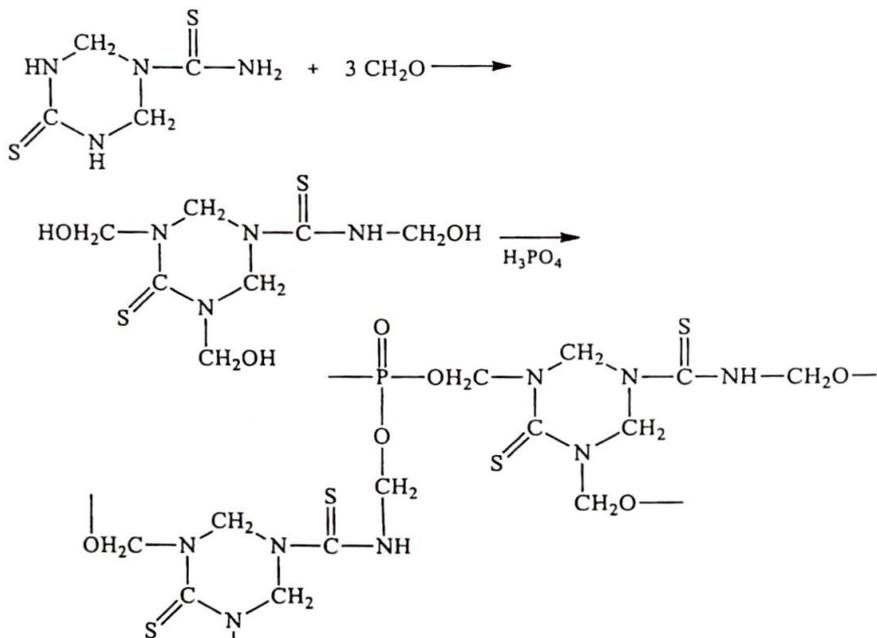
Синтезнинг навбатдаги босқичида монометилолтиокарбамид формальдегид билан қиздирилганда, қуйидаги схема бўйича диметилолтиокарбамид ҳосил бўлади:



Диметилолтиокарбамид тиокарбамид билан қиздирилганда эса халқаланиб, триазин ҳосиласига айланади:



Триазин ортофосфат кислота иштирокида уч ўлчамли чокланган олигомер ҳосил қилади:

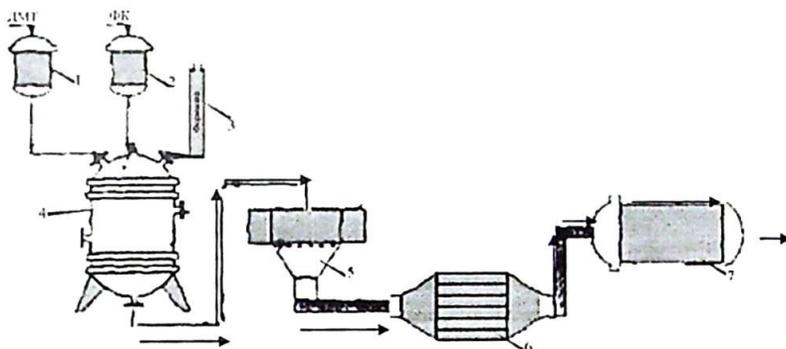


### Технологик схема тавсифи

ТФФ-1 ионитини ишлаб чиқариш технологик схемаси уч бўлимни ўз ичига олган ҳолда, битта технологик тизимдан иборат: хомашё, қолиплаш ва куритиш. Принципиал технологик схема 4.1-расмда берилган.

### ТФФ-ионитини ишлаб чиқариш схемаси

Реакторга 1 бункердан ҳисобланган микдорда, диметилолтиокарбамид киради, 3 сўғимдан унга формальдегид солинади. Реактордаги ҳарорат 90°C гача қиздирилиб, 2 соат аралаштирилади. Шундан сўнг, 2 бункердан ортофосфат кислотаси солинади ва аралашмани интенсив аралаштириб, қиздиргич ёрдамида 90-95 °C ҳароратгача қиздирилади. Сўнгра, реакторга 3 сўғимдан формальдегиднинг янги порцияси киритилади, аралаштириш давом эттирилади ва реакторга 60-70 дақиқа оралиғида формальдегиднинг навбатдаги порцияси солинади.



1-2-бошланғич хомашё учун сигим; 3-қўшимча формалин учун сигим; 4-реактор; 5-майдалағичли сетка ва тозалаш қурилмаси; 6-кўп полкали қуриткич; 7-тайёр маҳсулот учун сигим

**4.1-расм. ДМТ ва ФК асосида комплекс ҳосил қилувчи ионит олишнинг технологик схемаси**

Реакцион массани 1 соат давомида, 70-80°C ҳароратда қиздириб туриб аралаштиргандан сўнг, пастки штуцер орқали (5) майдалағич сеткага юборилади. У ерда маҳсулот майдаланади ва 5% ли NaOH, 5% HCl ҳамда дистилланган сув ёрдамида ювилади. Ундан (6) кўп полкали қуриткичда қуритилиб, тайёр маҳсулот учун сигим(7)га йиғилади.

Тиокарбамид ва формальдегид конденсацияси маҳсулотларининг мойсимон реакцион аралашмаси айланувчи конуссимон қурилманинг юқори қисмидан ариқча орқали солинади ва шу вақтнинг ўзида майда заррачалар кўринишида чиқарилади. Майда заррачалар ичида 20-40 °C ҳароратдаги фосфат кислотаси эритмаси бўлган (5) майдалағичли сетка ҳолатдаги қурилмага киритилади. Бунда ионит заррачалари 1-3 мм ли шарчалар кўринишида шаклланади. Шарчалар ўлчамини - қолиплаш қурилмасининг айланиш тезлигини ўзгартириш йўли билан тартибга солиш мумкин. Шарчалар қолиплаш қурилмасидан тозалаш қурилмасига тушади ва бу ерда фосфат кислота эритмадан ажратилади. Фосфат кислота эритмаси реакторга насос ёрдамида ўтказилади, ионит шарчалари эса (6) қуритиш қурилмасига киритилади ва бу ерда 10 соат давомида, 100-105 °C ҳароратда қуритилади. Шундан сўнг, ионит идишларга жойланиб, истеъмолчиларга юборилади.

### Материал баланси

Олинган маълумотлар асосида материал баланс тузилди:

1. ТФФ-1 ионитини ишлаб чиқариш қуввати - 100 т/йил.
  2. Ишлаб чиқариш иш куни сони бир йилга- 100 кун 100 (24<sup>00</sup> соат).
  3. Ионитнинг технологик ва механик йўқолиши 10 га тенг деб қабул қилинди. (100% ли ионитга нисбатан ҳисобланган).
  4. ТФФ-1 ионити синтези бўйича битта операция давомийлиги – 24 соат.
  5. Тайёр ионит намлиги 30% дан кўп эмас.
  6. Қурилманинг ўртача соатлик ишлаб чиқарувчанлиги (қуввати) – 41,7 кг.
- Қуйидаги 4.2-жадвалда реактивлар бўйича материал баланси келтирилган.

#### 4.2-жадвал

### Материал баланси

№	Маҳсулотлар номи	Кирилган, кг	Олинган, кг
1.	Тиокарбамид	154	
2.	Формальдегид	404	
3.	Ортофосфат кислота	11	
4.	Сув		162
6.	Ионит ТФФ-1	569	562

#### 4.3-жадвал

### Хом ашё ва ярим маҳсулотлар сарфи меъёрлари асосномаси

1 т ва 100 т ионит олиш учун хомашё ва ярим маҳсулот сарфи меъёрлари асосномаси.

№	Сарфланадиган компонентлар номи	Ўлчов бирлиги	Регламент бўйича меъёри, т	
			1 т тайёр маҳсулот учун	100 т тайёр маҳсулот учун
1.	Тиокарбамид	тонна	0,295	29,5
2.	Формальдегид	тонна	1,01	101
3.	Ортофосфат кислота		0,0275	2,75

## 4.4-жадвал

## Технологик режим меъёрлари

№	Реагентлар оқими ва босқичлар номи	Операция вақти, соат	Ҳарорат, °С	Компонентлар нисбати молда	Конверсия, %
1.	Реакторга компонентларни юклаш	1,0	Атмосфера		
2.	P5 реакторда ионит синтези	2,5-3,0	60-80	Тиокарбамид формальдеги д фосфат кислота=2:5: 0,1	98,0 98,0 99,0 100,0
3.	Ионит қолиплаш	2,0	50÷60		1-3 мм да гранул ўлчами
4.	Қуритгичда ионитни қуритиш	16-18	100÷105		Таркибида ги намлик 30%дан кўп эмас

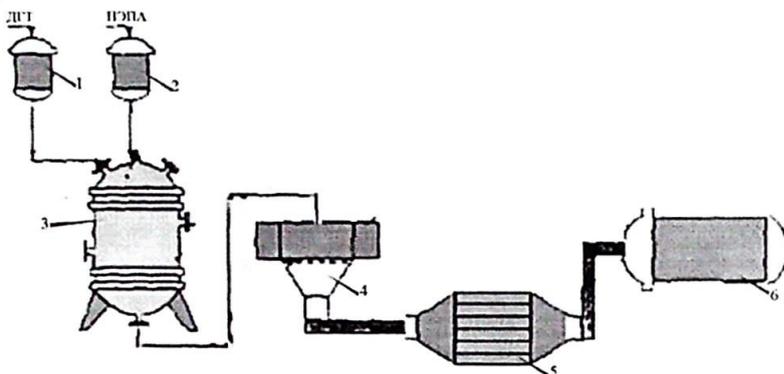
#### 4.2. Диглицидилтиокарбамид ва полиэтиленполиамин асосида комплекс ҳосил қилувчи ионит олишнинг технологик схемаси

Диглицидилтиокарбамиднинг полиэтиленполиамин билан ўзаро таъсирлашишидан комплекс ҳосил қилувчи ионит олишнинг технологик схемаси 4.2-расмда келтирилган.

Зангламайдиган пўлатдан ясалган аралаштиргич, ғилоф ва қайтар совитгич ўрнатилган реакторга - аммиакли сув, диглицидилтиокарбамид солиниб, тўлиқ эриб кетгунча аралаштирилади. Сўнгра полиэтиленполиамин солиниб, 60 °С гача қиздирилади ва аралаштирилиб, босқичма-босқич дистилланган сув қуйилади. Реакцияни охиригача етказиш учун ҳарорат 70°С гача кўтарилади ва 1 соат ушлаб турилади, сўнгра, сув қуйилиб, 15°С гача совитилади [172; 28-30-б.].

Ҳосил бўлган суспензия филтрланиб, чўкма сув билан ювилади, сиқилади ва тозалашга берилади. Эритиш ва тозаловчи филтрлаш ўтказилади, бунда техник маҳсулот сувли этил спиртида эритилиб, қайнагунча қиздирилади ва иссиқ эритма бошқа

фильтрдан ўтказилади. Фильтрат аралаштиргичи ва ғилофи бўлган сизимга солиниб, 15-20°C гача секин совутилади. Кристалл маҳсулот кўринишида тушган чўкма филтрланиб, қуритишга юборилади.



1-2-бошланғич хомашё учун сизим; 3-реактор; 4-майдалагичли сетка ва тозалаш қурилмаси; 5-кўп полкали қуритгич; 6-тайёр маҳсулот учун сизим.

**4.2-расм. ДГТ ва ПЭПА асосида комплекс ҳосил қилувчи ионит олишнинг технологик схемаси**

**4.3. ТЭП-1 ва ТФП-1 маркали комплекс ҳосил қилувчи ионитни ишлаб чиқаришнинг турли тармоқларида қўллашнинг техник-иқтисодий самарадорлиги**

ТЭП-1 ионитидан 1 т ишлаб чиқаришда кутиладиган иқтисодий самарадорлик ҳисоблаб чиқилди (2016 йил сентябрь ойидаги нарх-наво бўйича ҳисобланди).

Ҳисоблаш ТКТТИТИ ДУК нинг рационализаторлик таклифи, ихтиро ва янги усуллардан халқ хўжалигида фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш услубига мувофиқ ўтказилди.

Ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилди:

$$C_a = [C_i - C_a]xA;$$

Бу ерда:  $C_a$  – таннархнинг камайиши (сўм);

$C_i$  – ЭДЭ-10П ионитининг саноат таннархи (сўм);

$C_a$  – таклиф этилган ТЭП-1 ионитининг таннархи (сўм);

$A$  – маҳсулот ҳажми (тонна)

Иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш саноат ионити ЭДЭ-10П ва таклиф этилган ионит ТЭП-1ни ишлаб чиқаришда фойдаланиладиган хомашёлар нархи ўртасидаги фарқ бўйича ўтказилди. Тиокарбамид асосидаги ТЭП-1 ионитини ишлаб

чиқаришда харажатларнинг технологик ҳисоби ПЭПА ва ЭХГ поликонденсациясидан олинган саноат анионити ЭДЭ-10П ни ишлаб чиқаришдаги аналогик харажатлардан фойдаланиб бажарилди ва ҳисобланди.

ЭДЭ-10П анионитини ишлаб чиқариш учун 1 тонна ПЭПА и ЭХГ хомашёсининг нархи мос ҳолда 24 443 600 сўм ва 7 840 400 сўмни ташкил этади. 1 т ЭДЭ-10П 1 анионитини ишлаб чиқариш учун компонентларнинг 1:1 масса нисбатида 0,5 т ПЭПА ва 0,5 т ЭХГ талаб этилади.

$$C_i = (24\,443\,600 + 7\,840\,400) \times 0,5 = 16\,142\,000 \text{ сўм}$$

Нархи 1 т миқдори 10 276 040 сўм бўлган тиокарбамид билан олинган 1 т комплекс ҳосил қилувчи ионит ТЭП-1 ни ишлаб чиқариш учун хомашё нархини ҳисоблаганда, ҳамда тиокарбамид, ПЭПА, ЭХГ нинг дастлабки миқдори 1:2:1 масса нисбатда бўлганда куйидагини ташкил этади:

$$C_a = (24\,443\,600 + 7\,840\,400 \times 2 + 10\,276\,040) \times 0,25 = 12\,600\,110 \text{ сўм}$$

Тиокарбамид асосидаги комплекс ҳосил қилувчи ТЭП-1 ионитини 1 т ишлаб чиқаришда иктисодий самарадорлиги фақат хомашё нархининг фарқи бўйича ҳисобланганда куйидагича бўлади:

$$C_a = [C_i - C_a] \times A = [16\,142\,000 - 12\,600\,110] = -3\,541\,890 \text{ сўм}$$

1т ЭДЭ-10П ва ТЭП-1 анионитини ишлаб чиқаришда харажатлар ҳисоби 4.5-жадвалда келтирилган.

#### 4.5-жадвал

#### ЭДЭ-10П ва ТЭП-1 анионитларини ишлаб чиқаришдаги харажатлар (1 т учун)

№ п/п	Сарфланган компонентларнинг номи	Нарх (сўм)	
		ЭДЭ-10П	ТЭП-1
1.	Хомашё	16 142 000	12 600 110
2.	Электрэнергия сарфи	182 000	182 000
3.	Ишчиларнинг иш ҳақи	520 000	520 000
4.	Ишлатиладиган қурилмалар харажатлари	850 000	850 000
	Умумий ҳисобланган таннархи	17 694 000	14 152 110

Саноат анионити ЭДЭ -10П нархи қўшимча нарх солиғи (Н.Д.С) ни ҳисобга олмаганда ва транспорт харажатлари билан бирга 1 тоннаси учун 17 694 000 сўмни ташкил қилади.

Комплекс ҳосил қилувчи ионит ТЭП-1 нинг 1 тоннаси нархи қўшимча нарх солиғи (Н.Д.С) ни ҳисобга олмаганда, 14 152 110

сўмни ташкил этади. Таклиф этилган 1 тонна комплекс ҳосил қилувчи ТЭП-1 ионитини ишлаб чиқаришда кутилаётган иқтисодий самарадорлик саноат ионити ЭДЭ-10П га нисбатан -3 541 890 сўмни ташкил этади.

ТФП-1 ионитидан 1 т ишлаб чиқаришда кутиладиган иқтисодий самарадорлик ҳисоблаб чиқилди (2016 йил сентябрь ойидаги нарх-наво бўйича ҳисобланди).

Ҳисоблаш ТКТТИ ДУК нинг рационализаторлик таклифи, ихтиро ва янги усулдан халқ хўжалигида фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш услубига мувофиқ ўтказилди.

Ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилди:

$$C_a = [C_i - C_a]xA;$$

Бу ерда:  $C_a$  – таннархнинг камайиши (сўм);

$C_i$  – ЭДЭ-10П ионитининг саноат таннархи (сўм)

$C_a$  – таклиф этилган ТФП-1 ионитининг таннархи (сўм)

A – маҳсулот ҳажми (тонна)

Иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш саноат ионити ЭДЭ-10П ва таклиф этилган ионит ТФП-1ни ишлаб чиқаришда фойдаланиладиган хомашё нархи ўртасидаги фарқ бўйича ўтказилди. Тиокарбамид асосидаги ТФП-1 ионитини ишлаб чиқаришда харажатларнинг технологик ҳисоби ПЭПА ва ЭХГ поликонденсациясидан олинadиган саноат анионити ЭДЭ-10П ни ишлаб чиқаришдаги аналогик харажатлардан фойдаланиб бажарилди.

ЭДЭ-10П анионитини ишлаб чиқариш учун 1 тонна ПЭПА и ЭХГ хомашёсининг нархи мос ҳолда 24 443 600 сўм ва 7 840 400 сўмни ташкил этади. 1 т ЭДЭ-10П 1 анионитини ишлаб чиқариш учун компонентларнинг 1:1 масса нисбатида 0,5 т ПЭПА ва 0,5 т ЭХГ талаб этилади.

$$C_i = (24\,443\,600 + 7\,840\,400) \times 0,5 = 16\,142\,000 \text{ сўм}$$

Нархи 1 т миқдори 10 276 040 сўм бўлган тиокарбамид, 979 240 сўм бўлган формалин ва 24 443 600 сўм бўлган ПЭПА билан олинган 1 т комплекс ҳосил қилувчи ионит ТФП-1 ни ишлаб чиқариш учун хомашё нархини ҳисоблаганда ҳамда тиокарбамид, ПЭПА ва формалиннинг дастлабки миқдори 1:1:1 масса нисбатда бўлганда қуйидагини ташкил этади:

$$C_a = (24\,443\,600 + 979\,240 \times 2 + 10\,276\,040) \times 0,25 = 9\,169\,530 \text{ сўм}$$

Тиокарбамид асосидаги комплекс ҳосил қилувчи ТФП-1 ионитини 1 т миқдорида ишлаб чиқариш натижасида иқтисодий самарадорлиги фақат хомашё нархининг фарқи бўйича

ҳисобланганда, қуйидагича бўлади:

$$C_a = [C_r - C_a] \times A = [16\,142\,000 - 9\,169\,530] = 6\,972\,470 \text{ сўм}$$

1т ЭДЭ-10П ва ТФП-1 анионитини ишлаб чиқаришда харажатлар ҳисоби 4.6-жадвалда келтирилган.

4.6-жадвал

**ЭДЭ-10П ва ТФП-1 анионитларини ишлаб чиқаришдаги харажатлар (1 т учун)**

№ п/п	Сарфланган компонентларнинг номи	Нарх (сўм)	
		ЭДЭ-10П	ТЭП-1
1.	Хомашё	16 142 000	11 780 630
2.	Электрэнергия сарфи	182 000	182 000
3.	Ишчиларнинг иш ҳақи	520 000	520 000
4.	Ишлатиладиган қурилмалар харажатлари	850 000	850 000
	Умумий ҳисобланган таннархи	17 694 000	9 169 530

Саноат анионити ЭДЭ-10П нархи қўшимча нарх солиғи (Н.Д.С) ни ҳисобга олмаганда ва транспорт харажатлари билан бирга 1 тоннаси учун 17 694 000 сўм.

Комплекс ҳосил қилувчи ионит ТФП-1 нинг -1 тоннаси нархи қўшимча нарх солиғи (Н.Д.С) ни ҳисобга олмаганда -9 169 530 сўмни ташкил этади. Таклиф этилган 1 тонна комплекс ҳосил қилувчи ТФП-1 ионитини ишлаб чиқаришда қутилаётган иқтисодий самарадорлик, саноат ионити ЭДЭ-10П га нисбатан 6 972 470 сўмни ташкил этади.

#### **IV БОБ БЎЙИЧА ХУЛОСА**

Ушбу боб “Комплекс ҳосил қилувчи ионитларни олиш технологияси ва техник-иқтисодий асослари” деб номланган бўлиб, унда диглицидилтиокарбамид ва ортофосфат кислотаси асосидаги ТЭФ-1 маркали комплекс ҳосил қилувчи ионитнинг технологик схемаси, олинган маҳсулотнинг асосий хусусиятлари, технологик ва кимёвий жараёнлар тавсифи, материал баланси ва ТЭП-1 ва ТФП-1 маркали комплекс ҳосил қилувчи ионитларни ишлаб чиқаришнинг, турли саноат тармоқларида қўллашнинг техник-иқтисодий самарадорлиги ҳақидаги маълумотлар келтирилган, олинган натижалар асосида комплекс ҳосил қилувчи ионитларни олиш технологияси ва унинг техник-иқтисодий асослари технологиясининг афзалликлари кўрсатиб берилган. Шунингдек, ушбу технологиянинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари ёритилган.

## ХУЛОСА

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 кўрсаткичлари 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 алмашиниш сиғими, турли металл ионлари ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^{+}$ ) га нисбатан сорбцион хоссалари, бўкувчанлиги, термик ва кимёвий барқарорлиги кўрсатилди.

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.

## ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Исмаилов И.И. Джалилов А.Т. Аскарлов М.А. Химически активни полимерлар ва олигомерлар // Монография. – Т.: Изд. “Фан”. – 1993. – 106 с.

2. Тураев Х.Х., Ганиев А.Г. Ходжаев О.Ф., Закономурчилик транслияни в комплексных соединений кобальта // Монография. – Т.: Фан, 1998 С.100.

3. Тураев Х.Х., Ходжаев О.Ф., Ганиев А.Г., Тураев Н.Ю. Экстракция благородных металлов производными дитиофосфорных кислот и их радиоактивационное определение // Монография. – Т.: Фан. 1998. С. 169.

4. Давронов М.Д., Сулаймонов К., Тўраев Х.Х., Ходжаев О.Ф., Ахмедов Ю.М. Комплексные соединения металлов с некоторыми органические основаниями // Монография. – Т.: Фан 2000, 180 с.

5. Ергожин Е. Е., Чалов Т. К., Исакова Р. А., Рожкова А. Г., Ковригина Т. В. Полифункциональные аниониты на основе некоторых кислород- и азотсодержащих соединений // 3-Всероссийская Каргинская конференция, посвященная 250-летию Московского государственного университета, "Полимеры - 2004". – М.: - 2004. -С.131.

6. Шостак Ф.Т., Серикбаев С.М., Любман Н.Я. Модификация ионообменных смол, получаемых на основе эпихлоргидрина и аминов // Теория и практика ионного обмена. - Алма-Ата. - 1963. – С.16.

7. Таджиходжаев З.А. Разработка ионообменных и композиционных материалов многофункционального назначения на основе вторичных продуктов производств и технологии их получения // Диссертация доктор. тех. наук. – Т.: - 2002. – С. 185-203.

8. Li Qian, Yue Qin-Yan, Su Yuan, Gao Bao-Yu, Fu Lin. Cationic polyelectrolyte/bentonite prepared by ultrasonic technique and its use as adsorbent for Reactive Blue K-GL dye. // J.Hazardous Mater. – 2007. №1-2. Vol.147. P. 370-380.

9. Годжаева А.Р., Асфандиярова Л.Р. Синтез водорастворимого катионного полиэлектролита на основе эпихлоргидрина и диметиламина // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – М.: – 2013. – № 12. – С.15 - 16.

10. Гребень В.П., Родзик И.Г., Колзунова Л.Г. Оригинальное заглавие: Влияние модификации сульфокатионитовой мембраны

сшитым хитозаном на избирательность переноса ионов магния и кальция относительно ионов натрия // Ж. прикл. химии. – М.: - 2011/ Т.84. – С.483-487.

11. Stoica D., Ogier L., Fauvarque J.-F., Alloin Fannie. L'hydroxyle de trimethylammonium, fonctions ioniques de membranes a squelette polyepichlotydrine pour pile a combustible alkaline / 8 French-Roumanian Seminar on Polymers. Grenoble. 2007. P. 136-138.

12. Polo Fonseca C., Cezare T. T., Neves S. P(DMS-co-EO)/P(EPI-co-EO) blend as a polymeric electrolyte // J. Power Sources. 2002. №2. Vol.112, P. 395-400.

13. Ергожин Е.Е., Чалов Т.К., Ковригина Т.В., Бегенова Б.Е. Полифункциональные иониты на основе олигомера эпихлоргидрина для селективного извлечения ионов различных металлов // Олигомеры-2009. – Волгоград. 2009. – С. 258.

14. Chen Chunming, Fang Xiaoling. Synthesis and conductivity performance of hyperbranched polymer electrolytes with terminal ionic groups // J. Appl. Polym. Sci. 2010. Vol.117. P.3539-3544.

15. Shembel E. M., Chervakov O. V., Meshri D., Andriianova M. V., Maksuta I. M., Ryabenko V.V. Non-fluorinated proton-conducting polymer materials. Based on ammonium interpolymeric complexes for fuel cell membranes // Полімер. ж. 2009. №1. Vol.31, P.46-50.

16. Патент. МКИ: (7) В 01 D 71/00. Ion exchange membranes, methods and processes for production thereof and uses in specific applications // США. Дата подачи заявки: 05.12.2001 Дата публикации заявки: 09.11.2004.

17. Ергожин Е. Е., Чалов Т. К., Рожкова А. Г., Исакова Р. А. Полифункциональные иониты на основе олигомера эпихлоргидрина // Ж. Прикл. Химии. – М.: - 2005, №10. Т.78 – С.1629-1633.

18. Черваков О. В., Андриянова М. В., Рябенко В. В., Маркевич А. В., Полищук Ю. В., Максютя И. М., Шембель Е. М. Протонпроводящие материалы на основе комплексов поликатионов с неорганическими кислотами // Вопр. химии и хим. технол. – М.: - 2007. №5. – С.125-129, 242, 248, 254.

19. Расулев Т. З., Мазитова А. К., Гильмутдинов А. Т., Рысаев У. Ш., Расулев З. Г. Новый катионный водорастворимый полиэлектролит "Каустамин-15" на стерлитамакском ЗАО "Каустик" // XI Международная конференция студентов и аспирантов "Синтез, исследование свойств, модификация и

переработка высокомолекулярных соединений. – Казань, 24-25 мая 2005. – С.107.

20. А.с.№170660/SU/Способ получения анионита // Кокошко Э.Ю., Чупахин О.Н., Макаров М.К., Смирнов Н.Б. Бюл. №9. 1965.

21. А.с. №204582/SU/. Способ получения анионита // Балакин В.М., Чупахин А.Н., Кокошко Э.Ю. Бюл. №22. 1967.

22. Патент №2926253 /США/. Катионные терморреактивные смолы из полиамида и эпихлоргидрина и способ их получения // Reim Gerald. Опубл.в РЖХим. №1. 148 П. 1962.

23. Патент №33163 /ГДР/. Способ получения анионитов // Bachmann Reinhard, Wolf Fried . Опубл.в. РЖХим. - 1965. №22. 507 П.

24. А.с. №379590 /SU/. Способ получения анионита // Матренкин В.Ф., Попов И.Ф., Матренкина В.Г., Костина А.И., Аббасова К.В. Бюл. 20. 1973.

25. Винник Р.М., Мирошниченко Е.А., Рознятовски В.А. Термокинетика взаимодействия фенолглицидилового эфира с анилином // Известия Академии наук. Серия химическая М.: - 2005. № 2. –С. 371-375.

26. Meng Fanliang, Zhang Weian, Zheng Sixun. Epoxy resin cured with poly(4-vinylpyridine) // J. Mater. Sci. 2005. Vol. 40. № 24. P. 6367-6373.

27. Сорокин М.Ф., Шодэ Л.Г., Штейнпресс А.Б. О механизм полимеризации эпоксидных соединений в присутствии третичных аминов // Высокомол.соед. – М,: - 1969. Т.Б2. Т3. – С.172-174.

28. Салдадзе К.М., Копылова-Валова В.Д. Комплексообразующие иониты (комплекситы). – М.: Химия, 1980. – 336 с.

29. Сущенко Н. В., Щелокова А. В., Устинова Т. П. Оригинальное заглавие: Эффективный катионит на основе фенольной смолы - побочного продукта производства фенола // Успехи в химии и хим. технол. –М.: - 2007. №3. т.21. – С.49-51.

30. Черваков О. В., Кобельчук Ю. М., Герасименко К. О., Максютя И. М., Шембель Е. М. Синтез и свойства ионогенных полиамидов, модифицированных крезолсульфоокислотой // Вопр. химии и хим. технол. – М.: - 2008. №5 – С.43-47, 180, 185, 190.

31. Leal Denis Maria Florencia, Carballo Romina Raquel, Spiaggi Alejandro Javier, Dabas Paula Cecilia, Campo Dall' Orto Viviana, Lazaro Martinez Juan Manuel, Yolanda Buldain Graciela. Synthesis and

sorption properties of a polyampholyte // *React. and Funct. Polym.* 2008, №1. Vol.68. P.169-181.

32. Поконова Ю. В. Аниониты из сланцевой смолы // *Источник: Химия тверд. топлива.* – М.: - 2007. №3 – С.30-33.

33. Dugonjic-Bilic Fatima, Plank Johann. Polyelectrolyte complexes from polyethylene imine acetone formaldehyde sulfite polycondensates: a novel reagent for effective fluid loss control of oil well cement slurries // *J. Appl. Polym. Sci.* 2011. №3. Vol.121. P.1262-1275.

34. Zhu Jian-xing, Wei Rong-qing, Liu Xiao-ning, Bian Guo-jian, Ouyang Ping-kai. Получение нового аминоформальдегидного полимера по реакции Манниха // *Guocheng gongcheng xuebao.* 2005. №1. Vol.5. P.49-53.

35. Matsumoto Kazuaki, Hirayama Chuichi, Ihara Hirotaka, Motozato Yoshiaki. Получение гранулированных пуллулановых ионообменников и их свойства // *Kobunshi ronbunshu.* 2005. №1. Vol.62. P.29-35.

36. Маматкулов Б., Ким Ф. О., Урдушева Б., Юсупов Д. Разработка новых ионообменных смол на базе отходов производства тиомочевины // *Нефтегазопереработка и нефтехимия.* – Уфа. 2005. -С.142-143.

37. Ким Ф. О., Юсупов Д., Мирсолихова Д. А. Математическое описание процесса получения ионита на основе тиомочевины, формальдегида и меламина // XVII Международная научная конференция "Математические методы в технике и технологиях": ММТТ-17. – Кострома. 1-3 июня 2004. Т.9. Секц.11. -С.27-28.

38. Иванов В. А., Горшков В. И. 70 лет истории производства ионообменных смол // *Сорбц. и хроматогр. Процессы.* – М.: - 2006. №1 Т.6, - С.5-31.

39. Zohuriaan-Mehr M. J., Pourjavadi A., Salehi-Rad M. Модифицированная карбоксиметилцеллюлоза. 2. Полиамидоксимы на основе карбоксиметилцеллюлозы с высокой сорбцией металлов // *React. and Funct. Polym.* 2004. №1 Т.61. – С.23-31.

40. Soldatov V. S., Sosinovich Z. I., Korshunova T. A., Mironova T. V. Кислотно-основные свойства ионитов. I. Оптимизация процесса потенциометрического титрования карбоксилсодержащих ионообменников // *React. and Funct. Polym.* 2004. №1 Т.58. -С.3-12.

41. Neagu Violeta, Bunia I. Acrylic weak base anion exchangers and their chemical stability in aggressive media // *Polym. Degrad. and Stab.* 2004. №1 Т.83. –С.133-138.

42. Bajdur Wioletta M., Sulkowski Wieslaw W. Полиэлектролиты на основе фенолформальдегидного NS-новолака // J. Appl. Polym. Sci. 2003. №11. Т.89. – С.3000-3005.

43. Bondar Yuliya, Kim Je Hong, Yoon Seok Han, Lim Yong Jin. Synthesis of cation-exchange adsorbent for anchoring metal ions by modification of poly(glycidyl methacrylate) chains grafted onto polypropylene fabric. React. and Funct. Polym. 2004. №1 Т.58. – С.43-51.

44. Ергожин Е. Е., Чалов Т. К., Ковригина Т. В., Исакова Р. А. Ионообменные полимеры на основе диглицидилового эфира диоксифенилпропана, аллилгалогенидов и аминов // Ж. Прикл. Химии. – М.: - 2005. №1. Т.78, - С.146-150.

45. Fu-xin Hu, Hui Wang. Получение нового полимерного твердого электролита // Xinyang shifan xueyuan xuebao. Ziran kexue ban. 2002. №4. Т.15. – С. 438-440.

46. Андриянова М. В., Черваков О. В., Рябенко В. В. Модификация свойств пленочных материалов на основе полимерных четвертичных аммониевых соединений // Вопр. химии и хим. технол. – М.: -2010. №3. – С. 86-89, 224, 230.

47. А.с. РФ: №113007. Пашков А.Б., Виттих М.В., Самборский И.В., Власов А.А. Способ получения высокоосновного анионита на основе пиридина // М.:. 1958 г.

48. Ким Ф. О., Юсупов Д., Кадиров Х. И., Мухитдинов Х. Д. Оригинальное заглавие: Конденсация мочевины и тиомочевины с формальдегидом // Доклады Академии наука Республики Узбекистан. – Т.: - 2003. №3. – С.56-59.

49. Ергожин Е. Е., Чалов Т. К., Исакова Р. А., Ковригина Т. В. Полифункциональные аниониты на основе аллилглицидилового эфира и некоторых полиаминов // Ж. Прикл. Химии. – М.: -2004. №3. Т.77. – С.465-469.

50. Шостак Ф.Т., Серикбаева С.М., Любман Н.Я. Реакция третичных аминов с эпихлоргидрином. // Теория и практика ионного обмена.-Алма-Ата. - АН Респ.Каз. - 1963, - С.7-15.

51. Калашникова И. В., Иванова Н. Д., Тенникова Т. Б. Использование полимерных монолитных сорбентов для моделирования взаимодействий вирус-клетка // Ж. Прикл. Химии. – М.: - 2008. №5. Т.81. – С.830-836.

52. Ергожин Е.Е., Бегенова Б.Е. Полиэлектролиты и комплексоны // Монография. – Алматы. Print-S. 2010. – 164 с.

53. Серикбаев С.М., Менглигазиев Е.Ж. Изучение третичных аминов с эпихлоргидрином // Изв. Ан КазРУ. Сер. Хим. 1973. №5. – С.84.

54. Зайнутдинова С.С., Джалилов А.Т., Рахматуллаев Х.О. О процесс полимеризации эпихлоргидрина с аллиламином//Узб.хим.журн. – Т.: - 1979. №2. –С.44-47.

55. А.с. №478028 /SU/ Способ получения водорастворимого полиэлектролита // М.А. Аскарлов, А.Т. Джалилов, С.С. Зайнутдинов – Оpubл. в Б.И. №27. 1975.

56. Аскарлов М.А., Джалилов А.Т.,Агзамов А., Зайнутдинов С.С. Аниониты на основе продуктов взаимодействия эпихлоргидрина с винилпиридинами // Пластические массы. –М.: - 1973. № 9. – С.10-12.

57. Копылова В.Д. Кислотно-основные свойства комплексов с трехмерными полилигандами. Комплексы с трехмерными полифосфорными кислотами / В.Д. Копылова, Э.Т. Бойко, К.М. Салдадзе // Координационная химия. – М.: - 1985.-Т. 11.-№ 1.-С. 41-44.

58. Gurnule Wasudeo B., Juneja H. D., Paliwal L.J. Ion-exchange properties of a salicylic acid-melamine-formaldehyde terpolymer resin // React. and Funct. Polym. 2002. №2. Т.50. – С.95-100.

59. Benke Grzegorz, Anyszkiewicz Krystyna, Leszczynska-Sejda Katarzyna. The use of sorption in the production of pure-grade noble metals // Przem. chem.2003. №8-9. Т.82. –С.808-811.

60. Anirudhan T. S., Jalajamony S., Divya L. Efficiency of amine-modified poly(glycidyl methacrylate)grafted cellulose in the removal and recovery of vanadium(V) from aqueous solutions // Ind. and Eng. Chem. Res. 2009. №4. Т.48, - С. 2118-2124.

61. Яркова Т. П., Лебедева Г. Ф. Оригинальное заглавие: Торфяные гуминовые кислоты - сырье для получения сорбентов // Российская научная конференция (с международным участием) "Глубокая переработка твердого ископаемого топлива - стратегия России в 21 веке". – Звенигород. 21-24 ноябрь 2007. – С.96.

62. Mane V.D., Wahane N.J., Gurnule W.B. Ионнообменная смола на основе сополимера. VII. Смолы на основе сополимера 8-гидроксихинолин -5-сульфокислота-тиомочевина-формальдегид и их ионообменные свойства // Copolymer resin. US. J. Appl. Polym. Sci. 2009. №1. Т.111, - С.3039-3049.

63. Stefanava Roska Y. Metal ion removal by modified polyacrylonitrile sorbent preliminarily converted into an inner salt // *Separ. Sci. and Technol.* 2001. №15. Т.36. – С.3411-3426.

64. Masram Dhanraj T., Bhawe Narayan S., Kariya Kiran P. Синтез полимера. IV. Тройной сополимер салициловой кислоты, диаминонафталина и формальдегида и его ионообменные свойства // *J. Appl. Polym. Sci.* 2010. №11. Т.117. – С. 315-321.

65. Панченко И. М., Панченко М. С., Мосиевич А. С., Панасюк А. Л., Полищук Н. В. Сорбционные и влагопереносные свойства ионитов в электрических полях // *Электрон. обраб. матер.* 2001. №4. – С.36-43, 93.

66. Horkay Ferenc, Tasaki Ichiji, Basser Peter J. Effect of monovalent - divalent cation exchange on the swelling of polyacrylate hydrogels in physiological salt solutions // *Biomacromolecules.* 2001. №1. Т.2. – С.195-199.

67. Gazotti W. A., Spinace M. A. S., Giroto E. M., De Paoli M.-A. Polymer electrolytes based on ethylene oxide-epichlorohydrin copolymers // *Solid State Ionics.* 2000. №3-4. Т.130. – С. 281-291.

68. Шеламова О. А., Амелин А. Н., Перегудов Ю. С., Астапов А. В. Взаимодействие полиамфолита АНКБ-35 С аминокислотными комплексами меди (II) // *Проблемы теоретической и экспериментальной химии.* Санкт-Петербург. - 2000. – С. 261.

69. А.с. №766156 /SU/ Ергожин Е.Е., Менглигазиев Е.Ж., Михайлюк Э.Л. Способ получения анионитов // *Бюл№7.* 23.02.1992 г.

70. Zu Jianhua, Tong Long, Liu Xinwen, Sun Guisheng. HDPE chelate membranes prepared by preirradiation grafting for adsorption of heavy metal ions // *J. Appl. Polym. Sci.* 2008. №2. Т.107. – С.1252-1256.

71. Rahangdale S. S., Zade A. B., Gurnule W. B. Terpolymer resin II: synthesis, characterization, and ion-exchange properties of 2,4-dihydroxyacetophenone- dithiooxamide-formaldehyde terpolymers // *J. Appl. Polym. Sci.* 2008. №2. Т.108. – С.747-756.

72. Wang Bing, Xiao Feng, Huang Lei. Recovery properties of polysulfone hollow fiber chelating membrane modified with thiourea for mercury (II) // *J. Donghua Univ. (Engl. Ed.).* 2007. №1. Т.24. – С.69-74.

73. Tarase M. V., Zade A. B., Gurnule W. B. Resin I: synthesis, characterization, and ion-exchange properties of terpolymer resins derived from 2,4-dihydroxypropiophenone, biuret, and formaldehyde // *J. Appl. Polym. Sci.* 2008. №2. Т.108. – С.738-746.

74. Zhou Xiaohua, Dong Xuechang, Wu Lisheng, Yang Jinmei, Zhao Leixiu. Синтез полимера, содержащего звенья тиомочевины и образующего хелатные связи, и способность полимера адсорбировать ионы палладия // *Gujiinshu*. 2007. №4. Т.28. – С.41-44.
75. Чопабаева Н. Н., Ергожин Е. Е., Таирова Б. Т., Ментбаева А. А. Сорбционно-активные материалы на основе возобновляемого органического сырья // IX Научная школа-конференция по органической химии. – М.: 11-15 декабрь 2006. –С. 350.
76. Singh D. K., Gupta R., Singh Anuradha. A new chelating resin selective for Cu(II) and Hg(II) // *J. Indian Chem. Soc.* 2006. №8. Т.83. – С.830-831.
77. Gurnule W. B., Rahangdale P. K., Paliwal L. J., Kharat R. B. Chelation ion-exchange properties of a copolymer derived from 2-hydroxyacetophenone, oxamide, and formaldehyde // *Synth. and React. Inorg. and Metal-Org. Chem.* 2003. №7. Т.33. – С. 1187-1205.
78. Gurnule W. B., Rahangdale P. K., Paliwal L. J., Kharat R. B. Synthesis, characterization and ion-exchange properties of 4-hydroxyacetophenone, biuret and formaldehyde terpolymer resins // *React. and Funct. Polym.* 2003. №3. Т.55. – С. 255-265.
79. Ling Daren, Wu Guoqi, Yang Shan, Zhou Zhifeng. Computer simulation of diffusion of metal ions in resins - phenomenological analysis of diffusion process // *React. and Funct. Polym.* 2004. №1. Т.61. – С.81-90.
80. Kuniyasu Satoshi, Yoshimura Tomokazu, Esumi Kunio. Interactions between thiol-modified gold nanoparticles and a cationic polyelectrolyte // *Shikizai kyokaishi*. 2003. №11. Vol.76. P.428-433.
81. Rether A., Schuster M. Selective separation and recovery of heavy metal ions using water-soluble N-benzoylthiourea modified PAMAM polymers // *React. and Funct. Polym.* 2003. №1. Т.57. – С.13-21.
82. Gurnule W. B., Rahangdale P. K., Paliwal L. J., Kharat R. B. Chelation ion-exchange properties of copolymer resin derived from 4-hydroxyacetophenone, oxamide, and formaldehyde // *J. Appl. Polym. Sci.* 2003. №3. Т.89. – С.787-790.
83. Su Zhi-Xing, Zhou Yun-Bin, Chang Xi-Jun, Jin Yi, Qi Shang-Kui. Synthesis of poly(vinyl alcohol) phosphorylate-dicyandiamide-formaldehyde resin complex and its absorption of rare earth ions // *J. Appl. Polym. Sci.* 2002. №5. Т.84. – С.962-968.

84. Altshuler Henrich, Sapozhnikova Lidiya, Ostapova Elena, Fedyayeva Oksana, Altshuler Olga. Cationites based on calix[4]resorcinarene derivatives // Solv. Extr. and Ion Exch. 2002. №2. Т.20. – С.263-271.

85. Samal S., Das R. R., Acharya S., Mohapatra P., Dey R. K. A comparative study on metal ion uptake behavior of chelating resins derived from the formaldehyde-condensed phenolic Schiff bases of 4,4'-diaminodiphenylsulfone and hydroxybenzaldehydes // Polym.-Plast. Technol. and Eng. 2002. №2. Т.41. – С. 229-246.

86. Олійник Т. Г., Коваль І. В., Гринько О. С., Вашкевич О. Ю. Полііомочевина, проявляюча сорбційну активність в отношенні к золоту і срібру, спосіб її отримання // V Міжнародна научно-практична інтернет-конференція «Актуальні научні дослідження в сучасному світі». – Україна. 2014. – С.1024-1026.

87. Гафурова Д.А. полиакрилонитрил толаси асосида анионит, поликомплексонлар ҳосил бўлиши ва хоссаларининг физик кимёвий жиҳатлари // Докторлик диссертацияси автореферати. – Т.: 2015. – 19-23 б.

88. Херинг Р. Хелатообразующие ионообменники. -М.: Мир,- 1971. – 276 с.

89. Шахидова Д.Н., Гафурова Д.А., Мухамедиев М.Г. Очистка природных вод от ионов меди комплексообразующими материалами на основе полиакрилонитрила // Табиий бирикмалардан кишлок хўжалигида фойдаланиш истиқболлари” Республика илмий амалий анжумани. - Гулистон шаҳри. 2013. ГулДУ. 97-98 бет.

90. Рахимова Л.С. Поликонденсацион турдаги термо-кимё-радиацион барқарор ион алмашинувчи полимерлар олишнинг илмий асосларини ишлаб чиқиш // Докторлик диссертацияси автореферати. – Т.: 2016. 18-22 б.

91. Копылова В.Д. Комплексообразование в фазе ионитов. Свойства и применение ионитных комплексов // Теория и практика сорбционных процессов. -Воронеж. -1999. -Вып. 25. -С. 146-159.

92. Ковалева Е.Г. Особенности комплексообразования Си (II) сошитыми полиакрилатами: взаимосвязь рН внутри зерна ионита со структурой и каталитическими свойствами ионитных комплексов. Автореф. дисс... канд. химич. наук. -Екатеринбург, 1998. -18 с.

93. Шепетюк Л.В. Изучение сорбционных свойств винилпиридинового амфолита АНКБ-2. И. Поглощение

редкоземельных элементов / Л.В. Шепетюк, Н.Н. Маторина, Т.И. Бакаева, К.В. Чмутов // Журн. физ. химии. –М.: -1978. -Т. 52. - № 7. -С. 1739-1743.

94. Копылова В.Д. Координационные свойства сетчатых полиэлектролитов на основе полиэтиленполиаминов / В.Д. Копылова, К.М. Салдадзе, Г.Д. Асамбадзе // Высокмолекулярные соединения. –М.: -1971. -Т. 13. -№ 7. -С. 1601-1608.

95. Копылова В.Д. Энтальпия и термокинетика протонирования и сорбции ионов меди (II) карбоксильными катионитами / В.Д. Копылова, Н.В. Портных, А.И. Вальдман, Д.И. Вальдман // Теория и практика сорбционных процессов. -Воронеж. -1991. -Вып. 21. -С. 51-57.

96. Валова (Копылова) В.Д. О скорости сорбции катионов некоторыми анионитами винилпиридинового ряда Дисс. доктора химич. наук. -М.: НИИпластмасс. -1977.

97. Шварц А.Л. Особенности кислотно-основного и координационного взаимодействия в полиамфолитах пиридинкарбонового типа. III. ИК-спектры комплексов с ионами металлов / А.Л. Шварц, В.Б. Каргман, Г.И. Залкинд, В.Д. Копылова, Б.Б. Коновалова, К.М. Салдадзе, Р.Р. Шифрина//Журн. физ. химии. –М.: -1981. -Т. 55. -№ 9. -С. 2369-2373.

98. Астапов А.В. комплексообразование анионов глицина и глутаминовой кислоты с ионами Cu (II) и Ni (II) на полиамфолите АНКБ-35 // диссертация канд. хим. наук. – Воронеж. 2004. – С. 44-47.

99. Родионов Б.К. Влияние функционального состава аминокислотных лигандов на характер взаимодействия с ионами меди (II). III. Комплексообразование с сетчатыми полиэлектролитами / Б.К. Родионов, Л.С. Молочников // Журн. физ. химии. –М.: -1993. -Т. 67. -№ 5. -С. 1063-1068.

100. Вишневская Г.П. Влияние предварительной обработки на комплексообразующую способность и структуру амфолита АНКБ-50, содержащего ионы  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$  / Г.П. Вишневская, Р.Ш. Сафин, В.Б. Каргман, В.Д. Копылова, Н.И. Юрченко, Е.Н. Фролова // Журн. физ. химии. –М.: -1991. -Т. 65. -№ 4. -С. 1023-1027.

101. Родионов Б.К. Влияние функционального состава аминокислотных лигандов на характер взаимодействия с ионами меди (II). III. Комплексообразование с сетчатыми

полиэлектролитами / Б.К. Родионов, Л.С. Молочников // Журн. физ. химии. –М.: -1993. -Т. 67. -№ 5. -С. 1063-1068.

102. Копылова В.Д. Энтальпия и кинетика сорбции ионов меди (II) иминодиуксусными полиамфолитами / В.Д. Копылова, Д.И. Вальдман, В.Б. Каргман, А.И. Вальдман // Журн. физ. химии. – М.: -1988. -Т. 62. -№ 11. -С. 3026-3032.

103. Херинг Р. Хелатообразующие ионообменники. -М.: Мир,-1971. -276 с.

104. Цизин Г.И. Сравнение сорбционной способности гетероцепных и привитых аминокарбоксильных полимеров / Г.И. Цизин, Г.И. Малофеева, О.М. Петрухин, Г.А. Ввтикова, Д.И. Соколов, И.Н. Мэров, Ю.А.Золотов // Журн. неорг. химии. – М.: -1988. -Т. 33. -№ 10. -С 2617-2621.

105. Копылова В.Д. Энтальпия и кинетика сорбции ионов меди (II) иминодиуксусными полиамфолитами / В.Д. Копылова, Д.И. Вальдман, В.Б. Каргман, А.И. Вальдман // Журн. физ. химии. – М.: -1988. -Т. 62. -№ 11. -С. 3026-3032.

106. Копылова В.Д. Энтальпия и термокинетика сорбции ионов 3d-металлов иминодиуксусными полиамфолитами / В.Д. Копылова, В.Б. Каргман, А.И. Вальдман, Д.И. Вальдман // Теория и практика сорбционных процессов. -Воронеж. -1991. –Изд. АН Россия. Вып. 21. -С. 58-64.

107. Салдадзе Г.К. Хелатообразующие сорбенты для селективного извлечения меди из растворов / Г.К. Салдадзе, В.Б. Каргман, СИ. Ануфриева, Ю.Н. Лосев // Журн. физ. химии. – М.: -1999. -Т. 73. -№ 7. -С. 1294-1297.

108. Копылова В.Д. Энтальпия и термокинетика сорбции ионов 3d-металлов иминодиуксусными полиамфолитами / В.Д. Копылова, В.Б. Каргман, А.И. Вальдман, Д.И. Вальдман // Теория и практика сорбционных процессов. -Воронеж. -1991. -Выл. 21. -С. 58-64.

109. Chanda M., Rempel G.L. Polybenzimidazole resin based new chelating agents. Palladium (II) and platinum (IV) sorption on resin with immobilized dithiooxamide // React. Funct. Polymers. 1998. V. 36. № 1. P. 51 - 58.

110. Aydin Abdulhakim, Imamoglu Mustafa, Gulfen Mustafa. Separation and recovery of gold (III) from base metal ions using melamine-formaldehyde-thiourea chelating resin // J. Appl. Polym. Sci. 2008. №2. Т.107. – С.1201-1206.

111. Копылова В.Д. Микрокалориметрическое исследование сорбции ионов 3d-металлов катионитами // В.Д. Копылова, АН

Вальдман, Д.И. Вальдман, Э.Т. Бойко // Теория и практика сорбционных процессов. - Воронеж. - 1985. - Вып. 17. - С. 33-39.

112. Lam Yu-Lung, Yang Die, Chan Chi-Yuet, Chan Kwong-Yu, Toy Patrick H. Use of water-compatible polystyrene-polyglycidol resins for the separation and recovery of dissolved precious metal salts // Ind. and Eng. Chem. Res. 2009. №10. Т.48. – С.4975-4979.

113. Cox M., Pichugin A.A., FJ-Shafey E.I., Appleton Q. Sorption of precious metals onto chemically prepared carbon from flax shive // Hydrometallurgy. 2005. V. 78. № 1-2. P. 137-144.

114. Guibal E., Von Offenberг Sweeney N., Zikan M.C., Vincent T., Tobin JM Competitive sorption of platinum and palladium on chitosan derivatives // International i. Biolog. Macromoleeules. 2001. V. 28. №5. P. 401 -408.

115. Chassary P., Vincent T., Sanchez Marcano J., Macaskie L.E., Guibal E. Palladium and platinum recovery from bicomponentl mixtures using chitosan derivatives// Hydrometallurgy. 2005. V. 76. № 1-2. P. 131 - 147.

116. Godlewska-Zylkiewicz B. Biosorption of platinum and palladium for their separation / preconcentration prior to graphite furnace atomic absorption spcctromctric determination // Speetrocim. Acta. Part B. 2003. V. 58. № 8. P. 1531 - 1540.

117. Ruiz M. Sastre A. M., Guibal E. Palladium sorption on glutaraldehyde-crosslinked chitosan // React. Punct. Polymers. 2000. V. 45. № 3. P. 155 -173.

118. Guibal E, Von Offenberг Sweeney N., Vincent T., Tobin J.M. Sulfur derivatives of chitosan for palladium sorption // React. Funct. Polymers. 2002. V. 50. № 2. P. 149-163.

119. Симанова С.А., Бобрицкая Л.С., Кукушкин Ю.Н. О механизме сорбции платиновых металлов модифицировааемыми ПВС волокнами // Журн. прикл. Химии.- М.: -1981. –Т.54, №4. – С. 764-771.

120. Мясоедова Г.В., Антокольская И.И., Курбакова И.В. Концентрирование металлов платиновой группы и золота сорбцией на сорбенте ПОЛИОРГС Х1-н и атомно-абсорбционное определение их в суспензии сорбента // Журн. аналит. Химии. – М.: - 1986. Т.56, №10. – С. 1816-1820.

121. Сидоров В.А., Титов В.И., Кириллов В.П. Технология обогащения тонко вкрапленных золотосодержащих комплексных руд цветных металлов: // Тр. ЦНИГРИ. - М.: - 1973. Вып.107. – С.139-145.

122. Змиевская И.Р., Савичев А.Т., Фадеев В.И. Сорбционно-рентгенофлуоресцентное определения родия с использованием кремнезема, химически иодифицированного аминными группами // Ж. аналит. Химии. – М.: - 1987. - Т.42. - №8. – С. 1467-1472.

123. Копылова В.Д. Комплексообразование в фазе ионитов. Свойства и применение ионитных комплексов // Теория и практика сорбционных процессов. -Воронеж. -1999. -Вып. 25. – С. 146-159.

124. Золотов Ю.А., Цизин Г.И., Моросанова Е.И. Сорбционное концентрирование микрокомпонентов для целей химического анализа // Успехи химии. – М.: 2005. Т.74. №1. –С.41-66.

125. Syed S. Recovery of gold from secondary sources // Hydrometallurgy. – 2012. V.115. –Р.30-55.

126. Шаулина Л.П. и др. Сорбция соединений благородных металлов сетчатым сополимером 1-винил-1,2,4-триазола с акриловой кислотой // Журн. прикл. Химии. – 2012. –Т.85. №1. – С.38-43.

127. О. Н. Кононова [и др. ] Сорбция золота (I) и серебра (I) из тиосульфатных растворов на анионитах // Цветные металлы. 2009. N 1. С. 4043.

128. Д. О. Криницын, О. Н. Кононова, А. С. Крылов, Н. В. Мазняк А. Г. Холмогоров. Хроматография ионообменное извлечение тиоцианатных комплексов золота (I) некоторыми анионитами. Журнал физическом химии, 2008, том 82, № 3, с. 513-518.

129. Мельников А.М., Кононова О.Н. Сорбционное извлечение Pt и Rh из выдержанных хлоридных и сульфатно-хлоридных растворов на некоторых анионитах и их последующее разделение путем десорбции // IV-Всероссийская конференция по химической технологии. ХТ'12. –М.: 2012. –С.1022.

130. Лебедева Е.В., Глебова А.С., Кононова О.Н. и др. Извлечение благородных металлов из черносланцевых руд // XX Международная Черняевская конференция по химии, аналитике и технологии платиновых металлов. – Красноярск. 2013. – С.120-121.

131. Левченко Л.М. Сорбционные процессы извлечения платиновых металлов из растворов // XX Международная Черняевская конференция по химии, аналитике и технологии платиновых металлов. – Красноярск. 2013. – С.140.

132. Даминова Ш.Ш., Шарипов Х.Т., Кадырова З.Ч., Сафаров Ё.Т., Пардаев О.Т. Сорбция золота серофосфорсодержащими хелатообразующими сорбентами // XX Международная

Черняевская конференция по химии, аналитике и технологии платиновых металлов. – Красноярск. 2013. – С.984.

133. Холмогоров А.Г., Пашков Г.Л., Кононова Ю.С. и др. Нецианидные растворители для извлечения золота из золотосодержащими продуктов // Жур. Химия в интересах устойчивого развития. – М.: 2001. №9. – С.293-298.

134. Даминова Ш.Ш. Синтез, строение и свойства координационных соединений благородных с диалкилтио-и дитиофосфорными кислотами // Диссертация канд.хими. наук. – Т.: 2001. – С. 113-120.

135. Бекчанов Д.Ж. Поливинилхлорид асосида азот ва фосфор тутган ионитлар олиниши ва физик-кимёвий хоссалари // Докторлик диссертацияси автореферати. – Т.: 2016. 74 б.

136. Бекчанов Д. Ж., Каримов М.М., Рустамов М.К., Мухамедиев М.Г. Сорбция ионов индия (III) селективным сорбентом на основе местного сырья. // Межд. научно-практическая конференция «Актуальные проблемы науки о полимерах». -Т.: 2013. - С. 61-62.

137. Нве Шван У, Трошкина И.Д., Эй Мин, Шияев А.В. Сорбция рения и ванадия из минерализованных растворов волокнистыми ионитами // Известия вузов. Цветная металлургия. - М.: - 2014. № 2. С. 42 - 47.

138. Шахидова Д.Н., Гафурова Д.А., Мухамедиев М.Г. Очистка природных вод от ионов меди комплексообразующими материалами на основе полиакрилонитрила // Табиий бирикмалардан кишлок хўжалигида фойдаланиш истиқболлари” Республика илмий амалий анжумани, 4-5май, 2013 й, Гулистон шаҳри, ГулДУ. 97-98 б.

139. Сманова З.А. Иммобилизация, как способ улучшения аналитических характеристик органических реагентов //Узбек. химич.журн. - Ташкент, - 2009. -№4.- С.72-76.

140. Золотов Ю.А., Дорохова Е.Н., Фадеева В.И. и др. Основы аналитической химии. Кн.1. общие вопросы. Методы разделения. - М.: Высшая школа, - 1996. - 383 с.

141. Золотов ЮА., Кузьмин Н.М. Макроциклические соединения в аналитической химии - М.: Наука, - 1993. - 320 с.

142. Сманова З.А. Фотометрическое определение ртути и железа. Республиканская научно-практическая конференция «Роль женщин в развитии научно-технического прогресса», Ташкент: 2008.- С.177-179.

143. Пришл Р. Комплексоны в химическом анализе. – М.: ИЛ, 1961.- с.8.
144. Шварценбах Г., Флашка Г. Комплексонометрическое титрование. – М.: Химия. – 1970. – С.19,124.
145. Рафиков С.Р. Методы определения молекулярных весов и полидисперсности высокомолекулярных соединений. - М.: - Изд. АН Россия, 1963. - 335 с.
146. Пакен А.М. Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы. - Л.: Госхимиздат. - 1962. - 963 с.
147. Бабаев Т.М. Юқори молекуляр бирикмалар. // Т.: “Фан ва технология”. – 2015. – 259-264 б.
148. Wolf. F. Getting anion-exchange resin condensation EXG and ammonia. Patent GDR, 57199, 1969. (Germaniy).
149. Samborski I.V., Pashkov A.B., Grachev L.L., Chetverikov A.F. Process for the preparation of the anion exchanger. et al. – A.S. RF.no 204518, 1964. (In Russian).
150. Dragan S., Csargo S. Stoica Ch. Cationics polyelectrolytes. VIII. Synthesis of water soluble polymers by polycondensation of epichlorohydrin with polyethylene polyamine. // Rev., Chem. - 1989. No.12, pp.949-954.
151. Эшкурбонов Ф.Б., Джалилов А.Т., Тураев Х.Х., Амонова Н.Д., Абдурахмонова Н.Х. Исследование сорбции некоторых металлов на синтезированных комплексообразующих ионитах // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. -2018. № 5(47). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/5834>.
152. Leydler K. The kinetics of organic reactions. – Moscow, Mir Publ., 1966. 115 p. (In Russian).
153. Эшкурбонов Ф.Б., Джалилов А.Т., Тураев Х.Х., Қосимов 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.
154. Эшкурбонов Ф.Б. Тураев Х.Х., Амонова Н.Д., Атамуродова Д.М., Эшкурбонова М.Б. Синтез и свойства новых ионообменных смол // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. -2018. № 5(47). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/5820>
155. 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

156. Джалилов А.Т., Тураев Х.Х., Эшкурбонов Ф.Б. The study of sorption and physico-chemical properties of the anion exchangers. // Зарубежном научном журнале, «European Applied Sciences», Учредитель журнала – ORT Publishing. - Штутгарт, Германия. - 2015. - №10. - С.80-85.

157. Тураев Х.Х., Касимов Ш.А., Эргашева Н.Н., Алияров Б.Ш., Эшкурбонов Ф.Б. Сорбция палладия (II) из хлоридных растворов ионообменным сорбентом. // XX Международная Черняевская конференция по химии, аналитике и технологии платиновых металлов. – Красноярск. -2013. - С.116.

158. Вирпша З., Бжезинский Я. Аминопласты. – М.: Изд. «Химия». 1972. - С. 86-89.

159. Тураев Х.Х., Касимов Ш.А., Расулов А.А., Эшкурбонов Ф.Б. Тест - средства идентификации и определения воды в органических средах. // «Яшил Кимё» - барқарор ривожланиш омилларида бири. Республика илмий-амалий анжумани (халқаро иштирокчилар билан). –Самарқанд, - 2012. С.490-491.

160. Джалилов А.Т., Эшкурбонов Ф.Б. ИК-спектроскопическое исследование синтезированных комплексообразующих ионитов. // III международная конференция по химии и химической технологии. - 2013. - С. 460-462.

161. Холбоева А., Миличева З.Б., Давидова М.И., Эшкурбонов Ф.Б. Сувни ифлослантирувчи кўринишлар ва уни тозалаш масалалари. // «Яшил Кимё» - барқарор ривожланиш омилларида бири. Республика илмий-амалий анжумани (халқаро иштирокчилар билан). –Самарқанд, - 2012. С.375.

162. Эшкурбонов Ф.Б., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т., Касимов Ш.А., Зоирова Ҳ.С. Эпихлоргидрин асосида олинган маҳсулотларнинг ИҚ – спектроскопик таҳлили. // ТерДУ хабарномаси. – Термиз. – 2015. - №1-4. – 69-72 б.

163. Тураев Х.Х., Касимов Ш.А., Эргашева Н.Н., Эшкурбонов Ф.Б. Исследование сорбции некоторых металлов на синтезированных комплексообразующих ионитах. // Узбекский химический журнал. - Т.: -2013. - №4. - С.36-39.

164. Джалилов А.Т., Ширинов Ш.Д., Эшкурбонов Ф.Б. Янги кўпфункционали гидрогеллар синтези ва уларнинг айрим металл сорбциясида қўлланилишини ўрганиш. // Доклады Академии наука Республики Узбекистан. – Т.: - 2014. - №3. - С. 63-67.

165. Джалилов А.Т., Тураев Х.Х., Эшкурбонов 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.

166. В.В. Коршака. Технология пластических масс. //- М.: Изд. Химия, 1972. 616 с.

167. Тулупов П.Е., Полянский Н.Г. Термическая устойчивость анионообменных смол // Успехи химии. – М.: – 1973. – Т.42. – Вып.9. – С. 1650-1680.

168. Джалилов А.Т., Эшкурбонов Ф.Б. Изучение термической устойчивости синтезированного комплексобразующего ионита и кинетики сорбции некоторых металлов. // Кимё ва кимё технологияси. – Т.: - 2013. - №4. - С.56-58.

169. Эшкурбонов 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.

170. Тураев Х.Х., Джалилова А.Т., Касимов Ш А., Эргашева Н Н., Эшкурбонов Ф.Б. Изучение физико-химических свойств синтезированного комплексобразующего анионита. // III международная конференция по химии и химической технологии. - 2013. - С. 450-452.

171. Эшкурбонов Ф.Б. Ионитларни синтез қилиш. // XXI асп технологиялари. – Тошкент. – 2015. - №4(29). – 28-30 б.

172. Эшкурбонов Ф.Б. Тураев Х.Х., Чориева Н.Б., Абдувалиева М.Ж., Эшкурбонова М.Б. Синтез комплексобразующего ионита на основе гидролизованного полиакрилонитрила// Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. -2018. № 7(49). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/6115>.

173. Эшкурбонов Ф.Б. Джалилов А.Т., Чориева Н.Б., Абдувалиева М.Ж., Эшкурбонова М.Б. Исследование процесса сорбции ионов молибдена синтезированным комплексобразующим ионитом// Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. -2018. № 7(49). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/6117>.

174. Эшкурбонов Ф.Б., Джалилов А.Т., Тураев Х.Х. Исследование физико-химических свойств синтезированного серу-,

## МУНДАРИЖА

Кириш.....	5
<b>I БОБ. КОМПЛЕКС ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ ИОНИТЛАР, УЛАРНИ ОЛИШНИНГ ЗАМОНАВИЙ ҲОЛАТИ ВА РИВОЖЛАНТИРИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ</b>	
1.1. Эпихлоргидрин ва формалиннинг поликонденсацияланиш реакциялари асосида ионалмашинувчи полимерлар синтези.....	8
1.2. Эритмалардан металлларни сорбцион ажратиб олишда комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитларнинг қўлланилиши .....	21
<b>II БОБ. БОШЛАНҒИЧ МОДДАЛАР ВА ТАРКИБИДА АЗОТ, ОЛТИНГУГУРТ, ФОСФОР БЎЛГАН КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАР ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ ИОНИТЛАР СИНТЕЗИ</b>	
2.1. Дастлабки моддалар ва тадқиқот усуллари.....	33
2.2. Эпихлоргидрин ва (тио)карбамид асосида диглицидил(тио) карбамид синтези.....	37
2.3. Тиокарбамиднинг эпихлоргидрин билан таъсирлашиш реакциясини ўрганиш.....	48
2.4. Диглицидил(тио)карбамиднинг ПЭПА, меламина ва ГИПАН асосидаги комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитлар синтези.....	56
2.5. Диглицидил(тио)карбамид ва ортофосфат кислота асосидаги комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионит синтези.....	68
2.7. Диметил(тио)карбамид синтези .....	72
2.8. Диметил(тио)карбамиднинг полиэтиленполиамин, меламина ва ГИПАН асосидаги комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитлар синтези.....	76
2.9. Диметилкарбамид (диметилтиокарбамид) ва ортофосфат кислота асосидаги комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионит синтези.....	78
2.10. Натрий метасиликат ва эпихлоргидрин асосидаги комплекс ҳосил қилувчи ионит синтези.....	83
<b>III БОБ. СИНТЕЗ ҚИЛИНГАН ИОНИТЛАРНИНГ ФИЗИК- КИМЁВИЙ ВА КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАР ҲОСИЛ ҚИЛИШ ҲОССАЛАРИ</b>	
3.1. Синтез қилинган ионитлар ва уларнинг металллар билан ҳосил қилган комплекс бирикмаларининг ИҚ-спектроскопик тадқиқоти.....	88

3.2. Синтез қилинган комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитларнинг термик барқарорлигини ўрганиш.....	94
3.3. Янги полифункционал ионитларнинг сорбция жараёнида комплекс бирикмалар ҳосил қилишини ўрганиш.....	102
3.4. Рангли металллар ионларининг полифункционал ионитлар билан эритмаларда комплекс бирикмалар ҳосил қилиш жараёнлари.....	109

#### **IV БОБ. КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАР ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ ИОНИТЛАРНИ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ ВА УНИНГ ТЕХНИК-ИҚТИСОДИЙ АСОСЛАРИ**

4.1. Диметилолтиокарбамид ва ортофосфат кислота асосидаги комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи ионитлар олишнинг технологик схемаси.....	113
4.2. Диглицидилтиокарбамид ва полиэтиленполиамин асосида комплекс ҳосил қилувчи ионит олишнинг технологик схемаси.....	118
4.3. ТЭП-1 ва ТФП-1 маркали комплекс ҳосил қилувчи ионитни ишлаб чиқаришнинг турли тармоқларида қўллашнинг техник-иқтисодий самарадорлиги.....	119
<b>ХУЛОСА.....</b>	<b>123</b>
<b>ФЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....</b>	<b>124</b>

