

**ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ВА ТОШКЕНТ КИМЁ-  
ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
PhD.29.12.2018 Т.78.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ**

**ЭРКАЕВ АРДАШЕР МАМАРАХИМОВИЧ**

**МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁЛАР АСОСИДА ТАРКИБИДА ЭПОКСИ  
ГУРУҲ ТУТГАН БИРИКМАЛАР ОЛИШ ВА ҚЎЛЛАШ**

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

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

**Термиз – 2019**

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

Эркаев Ардашер Мамарахимович Маҳаллий хомашёлар асосида таркибида эпокси гуруҳ тутган бирикмалар олиш ва қўллаш.....	3
Эркаев Ардашер Мамарахимович Получение и внедрение эпоксисодержащих соединений на основе местных сырьевых ресурсов.....	21
Erkaev Ardasher Preparation and implementation of epoxy-containing compounds based on local raw materials.....	39
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works.....	42

**ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ВА ТОШКЕНТ КИМЁ-  
ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
PhD.29.12.2018 Т.78.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ**

**ЭРКАЕВ АРДАШЕР МАМАРАХИМОВИЧ**

**МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁЛАР АСОСИДА ТАРКИБИДА ЭПОКСИ  
ГУРУҲ ТУТГАН БИРИКМАЛАР ОЛИШ ВА ҚЎЛЛАШ**

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

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

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.1.PhD/T557 рақам билан рўйхатга олинган**

Диссертация Тошкент кимё-технология илмий-тадқиқот институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.termsu.uz](http://www.termsu.uz)) ва «ZiyoNet» ахборот таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Нурқулов Файзулла Нурмунинович**  
техника фанлари доктори

**Расмий оппонентлар:**

**Файзуллаев Нормурот Ибодуллаевич**  
техника фанлари доктори, профессор

**Сидиқов Абдужалил Сидиқович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Етакчи ташкилот:**

Бухоро давлат университети

Диссертация ҳимояси Термиз давлат университети ва Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти ҳузуридаги PhD.29.12.2018.Т.78.01 рақамли Илмий кенгашнинг «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 йил соат \_\_\_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 190111, Термиз шаҳри, Баркамол авлод кўчаси, 43 уй.Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz)).

Диссертация билан Термиз давлат университетининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (№\_\_\_\_\_ рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 190111, Термиз шаҳри, Баркамол авлод кўчаси, 43 уй.Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz)

Диссертация автореферати 2019 йил «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ кунни тарқатилди.  
(2019 йил «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ даги \_\_\_\_\_ рақамли реестр баённомаси).

**А.Т.Джалилов**

Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш раиси,  
к.ф.д., проф., академик

**С.З.Ходжамкулов**

Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш котиби, т.ф.н., доц.

**Х.Ч.Мирзакулов**

Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш қошидаги  
илмий семинар раиси, т.ф.д., проф.

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Дунё миқёсида герметиклар, модификаторлар ва коррозияга қарши қопламалар ишлаб чиқишда эпоксид олигомерлар шубҳасиз қизиқиш уйғотади. Бугунги кунда кимё соҳасида қотувчи эпоксид олигомерларга бўлган талаб уларни ишлаб чиқариш ҳажмининг катта қисмини ташкил этади. Кимё саноатида эпоксид олигомерлар асосидаги модификаторларга бўлган талабнинг улуши 60%. Бунинг сабаби уларнинг агрессив муҳитлар таъсирига барқарорлиги ва елимларни ҳароратнинг кенг интервалида ишлатиш мумкинлигидир.

Бугунги кунда жаҳонда таркибида азот, фосфор ва олтингугурт бўлган эпоксид олигомерлар ҳамда полимер материаллар сифатини оширишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишларига эътибор қаратилмоқда. Бу борада таркибида азот, фосфор ва олтингугурт бўлган функционал гуруҳли реакцион фаол эпоксид олигомерлари маълум илмий ва амалий қизиқиш уйғотади. Бунда таркибида азот, фосфор ва олтингугурт бўлган эпоксид олигомерлардан юқори самарали герметиклар, модификаторлар ва антикоррозион қопламалар олиш мақсадида фойдаланиш мумкин. Юқоридагилардан келиб чиқиб ушбу олигомерларнинг синтез жараёнини технологиясини ишлаб чиқиш зарур.

Республикамизда кимё саноатини модернизация қилиш, ишлаб чиқариш корхоналарининг хомашё базасини маҳаллийлаштириш ва улар асосида импорт ўрнини босадиган янги турдаги композицион материаллар ишлаб чиқариш борасида илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «ички ва ташқи бозорларда миллий товарларнинг рақобатбардошлигини таъминлайдиган маҳсулот ва технологияларнинг тубдан янги турларини ишлаб чиқаришни ўзлаштириш»<sup>1</sup> га йўналтирилган муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан, маҳаллий хомашёлар асосида герметикловчи материалларни ишлаб чиқариш учун иқтисодий жиҳатдан самарали ва экологик тоза технологияларни ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги фармони, 2017 йил 29 августдаги ПҚ-3246-сон «Кимё саноати ташкилотларининг экспорт-импорт фаолиятини такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги, 2018 йил 17 январдаги ПҚ-3479-сон «Мамлакат иқтисодиёти тармоқларининг талаб юқори бўлган маҳсулот ва хомашё турлари билан барқарор таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ва 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги фармони.

меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг «VII. Кимёвий технология ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Эпоксид олигомер ва полимер композицияларини синтези ва модификациялаш Baljinder Kandola, Robert M. Waymouth, Kenneth A. Ellzey, W. Millins, P. K. Patra, R. Kerry Rowe, De-Yi Wang, Ю. Н. Хакимуллин, А. К. Микитаев, Н. А. Кейбал, В.Ф. Каблов, А.Т. Джалилов, А.С. Ибодуллаев, Ф.А. Магруппов ва бошқалар томонидан ўрганилган.

Улар томонидан амалга оширилган тадқиқотлар оловбардош материаллар, антикоррозион қопламалар ва герметиклар олиш технологиясининг ривожланишидаги асосий йўналишлари қурилиш ва саноат композицияларини самарасини оширишга қаратилган. Темирбетон, темир ва полимер конструкцияларини хизмат даврини узайтириш, уларнинг эксплуатацион хоссаларини яхшилаш саноат ва қурилиш темир конструкцияларини сифатини оширишдаги умумий вазифаларни ечимидан ажралмаган ҳолда амалга оширилади.

Шу билан бирга, оловбардош материаллар, герметиклар ва антикоррозион қопламалар сифатини оширишнинг асосий йўналишлари индивидуал ва полифункционал таъсирларга эга органик модификаторлар қўллашни ўз ичига олади. Оловбардош материаллар, герметиклар ва антикоррозион қопламалар модификациялаш оддий усуллар орқали герметиклар самарасини ошириш, металлларни қоплаш, полимернинг оловбардошлигини ошириш ва шу каби мақсадларда фойдаланиш имконини яратади.

**Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот иши режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг А 12-002 «Маҳаллий хом ашё асосида синтетик каучук ва эпокси қатронлар учун ишлаб чиқариш технологияларини ишлаб чиқиш», А 12-001 «Маҳаллий хомашёлар асосида янги эпокси полиуретан қопламаларини ишлаб чиқариш» ва А12-007 «Маҳаллий хомашёдан сулфоҳлорли полиэтилен ишлаб чиқариш ва уни каучук, елим ва қоплама сифатида фойдаланиш» мавзусидаги амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** эпоксид гуруҳларни ўз ичига олган моддаларга асосланган, таркибида фосфор, азот, металл тутган янги олигомерлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва улар асосида полимер композит материаллар тайёрлашдан иборат.

### **Тадқиқотнинг вазифалари:**

янги юқори самарали фосфор, азот, металл тутган эпоксид олигомерларни олиш ва уларнинг синтези учун оптимал шароитларини ўрганиш;

фосфорли, азотли ва металл эпоксид олигомерларнинг физик-кимёвий, физик-механик хусусиятларини ҳамда тузилишини ўрганиш;

эпоксид гуруҳларига эга бўлган фосфорли, азотли олигомерлар асосида полимер композицион материалларни яратиш ва уларнинг хусусиятларини ўрганиш;

фосфор, азот, металл тутган эпоксид олигомерларнинг ёнғинга чидамлилиги, антикоррозион ва физик-механик хусусиятларини ўрганиш ва бу олигомерларнинг техник – иқтисодий самарадорлигини асослаш.

**Тадқиқот объектлари:** карбамид, тиомочевина, металл оксидлари, формалин, меламин, эпихлоргидрин, аддуктлар ҳисобланади.

**Тадқиқот предмети:** таркибида азот, фосфор, олтингугурт бўлган эпоксид олигомерлар синтези, эпоксид олигомерларини модификациялаш жараёни, модификацияланган эпоксид олигомерлар ва улар асосидаги герметиклар, модификаторлар ва қопламаларнинг физик-кимёвий ҳамда физик-механик хоссаларини ўрганиш ҳисобланади.

**Тадқиқот усуллари.** Эпоксид смолаларининг физик-кимёвий хусусиятлари ва кимёвий таркиби ИҚ спектроскопияси, дифференциал термик, рентгенфазавий ва электрон микроскопик таҳлили усулларидадан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

маҳаллий хомашёлар асосида, фосфор, азот, металл таркибили эпоксид олигомерлар олинган;

эпоксид гуруҳларига эга бўлган фосфор, азот ва металл олигомерларнинг физик-кимёвий хусусиятлари аниқланган;

синтез қилинган эпоксид олигомерларининг таркиби ва хусусиятлари аниқланган;

фосфор, азот ва металл тутган эпоксид боғловчилар асосида полимер композит материаллар олинган ва уларнинг хусусиятлари аниқланган;

фосфор, азот, металл тутган эпоксид олигомерларнинг ёнғинга чидамлилиги, антикоррозион ва физик-механик хусусиятлари аниқланган ҳамда янги турдаги антикоррозион қоплама таркиблари ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

маҳаллий хомашёлар асосида фосфор, азот ва металл гуруҳли эпоксид олигомерлари олинган ва улар асосида боғловчилар, елим ҳамда антикоррозион қопламалар таркиблари ишлаб чиқилган;

фосфор, азот ва металл гуруҳли эпоксид олигомерларни полиэтиленни юқори тўлдирувчилар билан ҳосил қилган композитларда боғловчилар сифатида қўллаш натижасида юқори оловбардош хоссага эга полимер материаллар ишлаб чиқилган;

фосфор, азот ва металл гурухли эпоксид олигомерлар асосида атмосфера ва агрессив муҳитлар таъсирига чидамли антикоррозион қоплама ишлаб чиқилган;

фосфор, азот ва металл гурухли эпоксид олигомерлар асосида олинган композитларнинг иссиқлик ва оловбардошлиги хоссалари аниқланган;

фосфор, азот ва металл гурухли эпоксид олигомерлар асосида антикоррозион қопламалар олиш бўйича техник ҳужжатлар ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончилиги** олинган моддаларни идентификациялашда замонавий, юқори информацион физик-кимёвий усуллари (ИК, ДТТ, РФА, SEM-EDX) ва кимёвий тадқиқотлардан фойдаланилганлиги ва ишлаб чиқилган эпоксид олигомерлар ҳамда улар асосида елимлар, модификаторлар ва қопламаларни олиш технологияси, уларнинг қўлланиши тажриба-саноат синовларида апробация қилинган ҳамда ишлаб чиқаришда қўлланилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти олдиндан маълум хусусиятларга эга бўлган азот, фосфор ва металл сақлаган эпоксид олигомерлари асосида композицион материаллар ишлаб чиқаришнинг илмий асослари яратилганлиги билан белгиланиб, олинган илмий тадқиқот натижаларининг умумлаштирилиши билан комплекс хоссалари яхшиланган композицион материаллар олинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти олинган эпоксид смолаларини елимлар, герметиклар ва антикоррозион қопламалар сифатида амалиётга жорий этиш ва яратилган технологик схемаси бўйича саноат кўламида турли соҳаларда ишлатиш мумкин бўлган композицион материаллар олиш учун хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.**

Маҳаллий хомашёлар асосида таркибида эпокси гуруҳ тутган бирикмалар олиш ва қўллаш бўйича олинган натижалар асосида:

азот ва фосфор сақлаган эпоксид смолалари асосида елим композицияни олиш усулига Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг ихтиро учун патенти олинган (IAP 05554, 2018). Натижада яратилган усул маҳаллий хомашёлар асосида елим композицияларини олиш имконини берган;

маҳаллий хомашёлар асосида эпоксид олигомерлари ишлаб чиқаришни технологик жараёнлари «Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти» МЧЖда амалиётга жорий этилган («Ўзкимёсноат» АЖнинг 2019 йил 8 апрелдаги 01/3-1944/К сон маълумотномаси). Натижада полиэтилен учун термик чидамли модификаторлар ишлаб чиқариш имконини берган;

тиомочевина, мочевина ва аммофос асосида олинган эпоксид олигомерларини «Kafolat rezina» МЧЖ да амалиётга муваффақиятли амалиётга жорий этилган («Ўзкимёсноат» АЖнинг 2019 йил 8 апрелдаги 01/3-1944/К сон маълумотномаси). Натижада термик чидамли ва механик муштаҳкам модификаторлар ишлаб чиқариш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 4 та халқаро ва 5 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокама қилинган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 16 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 7 та мақола, жумладан, 5 таси Республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр этилган, 1 та ихтрога патент олинган.

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

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

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

Диссертациянинг «**Турли хил қотирувчи бирикмалар иштирокида қотирилган эпоксид смолалари**» деб номланган биринчи бобида адабиётлар асосидаги материаллар таҳлили, эпоксид олигомерларининг химёвий таркибини қўллашни ўрганиш келтирилган. Эпоксид смолалари самарадорлиги ўрганилган.

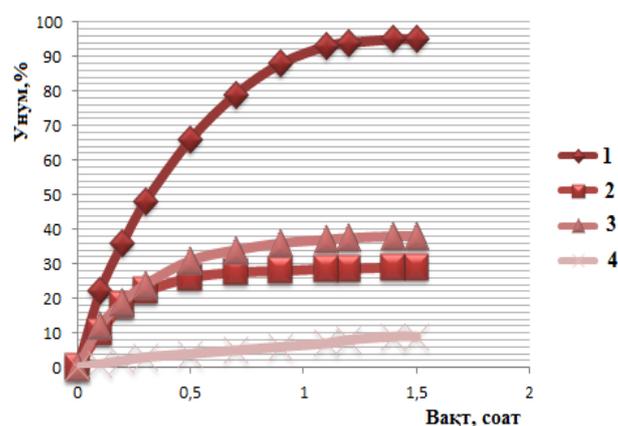
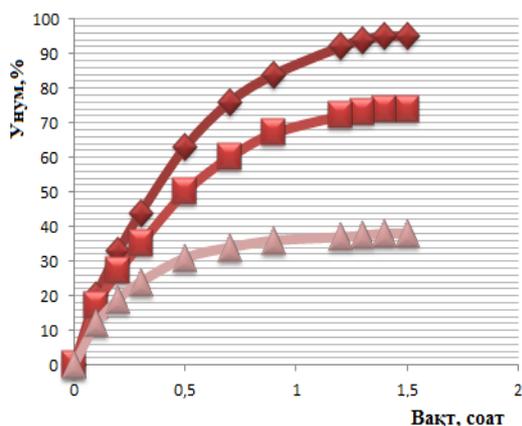
Диссертациянинг «**Фосфор, азот ва металл тутган эпоксид олигомерларнинг синтези ва физик-химёвий хусусиятлари**» деб номланган иккинчи қисмида синтез усуллари ўрганилган.

Аралаштиргич, термометр ва совутгич билан жиҳозланган уч оғизли колбага, 20 г тиомочевина ва 0,3 г диэтиланилин катализатори солинади. Реакцион масса 15-20 дақиқада 70 °С да эритилади. Сўнгра 75 °С ҳароратда 80 г эпихлорогидрин солинади. Шундан сўнг реакция аралашма 100 °С ҳароратда шаффоф масса ҳосил бўлгунга қадар қайнатилади. Ҳарорат 70 °С га туширилгач, 100 мл 40% натрий ишқори эритмаси солинади.

Олинган маҳсулот филтрланади ва сув билан ювилади. Жами сарфланган вақт 1,5 соатни ташкил қилади. Маҳсулотнинг рентабеллиги 95,8% ни ташкил этди.

Тадқиқотлар турли шароитларда бир-неча бор ўтказилди. Олинган олтингугуртли эпоксид олигомери (тиомочевина, диэтиланилин ва эпихлорогидрин асосида олинган эпоксид олигомерлари) СЭД-1 нинг унуми ҳарорат, бошланғич моддаларнинг нисбати ва реакциянинг давомийлигига ва катализатордан фойдаланишга боғлиқдир.

Янги олтингугурт тутган эпоксид боғларнинг синтези ва ҳарорат, бошланғич моддаларнинг нисбати каби кўрсаткичларни ўз ичига олган синтезнинг оптимал шароитлари ва олинган моддаларнинг ИҚ спектрлари ўрганилди. 2.1-расмда. Эпоксид боғловчисининг ҳароратга боғлиқлиги эпихлоргидрин ва тиомочевинанинг қуйидаги нисбатларида кўрсатилган. Нисбатлар: 1-5:1; 2-1:1; 3-1:5. Реакцияни олиб бориш шароити 100 ° С ҳароратда 1,5 соат давомида.



**1-расм. Эпоксид боғловчиси унумининг ҳароратга боғлиқлиги:**

Эпихлоргидрин ва тиомочевина нисбатлари 1-5:1; 2-1:1; 3-1:5

**2-расм- 100°С ҳароратда катализаторнинг реакция унумига таъсири:**

1-Диэтиланилин; 2 - Ионли суюқлик; 3-Рух оксиди.

1-расмдан кўриниб турибдики, эпихлоргидриннинг тиомочевина билан реакциясидан эпоксид боғловчисининг юқори унуми мос келадиган энг оптимал ҳарорат 100 °С га тенг. Кейинчалик ҳароратнинг ортиши эпоксид боғловчисининг чиқиш унуми пасайишига олиб келади.

Олтингугуртли эпоксид олигомери СЭД-1нинг синтези 100 ° С да 1,5 соат давомида ҳар хил катализаторлар билан амалга оширилди. Реакцияларнинг самарадорлиги ўрганилди. Реакция маҳсулоти унуми катализатор сифатида диэтиланилин қўлланилганда юқори кўрсаткични кўрсатди (2-расм).

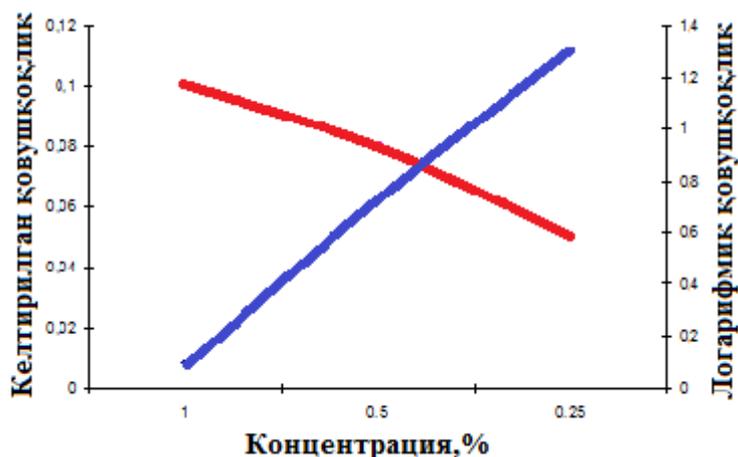
**1-жадвал**

**Олтингугурт сақлаган эпоксид смоласи эритмаларининг қовушқоқлиги.**

№	Олигомер номи	Эритма концентрацияси, %	$\eta_{\text{нис}}$	$\eta_{\text{сол}}$	$\eta_{\text{кел}}$	$\eta_{\text{лог}}$	$\eta_{\text{хв}}$
1	Олтингугурт сақлаган эпоксид смоласи	1	1,10	0,1	0,1	0,095	0,07
		0,5	1,04	0,04	0,08	0,73	
		0,25	1,01	0,01	0,05	1,3	

1-жадвалда суялтирилган олтингугуртли олигомер эритмалари учун вискозиметрик ўлчовлар натижалари кўрсатилган. Олигомер эритмаларининг қовушқоқлигини аниқлаш учун Уббелодде капилляр вискозиметридан фойдаланилган. Ўлчаш усули доимий 22 ° С ҳароратда эритувчининг ўзини, сўнгра

турли концентрацияли (концентрацияси 1% бўлган эритма тайёрланиб, кейинчалик эритма 1: 0,5:0,25% ли концентрацияларгача суюлтирилади) эритмаларнинг вискозиметр капилляридан ўтиш вақтини ўлчашга асосланган; 1-жадвалга биноан, диаграмма тузилди (3-расм) ва олигомерларнинг ковушқоқлиги диаграммадан аниқланди.



**3-расм.  $\eta_{уд}/C$  ёки  $\ln \eta_{отн}/C$  нинг олтингугурт сақлаган эпоксид смоласи концентрациясига боғлиқлиги.**

2-жадвалда мақбул шароитда ( $t = 100^\circ C$ ,  $t = 1.5$  соат) эпихлорогидрин ва тиомочевина нисбатлари 5:1 бўлганда олинган СЭД-1 маркали олигомернинг физик-кимёвий хоссалари кўрсатилган. Олинган олигомер бирикма СЭД-1 ковушқоқ моддадир.

**2-жадвал**

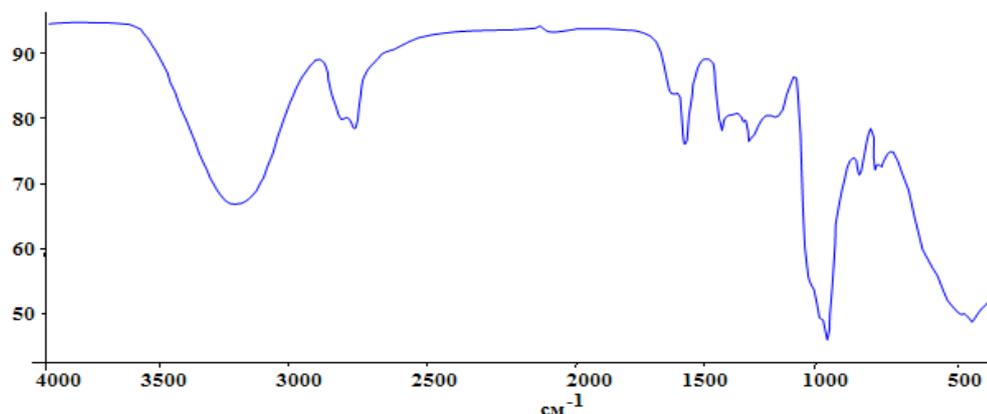
**СЭД-1 маркали олигомернинг физик-кимёвий хоссалари**

№	Ташқи кўриниши	Қуюқ, ковушқоқ, сарғиш жигарранг тусли.
1	pH	7
2	Зичлиги ( $25^\circ C$ ), г/см <sup>3</sup>	1,1
3	Учувчан моддаларнинг масса улуши, %, кўп бўлмаган	1,5
4	Хлор ионининг Массовая масса улуши, %, кўп бўлмаган	0,1
5	Барча хлорнинг масса улуши, %, кўп бўлмаган	5
6	Эрувчанлиги	Органик эритувчиларда эрийди

ИҚ спектри шуни кўрсатмоқдаки, олтингугурт сақлаган эпоксид олигомери ютулиш чизиғи боғларнинг спектрнинг  $2850\text{ см}^{-1}$  соҳасидаги валент тебранишларига тўғри келади, олигомер ИҚ спектри соҳаларида  $-CH_2$  – гуруҳга таълуқли ютилиш чизиқлари мавжуд,  $1340\text{ см}^{-1}$  соҳаларидаги ютилиш чизиқлари углерод ва водород тутган гуруҳларга тегишли. ИҚ спектрларининг  $1650\text{ см}^{-1}$  соҳасидаги ютилиш чизиқлари эркин  $-CONH_2$  гуруҳлари борлигини ва  $3300-3440\text{ см}^{-1}$  соҳаларидаги ютилиш чизиқлари иккиламчи  $-CONH-$  гуруҳлари мавжуд эканлигини кўрсатади. ИҚ

спектрларидан кўриш мумкинки,  $3000-3050\text{см}^{-1}$  соҳаларида ютилиш чизиқлари мавжуд.

Ушбу ютилиш чизиқлари эпоксид халқасига тегишли,  $750-950\text{ см}^{-1}$  соҳаларидаги ютилиш чизиқлари халқанинг ассиметрик валент тебранишга хослигини кўриш мумкин.

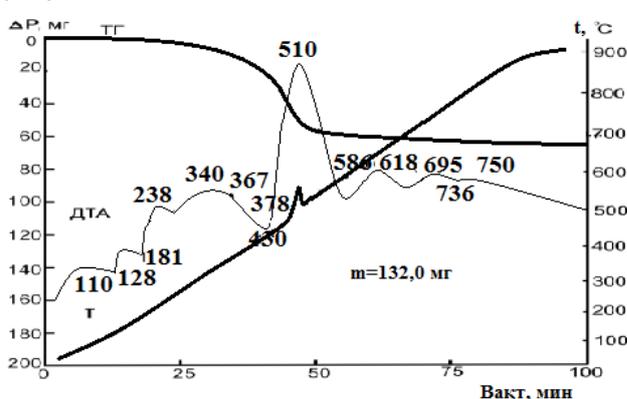


**4-расм. СЭД-1 маркали олтингугурт сақлаган эпоксид олигомерининг ИҚ-спектри**

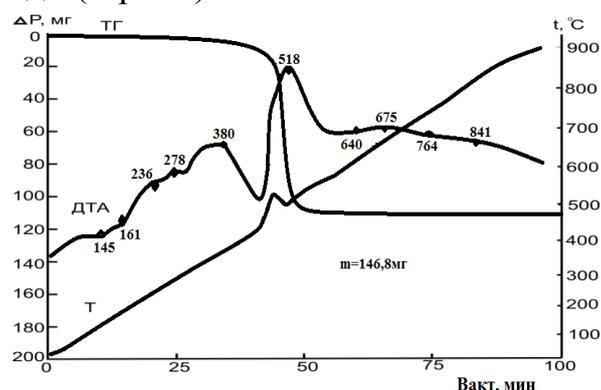
ИҚ спектрларининг  $800-600\text{см}^{-1}$  соҳасидаги ютилиш чизиқлари углерод ва олтингугурт сақлаган (-C-S-) гурухлари борлигини ва  $450-550\text{см}^{-1}$  соҳаларидаги ютилиш чизиқлари -C-C- гурухлари мавжуд эканлигини кўрсатади. (4-расм).

**«Фосфор, азот ва металл тутган эпоксид олигомерларнинг таркибий қисмлари ва уларнинг композитларнинг хусусиятларига таъсирини ўрганиш»** мавзусидаги учинчи бобда эпоксид смолалар тайёрлашга бағишланган.

Полиэтиленга 12% тўлдирувчи ва СЭД-1 антипирени аралашмасини кўшиб тайёрланган намунасининг дериватограмма эгри чизиғида 110, 128, 181, 430, 586, 736 °C ларда бешта эндотермик эффектлар ва 238, 340, 367, 378, 510, 618, 695 ва 750 °C да тўққизта экзотермик эффектлар аниқланди. Термогравиметрия эгри чизиғининг  $60-900^{\circ}\text{C}$  ҳарорат интервалида массанинг умумий камайиши 55,45% ни ташкил қилди (5-расм).



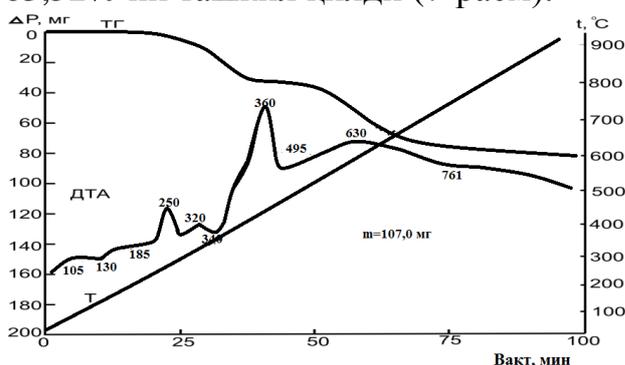
**5-расм. СЭД-1 маркали эпоксид олигомери намунасининг дериватограммаси**



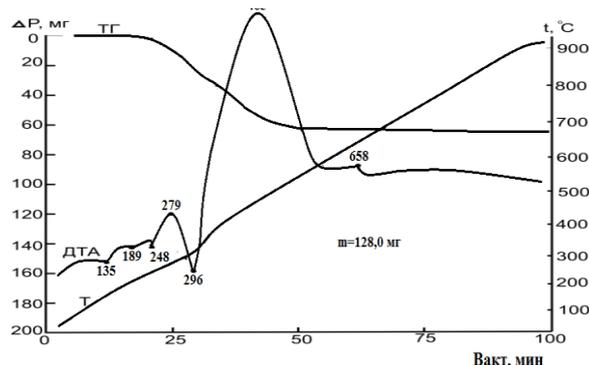
**6-расм. МДЭ маркали эпоксид олигомери намунасининг дериватограммаси**

МДЭ (мочевина, дигликольтерефталат, диэтиланилин ва эпихлоргидрин асосидаги эпоксид олигомер) намунасининг дериватограмма эгри чизиғида 145, 161, 640, 764°C ларда тўртта экзотермик эффектлар ва 236, 278, 380, 518, 675 ва 841°C да олтига экзотермик эффектлар аниқланди. Термогравиметрия эгри чизиғининг 60-900°C ҳарорат интервалида массанинг умумий камайиши 73,0% ни ташкил қилди (6-расм).

САЭД-3 (тиомочевина, дигликольтерефталат, диэтиланилин ва эпихлоргидрин) намунасининг дериватограмма эгри чизиғида 105, 130, 185, 340, 761°C ларда бешта эндотермик эффектлар ва 250, 320, 360, 495 ва 630°C да бешта экзотермик эффектлар аниқланди. Термогравиметрия эгри чизиғининг 80-900°C ҳарорат интервалида массанинг умумий камайиши 63,52% ни ташкил қилди (7-расм).



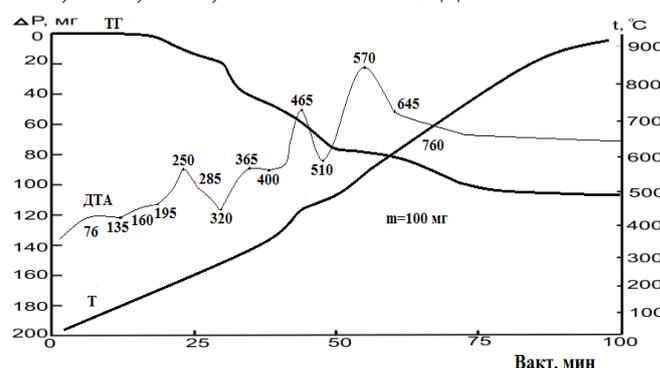
**7-расм. САЭД-3 маркали эпоксид олигомери намунасининг дериватограммаси**



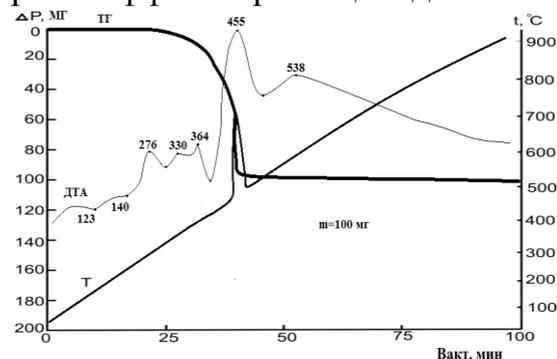
**8-расм. ТДЭ маркали эпоксид олигомери намунасининг дериватограммаси**

ТДЭ (мочевина, цианур кислотаси ва эпихлоргидрин) намунасининг дериватограмма эгри чизиғида 135, 189, 248, 296°C ларда тўртта эндотермик эффектлар ва 279, 465 ва 658°C да учта экзотермик эффектлар аниқланди. Термогравиметрия эгри чизиғининг 80-900°C ҳарорат интервалида массанинг умумий камайиши 70,45% ни ташкил қилди (8-расм).

МЦФЭ (мочевина, цианур кислотаси, формалин, кальций гидроксиди ва эпихлоргидрин) намунасининг ДТА дериватограмма эгри чизиғида 76, 135, 160, 195, 320, 400, 510, 760°C ларда саккизта эндотермик эффектлар ва 250, 285, 365, 465, 570 ва 645°C да олтига экзотермик эффектлар аниқланди.



**9-расм. МЦФЭ маркали эпоксид олигомери намунасининг дериватограммаси**



**10-расм. МФЭ маркали эпоксид олигомери намунасининг дериватограммаси**

Термогравиметрия эгри чизиғининг 60-900°C ҳарорат интервалида массанинг умумий камайиши 73,45% ни ташкил қилди (9-расм).

МФЭ (формалин, кальций гидроксиди, мочевино ва эпихлоргидрин) намунасининг дериватограмма эгри чизиғида 123, 140 °C ларда иккита эндотермик эффектлар ва 276, 330, 364, 455 и 538°C да бешта экзотермик эффектлар аниқланди. Термогравиметрия эгри чизиғининг 80-900°C ҳарорат интервалида массанинг умумий камайиши 98,66% ни ташкил қилди (10-расм).

Юқорида келтирилган олтита намунада олиб борилган термик изланишлар, намунанинг термик ҳолати унинг таркибига, компонентларнинг табиати ва композицион материалнинг олиниш технологиясига боғлиқлигини кўрсатади.

Полиэтиленнинг СЭД-1, МДЭ, САЭД-3, ТДЭ, МЦФЭ ва МФЭ билан модификацияланган намуналарининг масса йўқотиш кинетикасининг ҳарорат оширилишига боғлиқлиги 5, 6, 7, 8, 9, 10 расмларда кўрсатилган. Расмлардан шуни кўриш мумкинки олинган ҳароарт интервалидаги массанинг йўқолиши куйидаги жараёнларга боғлиқдир: олигомернинг оксидланиши, учувчан моддаларнинг ажралиши билан парчаланиши ва бошқа жараёнлар. Ҳароратнинг ошиши билан ТГА эгри чизиғидаги массанинг камайиши СЭД-1, МДЭ, САЭД-3, ТДЭ, МЦФЭ ва МФЭ маркали қотирилган фосфор, азот ва металл сақлаган эпоксид олигомери деструкциясининг давом этганлиги билан ифодаланади.

ДТА ва ТГА тадқиқотлари маълумотларига асосланиб турли ҳарорат интерваллари учун кинетик параметрлар аниқланди. Олинган маълумотларга таянган ҳолда барча ҳарорат диапазонларида ҳар бир намуна учун кинетик хусусиятларни ҳисоблаш мумкин.

Шундай қилиб, 493К дан 1173 К гача бўлган ҳарорат интервалидаги жараёнлар кинетикасидан олинган тадқиқот маълумотларига таяниб СЭД-1, МДЭ, САЭД-3, ТДЭ, МЦФЭ и МФЭ олигомерларининг термооксидланиш деструкциялари хусусиятлари ўрганилди. ДТА термограммаларида аниқландики, СЭД-1 нинг оксидланиши МДЭ, САЭД-3, ТДЭ, МЦФЭ ва МФЭ ларга нисбатан анча юқори ҳароратда боради. СЭД-1 нинг термооксидланиш деструкциясидаги масса йўқотилишининг энг юқори тезлиги МДЭ, САЭД-3, ТДЭ, МЦФЭ ва МФЭ га нисбатан паст.

Реакцион қобилятга эга бўлган олигомерлар учун модификациялайдиган системани танлаш боғловчилар ишлаб чиқаришда асосий масалалардан бири ҳисобланади. Модификацияланган полимер матрицали полимер композицион материаллар (ПКМ) юқори эксплуатацион хусусиятларга эга бўлиши керак. Бунинг учун полимер матрицаси юқори реакцион қобилятга ва юқори молекуляр ҳаракатчанликка эга бўлиши керак. Бошқа томондан полимер матрицасига юқори ҳароратбардошлилик талаби кўйилади. Бу эса шишаланиш ҳароратининг оширилишини талаб қилади, ўз навбатида юқори шишаланиш ҳарорати молекуляр ҳаракатчанликнинг пасайишига олиб келади.

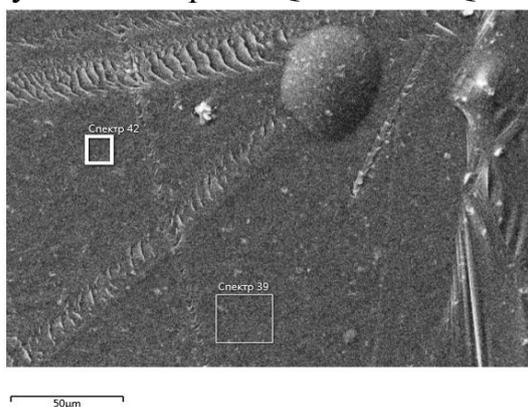
Шунинг учун юқори мустаҳкамлик ҳамда юқори ҳароратбардошлиликка эга бўлган полимер матрицаларни олишда тўрсимон структурали гибрид боғловчиларни қўллаш самарали ечим сифатида кўрсатилади.

Электрон микроскоп тажрибаси учун композитлар намуналари вакуум постида 10-20 нм қалинликдаги олтин қатлами сепилиб металлациялаштирилди. Тасвирларни таҳлил қилиш учун адабиётлардан фойдаланилди ҳамда OXFORD фирмаси рентген микроанализаторида микрозондлаш маълумотларидан фойдаланилди.

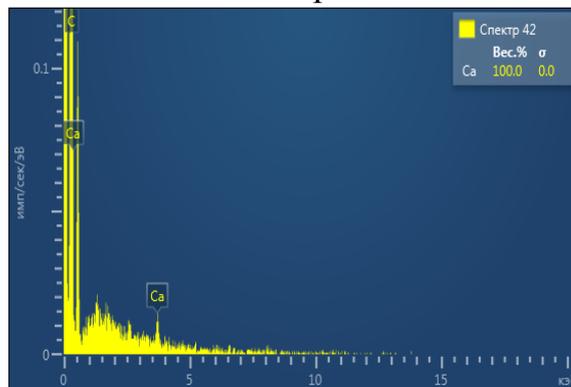
САЭД-3 маркали эпоксид олигомери асосида олинган композиция Электрон микроскопик ва элемент анализлари усулларида текширилди. Электрон микроскопия ёрдамида САЭД-3 нинг тузилиши ҳамда композициядаги миқдорини аниқлаш мумкин.

Электрон микроскопия ёрдамида металл сақлаган олигомернинг композиция структурасида қандай тақсимланишини аниқлаш мумкин.

Намунани синашда аввало уни туткичга маҳкамлаб сўнг намунани тўсдик. Тажриба QUORUM Q150 RS жихозида амалга оширилди.



**11-расм.** Электрон-микроскопик анализ маълумотлари.



**12-расм.** Элемент анализи маълумотлари

11-расмда олигомер композицияси структурасида бир қатламда турли элементларнинг жойлашганлиги ва қандай тақсимланганлигини кўриш мумкин. Расмда металл тутган олигомерлар асосидаги композитларнинг электрон-микроскоп анализлари натижалари кўрсатилган.

12-расмда олигомер юзасида фосфор, азот ва металнинг алоҳида ва бирга тақсимланишини кўриш мумкин. Шу билан бирга композициянинг яхши аралашганлигини кўриш мумкин.

Эпоксид смолалари электризоляция хусусиятига эга компаундлар, турли лок-бўёқ материаллари сифатида ишлатилганидек турли функционал соҳаларга мўлжалланган композит материалларни олиш учун боғловчи сифатида ҳам қўлланилади.

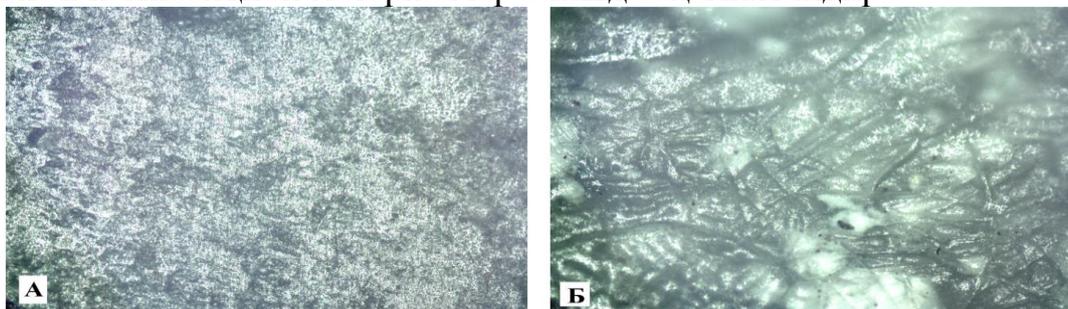
Бизнинг Республикамизда маҳаллий хом-ашёлар асосида самарали эпоксид смолаларини яратиш долзарб мавзу ҳисобланади. Фосфор тутган (эпихлоргидрина (ЭХГ) фосфор и азотсақловчи аддукт билан) АЭД-2 маркали олигомер асосида синтез қилинган янги полифункционал эпоксид

смогалари бирга қўлланилганида олигомер боғловчининг синергизм эффектига асос бўлади.

Эпихлоргидриннинг (ЭХГ) фосфор ва азотли аддукт билан таъсирлашувидаги полимерланиш жараёнини ўрганиш илмий ҳамда амалий аҳамият касб этади. ЭХГ нинг баъзи фосфор ва азотли бирикмалар билан таъсирлашуви реакциясида ўз-ўзидан полимерланиш жараёни бориши аниқланди. Бу изланишлар турли гуруҳлар хусусиятининг ўз-ўзидан полимерланиш жараёнига таъсирини намоён этади. Композицион материалларни олиш учун золдирли тегирмонда 50 мкм ўлчамли фракциягача майдаланган, турли конлардан олинган Брусит минерали, боғловчи сифатида эса фосфор ва азот тутган АЭД-2 маркали эпоксид смоласи ва юқори босимда олинган полиэтилен (ПЭВД) ишлатилди. Полимер матрицасида тўлдирувчининг масса улуши 40 масса қисми ташкил қилади. Бу кўрсаткич брусит тўлдирувчисининг АЭД-2 ва полиэтилен боғловчилари асосидаги композицияни олишда оптимал миқдор эканлиги ушбу ишларда исботланди. Тўлдирувчининг таъсири физик-механик ва кимёвий хусусиятларнинг ўзгариши орқали баҳоланди

Фойдаланилган тўлдирувчини электрон микроскопия усулида ўрганиш шуни кўрсатдики, брусит заррачалари учун уларнинг заррачалар агрегацияси характерлидир. Бу эса ўз навбатида заррачалар юзасининг ўта фаол эканлигидан далолат беради (13-расм).

Ишда брусит, АЭД-2 ва F-0220S (ПЭВД) маркали полиэтилен асосида ўта тўйинган композициялар олиш синовдан ўтказилган. Бу синов олинаятган махсулот таннархининг пастлиги билан юқори даражада тўлдирилган композицион материаллар олишда аҳамиятлидир.



**13-расм. Оптик микроскопия:** (А) Брусит, турли фракцияли  $\leq 50$  мкм. (Б) Боғловчи сифатида АЭД-2 маркали эпоксид смоласи ва полиэтилен (ПЭВД) ишлатилганда брусит асосидаги композицион материал.

Суюқланманинг оқувчанлик кўрсаткичи (ПТР) бўйича аниқланадиган реалогик хоссаларни баҳолаш шуни кўрсатдики, композициянинг оқувчанлик кўрсаткичи ортади аммо олинган композитларни босим остида қуйиш усулида қайта ишлаш мумкин (3-жадвал).

Брусит, АЭД-2 ва ПЭВД асосида олинган композициянинг электрон микроскопик ва элемен анализлари ўрганилди. Композицияда бруситнинг миқдори полимернинг умумий массасининг 40%ини ташкил қилади. Электрон микроскопия ёрдамида брусит ва АЭД-2 ҳамда ПЭВД

композициясининг қандай структура ҳосил қилиши ва миқдорларини аниқлаш мумкин.

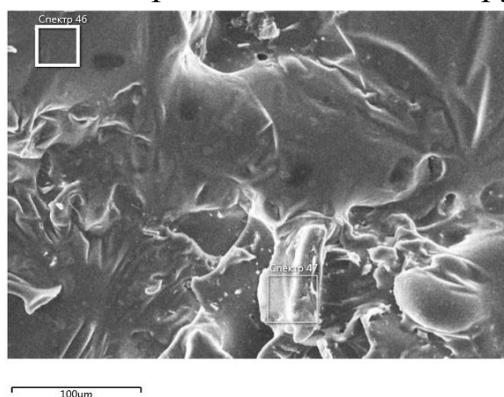
Композиция намуналари олинган. Бу намуналар 40% гача магний гидроксид минерали асосидаги брусит сақлаган композиция намуналаридир.

### 3-жадвал

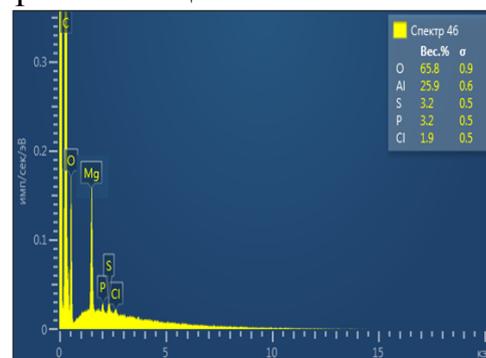
#### Композиция суюқланмасининг оқувчанлик кўрсаткичи (ПТР) нинг таркибига боғлиқлиги.

Композиция таркиби, масс. қ.	Суюқланманинг оқувчанлик кўрсаткичи (ПТР), г/10 мин
ПЭВД	1,5-2,5
ПЭВД+40% брусит	0,5-0,8
ПЭВД+АЭД-2+40% брусит	0,8- 1,2

Композиция намуналари олинган бўлиб. Ушбу намуналар ўзида 40 % гача магний гидроксиди асосидаги брусит минералини сақлаган.



14-расм. Электрон-микроскопик анализ натижалари



15-расм. Элемент анализ натижалари

F-0220S маркали полиэтилен асосидаги намуна электрон микроскоп ёрдамида 350 карра катталаштирилганда унинг юзасида аралашта излари кўринмади, аммо стандарт намунага нисбатан баъзи ўзгаришлар аниқланди. Бу ўзгаришлар намунада тўлдирувчиларнинг борлиги билан ифодаланади.

Фосфор, азот ва магний сақлаган эпоксид смолаларига хос бўлган брусит, АЭД-2 ва F-0220S маркали полиэтилен (ПЭВД) асосида композициялар олинди

14-расмда полимер композиция структурасида бир хил қатламда турли элементларнинг борлигини ва тақсимланганлигини кўриш мумкин.

Расмда фосфор, азот ва металл сақлаган полимерлар асосидаги композициялар электрон микроскопик анализларининг натижалари кўрсатилган.

15-рамда фосфор, азот ва металнинг полиэтилен юзасида бирга ҳамда алоҳида тақсимланганлигини кузатиш мумкин. Шунингдек композициянинг яхши аралашганлигини кўриш мумкин.

Электрон микроскоп ва элемент анализлари натижалари шуни кўрсатдики, композициялар полимерлар билан жуда яхши аралашади.

Юқоридаги маълумотларга таянган ҳолда шуни хулоса қилиш мумкинки, фосфор, азот ва металл тутган эпоксид смолаларини кўшиб

олинган полиэтилен композицияси бошқа композицияларга нисбатан юқори натижаларни намоён қилади.

Бруситни фосфор, азот ва металл тутган эпоксид смоласи ва полиэтилен матрицаси учун тўлдирувчи сифатида қўллаш мумкинлиги исботланди.

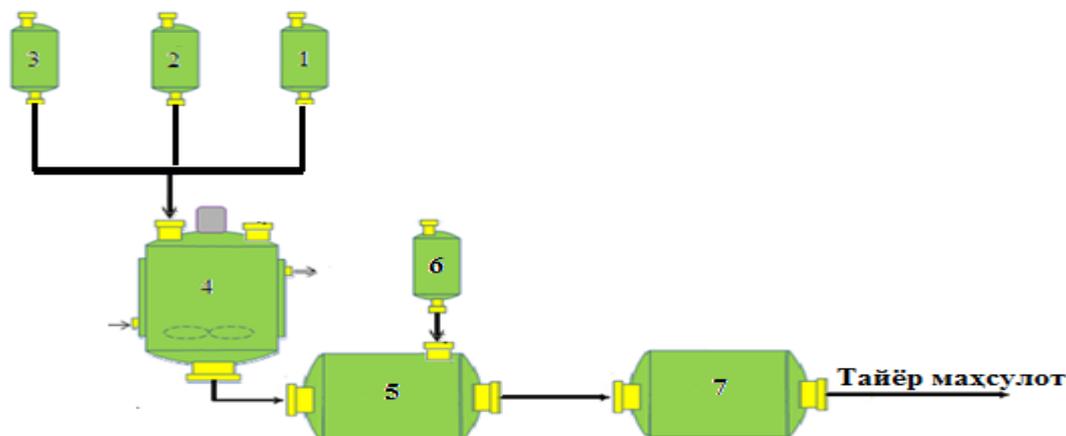
Брусит, АЭД-2 ва полиэтилен (ПЭВД) асосида композициялар олиш уларнинг физик-кимёвий ҳамда ҳароратбардошлик, оловбардошлик каби хоссаларини яхшилайти.

Электрон микроскопия ва элемент анализи натижалари шуни кўрсатадики, композициялар олигомерлар билан жуда яхши аралашади.

Юқоридаги маълумотларга таянган ҳолда фосфор, азот ва металл тутган эпоксид боғловчиларини қўшиб олинган композиция бошқа композицияларга қараганда жуда яхши натижаларга эга эканлигини хулоса қилиш мумкин.

Диссертациянинг тўртинчи «**Қоплама ва тўқилган композит материаллар учун эпоксид композитлар олиш технологиясининг схемаси**» бобида эпоксид смолаларини ишлаб чиқариш технологияси муҳокама қилинган.

Эпоксид олигомерларини таклиф этилган усул бўйича олишда 4-реакторга фосфор тутган бирикмалар (аммофос аддукти), эпихлоргидрин ва катализатор солинади. Реакцион аралашма атмосфера босимида  $90^{\circ}\text{C}$  да икки соат давомида қиздирилади. Олинган эпоксид олигомерини нейтраллаш учун 4-реактордан 5-сифимга олинади. Нейтраллаш учун 6-сифимдан 5-сифимга натрий карбонат юборилади. Нейтралланган олигомер қурутиш камерасида қурутилади.



**16-расм. Эпоксид смоласи олишнинг технологик схемаси:**

- 1- катализатор учун сифим; 2- фосфор тутган бирикма учун сифим;  
3-эпихлоргидрин учун идиш; 4-Реактор; 5-нейтралловчи идиш; 6- натрий карбонат учун сифим; 7- қурутиш камераси.

Олинган эпоксид композитлар юқорида кўрсатилганидек, елим ва саноатнинг турли соҳаларида (қурилиш, машинасозлик, электротехника) ишлатишга таклиф қилинмоқда.

Олинган эпоксид олигомерларини жорий қилганда умумий иқтисодий самарадорлик ҳисобланди.

Олинган эпоксид олигомерларини елимлар ва композицион материаллар олишда ишлатгандаги иқтисодий самарадорликни баҳолаш махсулотнинг

тан нархи ва шу махсулотнинг импорт қилинаётган аналоглари тан нархи билан солиштиришдан кўринади.

Эпоксид олигомерлари елим сифатида “Kafolat rezina” МЧЖ корхоналарида синовдан муваффақиятли ўтди.

4-жадвалда САЭД-3 эпоксид олигомери асосида 1 тонна елим герметик ишлаб чиқариш учун нархлар структураси кўрсатилган.

#### 4-жадвал

##### САЭД-3 эпоксид олигомери елим герметиги нархлари структураси

№	Номи	Ўлчов бирлиги	Миқдори	Бир бирлик учун нарх, сўм	Умумий қиймат, сўм
1	САЭД-3 эпоксид олигомери	кг	1000	6454,140	6454140
Жами					6454140

#### 5-жадвал

##### Чет эл АМ-05 маркали эпоксид олигомери елим композитлари нархлари структураси

№	Номи	Ўлчов бирлиги	Миқдори	Бир бирлик учун нарх, сўм	Умумий қиймат, сўм
1	Эпоксид елим композит — АМ-05	кг	1000	12400	12400000
Жами					12400000

4-жадвалдан кўриниб турибдики САЭД-3 эпоксид олигомери асосида 1 тонна елим герметик ишлаб чиқариш учун 6454,14 минг сўм миқдордаги материаллар сарфланади.

5-жадвалдан кўриниб турибдики эпоксид елим композитлари асосида 1 тонна герметик ишлаб чиқариш учун 12400 минг сўм миқдордаги материаллар сарфланади.

Шундай қилиб, САЭД-3 эпоксид олигомери асосдаги елим герметиклар ишлаб чиқариш текширувларидан мувоффақиятли ўтди. Ҳисоб-китоблар шуни кўрсатдики, САЭД-3 эпоксид олигомери асосдаги елим герметикларни қўллашдаги иқтисодий самарадорлик қурилиш, транспорт ва электротехника соҳасида ишлатиладиган материалларнинг ишлаш муддатини ошиши ва импорт ўрнини босиши билан белгиланади. САЭД-3 эпоксид олигомери асосдаги елим герметикларни қурилиш ва транспорт материалларини химоялашда қўллаш мақсадга мувофиқдир.

#### ХУЛОСА

1. Турли эпоксид смолалари асосдаги елимларни кимёвий йўл билан олиш, уларни қотириш ва механик хоссаларини кучайтириш технологиялари таклиф қилинади.

2. Турли қотирувчилар ёрдамида эпоксид смолаларини қотириш жараёни механизми ва юқори деформацион мустаҳкамликка ва адгезион хусусиятларга эга бўлган эпоксид смолаларини олиш имконияти кўрсатилган. изоцианат, полиэтиленполиамин, малеин ангидрид ва фтал ангидрид ёрдамида қотирилган эпоксид смолаларининг термик хоссалари ТГ ва ДТА анализ усуллари ёрдамида ўрганилди. Диизоцианатлар билан қотирилган эпоксид смолалари турли характердаги полимер тўр ҳосил қиладиган полиэтиленполиаминлар билан қотирилган эпоксид смолаларга нисбатан анча юқори термик ва релаксацион хоссаларга эга эканлиги изоҳланади.

3. Янги аниқ мақсадга йўналтирилган олигомер антипиренлар синтез қилиш учун фосфор тутган композитли эпоксид елимларнинг ёнғиндан ҳимояловчи жараён механизми таклиф этилади.

4. Деструкция жараёни дифференциал термик, электрон-микроскопик, элемент анализлари ёрдамида ўрганилди ва чет элдаги аналоглар билан солиштирилди.

5. Қотирилган фосфор, азот ва металл тутган эпоксид смоласининг фаза ўзгаришлари рентгенограмма ёрдамида кўрсатиб берилди.

6. СЭД-1, МДЭ, САЭД-3, ТДЭ, МЦФЭ, МФЭ, МАЦЭ и МЦДЭ маркали эпоксид смолаларининг металл юзасидаги адгезияси синовдан ўтказилди. Бу маҳсулотлардан олинган натижаларга қараб уларни чет элдаги аналогларга тенглаштириш мумкин. Бу қонуният макромолекула таркибида кутбли гуруҳлар мавжудлиги билан боғлиқлиги кўрсатиб берилди.

7. Олинган эпоксид елимларининг турли қотирувчиларини қоплама хусусиятларига таъсири ўрганилди. Модификация натижасида олигомер макромолекуласи турли адгезион-актив функционал гуруҳларга эга бўлиши кўрсатиб берилди.

8. Елим композицияларининг структура ҳосил қилиши ва уларнинг фосфор, азот сақлаган бирикмалар билан модификацияланган эпоксид смолалари асосида олинган композициянинг адгезион мустаҳкамлигига таъсири қонунияти таклиф этилади.

9. Композицияни модификациялашда ҳосил бўлган плёнка юзасининг структураси ўрганилди. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, модификациядан сўнг плёнка юзасининг эгилиши содир бўлади. Бу структуравий эффект тасир юзасининг ошиши ҳисобига ёпишишда юқори мустаҳкамликни намоён этиши кўрсатиб берилди.

10. Маҳаллий хомашёлар асосида таркибида азот, фосфор, олтингугурт ва металл тутган эпоксид олигомерлар олиш технологияси ишлаб чиқилди ва «Kafolat rezina» МЧЖ корхонасида синовдан ўтказилди ҳамда олинган эпоксид олигомерларни юқори адгезияга эга, атмосфера ва агрессив муҳитларга чидамли герметиклар ишлаб чиқаришда қўллаш тавсия этилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.29.12.2018.Т.78.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ТЕРМЕЗСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
УНИВЕРСИТЕТЕ И ТАШКЕНТСКОМ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ХИМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**ЭРКАЕВ АРДАШЕР МАМАРАХИМОВИЧ**

**ПОЛУЧЕНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ЭПОКСИСОДЕРЖАЩИХ  
СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ**

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

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

**Ташкент – 2019**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2019.1.PhD/T557.**

Диссертация выполнена в Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу [www.terstu.uz](http://www.terstu.uz) и информационно-образовательном портале ZIYONET по адресу [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

**Научный руководитель:** **Нуркулов Файзулла Нурмунинович**  
доктор технических наук

**Официальные оппоненты:** **Файзуллаев Нормурот Ибодуллаевич**  
доктор технических наук, профессор  
**Сидиков Абдужалил Сидикович**  
доктор химических наук, профессор

**Ведущая организация:** Бухарский государственный университет

Защита диссертации состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г. в «\_\_» часов на заседании Ученого совета PhD.29.12.2018.T.78.01 при Термезском государственном университете и Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии по адресу: 190111, Сурхандарьинская область, г. Термез, ул. Баркамол авлод, 43. Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz)

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Термезского государственного университета и Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии за № \_\_\_\_, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (190111, Сурхандарьинская область, г. Термез, ул. Баркамол авлод, 43. Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz)).

Автореферат диссертации разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 года.  
(протокол рассылки № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.).

**А.Т. Джалилов**  
Председатель научного совета  
по присуждению ученой степени,  
д.х.н., профессор, академик

**С.З.Ходжамкулов**  
Ученый секретарь научного совета  
по присуждению ученой степени, к.т.н., доцент

**Х.Ч. Мирзакулов**  
Председатель научного семинара  
при научном совете по присуждению  
ученой степени, д.т.н. профессор

## ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире для создания герметиков, модификаторов и антикоррозионных покрытий несомненный интерес представляют эпоксидные олигомеры. Потребление отверждающихся эпоксидных олигомеров в химии, в наше время, достигает большого объема их производства. Доля потребления модификаторов на основе эпоксидных олигомеров в химическом секторе 60 %. Это обусловлено высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами и стойкостью к агрессивным средам и широким интервалом температур эксплуатации клеев.

На сегодняшний день во всем мире, уделяется внимание исследовательским работам, направленным на повышение качества и эффективности использования азот-, фосфор- и серосодержащих эпоксидных олигомеров и полимерных материалов. В этом аспекте определенный научный и практический интерес представляют реакционноспособные эпоксидные олигомеры, содержащие функциональные группы азота, фосфора и серы. При этом азот, фосфор и серосодержащие олигомеры могут быть эффективно использованы с целью получения высокоэффективных герметиков, модификаторов и антикоррозионных покрытий. Изучение процесса синтеза этих олигомеров, их физико-химические характеристики, а также возможные области применения и разработка технологии являются актуальными.

В Республике достигнуты научно-практические результаты модернизации химической промышленности, перевод на местные сырьевые базы производственных предприятий и разработка технологий получения импортозамещающих новых композиционных материалов. В Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан намечены важные задачи, направленные на «освоение выпуска принципиально новых видов продукции и технологий, обеспечение на этой основе конкурентоспособности отечественных товаров на внешних и внутренних рынках»<sup>1</sup>. В этой связи приобретает важное значение создание высокоэффективных и экологически чистых технологий для получения герметизирующих материалов на основе местного сырья.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы», в Постановлении Президента Республики Узбекистан №ПП-3246 от 29 августа 2017 года «О мерах по совершенствованию экспортно-импортной деятельности организаций химической промышленности», №ПП-3479 от 17 января 2018 года «О мерах по стабильному обеспечению отраслей экономики страны востребованными видами продукции и сырья», №

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан УП №4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии Действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

ПП-4256 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности», а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии республики VII «Химическая технология и нанотехнология».

**Степень изученности проблемы.** Научным исследованиям по развитию синтеза и модификации эпоксидных олигомеров и полимерных композиций были посвящены работы Baljinder Kandola, Robert M. Waymouth, Kenneth A. Ellzey, W. Millins, P. K. Patra, R. Kerry Rowe, De-Yi Wang, Ю. Н. Хакимуллин, А. К. Микитаев, Н. А. Кейбал, В.Ф. Каблов, А.Т. Джалилова, А.С. Ибодуллаева, Ф.А. Магруппова.

Основные направления в развитии технологии герметиков, антикоррозионных покрытий и огнестойких материалов направлены на модификацию эпоксидных олигомеров для повышения эффективности строительных и промышленных композитов. Увеличение срока службы железных и полимерных конструкций, улучшение их эксплуатационных качеств неотделимы от решения общей задачи дальнейшего повышения качества строительства и промышленных железных конструкций.

Вместе с тем, приоритетным направлением по повышению качества клеев, антикоррозионных покрытий и огнестойких материалов являются исследования в области использования органических модификаторов индивидуального и полифункционального действия. Модифицирование эпоксидных смол, антикоррозионных покрытий и огнестойких материалов является наиболее доступным и простым способом существенного повышения эффективности клеев, покрытия металлов и огнестойкой древесины, полимеров и может быть успешно использовано для этих целей.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладных и инновационных проектов Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии: А 12-002 «Разработка технологий производства синтетических каучуков и эпоксидной смолы на основе местных сырьевых ресурсов»; А 12-001 «Разработка новых эпоксиполиуретановых покрытий на базе местных сырьевых ресурсов» и А12-007 «Получение сульфохлорированного полиэтилена из местного сырья и его применение в качестве каучука, адгезива и покрытий».

**Целью исследования** является разработка технологии получения фосфор, азот, металлсодержащих новых олигомеров на основе соединений, содержащих эпоксидные группы и их применение для получения полимерных композиционных материалов.

### **Задачи исследования:**

изучить методы получения новых высокоэффективных фосфорных, азотных, металлсодержащих эпоксидных олигомеров и оптимальные условия их синтеза;

изучение физико-химических, физико-механических свойств и структуры эпоксидных олигомеров с фосфором, азотом и металлами;

создание полимерных композиционных материалов на основе фосфорных, азотсодержащих олигомеров с эпоксидными группами и изучение их свойств;

изучение огнестойкости, антикоррозионных и физико-механических свойств фосфор, азот, металлсодержащих эпоксидных олигомеров и обоснование технико-экономической эффективности этих олигомеров.

**Объектом исследования** являются мочевины, тиомочевина, окись металлов, формалин, меламин, эпихлоргидрин, аддукты.

**Предметом исследования** являются синтез азот, фосфор-, серосодержащих эпоксидных олигомеров, изучение процесса модифицирования эпоксидных олигомеров, физико-химические и физико-механические свойства модифицированных эпоксидных олигомеров и герметики на их основе.

**Методы исследования.** В диссертационной работе использованы ИК спектроскопия, дифференциально-термический анализ, рентгенофазные, сканирующие электронномикроскопические и элементные анализы.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем:

получены фосфор, азот, металлсодержащие эпоксидные олигомеры на основе местного сырья;

определены физико-химические свойства фосфор, азот, металлсодержащих олигомеров с эпоксидными группами;

определены структура и свойства синтезированных эпоксидных олигомеров;

получены полимерные композиционные материалы на основе эпоксидных связующих, содержащие фосфор, азот и металлы; проанализированы их свойства;

определены огнестойкость, антикоррозионные и связывающие свойства, фосфор, азот, металлсодержащих эпоксидных олигомеров и разработаны составы новых антикоррозионных покрытий.

### **Практические результаты исследования.**

разработана технология получения фосфор, азот, металлсодержащих эпоксидных олигомеров на основе местного сырья и использование их в качестве клеев, вяжущих и антикоррозионных покрытий;

разработаны материалы с высокой огнестойкостью в результате применения фосфор-, азот- и металлсодержащих эпоксидных олигомеров в качестве связующих для компаундов высоконаполненного полиэтилена;

разработаны антикоррозионные покрытия на основе фосфор-, азот- и металлсодержащих эпоксидных олигомеров, атмосферостойкие и устойчивые к агрессивным средам;

определена тепло- и огнестойкость композитов на основе фосфор-, азот- и металлсодержащих эпоксидных олигомеров;

разработаны технические документы по получению антикоррозионных покрытий на основе фосфор-, азот- и металлсодержащих эпоксидных олигомеров.

**Достоверность результатов исследований** объясняется тем, что при обоснованности выводов и рекомендаций, идентификации полученных соединений, были использованы высокоинформативные современные химические и физико-химические методы (ИК, ДТА, РФА, SEM-EDX) исследований, разработанные технологии получения эпоксидных олигомеров и герметиков, модификаторов, покрытий на их основе, их применение было апробировано во время экспериментально-промышленных испытаний и применено в производстве.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования определяется выявлением научно обоснованного производства композиционных материалов на основе фосфор-, азот- и металлсодержащих олигомеров, с заранее определенными характеристиками, и объясняется получением композиционных материалов, улучшенными комплексными свойствами благодаря объединению полученных научно-исследовательских результатов

Практическая значимость работы заключается во внедрении полученных эпоксидных олигомеров в качестве клеев, герметиков и антикоррозионных покрытий и в выявлении методов, которые дают возможность по разработанной технологической схеме производить композиционные материалы, применяемые в различных отраслях в производственном масштабе.

**Внедрение результатов исследования** проводилось на основе результатов научных исследований, по технологии получения и применения эпоксисодержащих соединений на основе местного сырья:

на способ получения клеевых композитов, на основе азот-, фосфор-, и металлсодержащих эпоксидных смол, был получен патент (IAP 05554, 2018) на изобретение Агентства по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. В результате, улучшены физико-механические свойства полученных клеевых композитов;

разработаны методы получения эпоксидных олигомеров на основе мочевины, тиомочевины и аммофоса успешно внедрены на базе ООО Ташкентского химико-технологического института химической технологии (справка №01/3-1944/К 2019 года, АО «Узкимёсаноат»). В результате были разработаны термостабильные модификаторы для полиэтилена.

эпоксидные олигомеры на основе мочевины, тиомочевины и аммофоса успешно внедрены на базе ООО «Kafolat rezina» (справка №01/3-1944/К 2019 года, АО «Узкимёсаноат»). В результате были разработаны термостабильные и механические прочные герметики;

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследований апробированы на 4-х международных и 5-х республиканских конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 16 научных работ. Из них 7 научных статей, в том числе 1 патент на изобретение, 5 статей в республиканских и 1 в зарубежном журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

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

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

В первой главе диссертации «**Отверждение эпоксидных смол в присутствии различных классов отвердителей**» приведен анализ литературных материалов, изучение применения химических составов эпоксидных олигомеров. Изучена эффективность эпоксидных смол.

Во второй главе диссертации «**Синтез и физико-химические свойства фосфор-, азот- и металлсодержащих эпоксидных олигомеров**» исследованы методы синтеза.

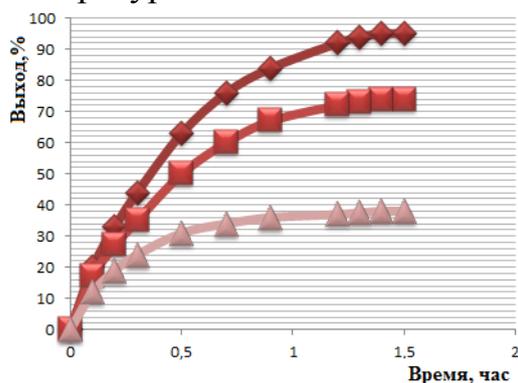
В трехгорлую колбу, снабженную мешалкой, обратным холодильником и термометром, загружают 20 г тиомочевины и катализатор 0,3 г диэтиланилина. Реакционную массу сплавляют при температуре 70°C в течение 15-20 мин. Загружают 80 г эпихлоргидрина при температуре 75°C. Затем реакционную смесь кипятят при температуре 100°C с обратным холодильником до образования прозрачной массы. После понижения температуры до 70°C вводят 100мл 40%-ного водного раствора едкого натра.

Полученный продукт фильтруют, отмывают водой. Общее время составляет 1,5 часа. Выход продукта 95,8% от теоретического.

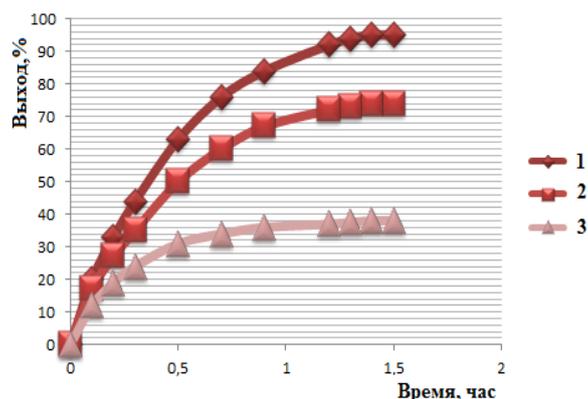
Многочисленные исследования проводились при различных условиях. На выход полученного серосодержащего эпоксидного олигомера СЭД-1 (на основе тиомочевины, диэтиланилина и эпихлоргидрина) влияет температура, соотношение компонентов и время, а также использование катализатора.

Изучен синтез новых серосодержащих эпоксидных связующих и оптимальные режимы получения олигомеров, такие как температура, соотношение исходных компонентов, изучены их ИК-спектры. На рис.1 показана зави-

симось выхода эпоксидного связующего от температуры при соотношении эпихлоргидрин : тиомочевина: 1-1:1; 2- 1:5; 3- 5:1 в течение 1,5 часов при температуре 100°C.



**Рис. 1. Зависимость выхода эпоксидного связующего от температуры при соотношении эпихлоргидрин : тиомочевина: 1-5:1; 2-1:1; 3-1:5**



**Рис. 2. Влияние катализатора на производительность реакции при 100°C. 1. Диэтиланилин. 2. Ионная жидкость. 3. Оксид цинка.**

Как видно на рис. 1, оптимальная температура для высокого выхода эпоксидного связующего из эпихлоргидрина с тиомочевинной является 100°C. Последующее увеличение температуры приводит к уменьшению выхода эпоксидных связующих.

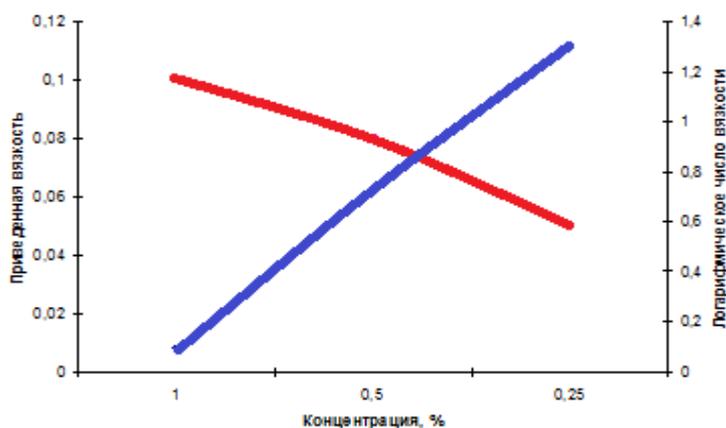
Синтез серосодержащего эпоксидного олигомера СЭД-1 при температуре 100°C в течение 1,5 часов проводили с различными катализаторами. Изучали производительность реакции. Высокоэффективным получился выход реакции при использовании в качестве катализатора диэтиланилина (рис.2.).

**Таблица 1.**

**Измерение вязкости разбавленных растворов серосодержащих олигомеров.**

№	Название олигомера.	Концентрация раствора, %	$\eta_{отн}$	$\eta_{уд}$	$\eta_{пр}$	$\eta_{лог}$	$\eta_{хв}$
1	Серосодержащая эпоксидная смола	1	1,10	0,1	0,1	0,095	0,07
		0,5	1,04	0,04	0,08	0,73	
		0,25	1,01	0,01	0,05	1,3	

В таблице 1 показаны результаты измерения вязкости для разбавленных растворов серосодержащих олигомеров. Для определения вязкости растворов олигомеров был использован капиллярный вискозиметр Уббелоде и метод, основанный на измерении времени истечения чистого растворителя и растворов различной концентрации (начинали с концентрации 1%-ного раствора со следующим разбавлением раствора до концентрации 1; 0,5; 0,25), при постоянной температуре 22°C.



**Рисунок 3. Зависимость  $\eta_{уд}/C$  или  $\ln \eta_{отн}/C$  от концентрации серосодержащей эпоксидной смолы.**

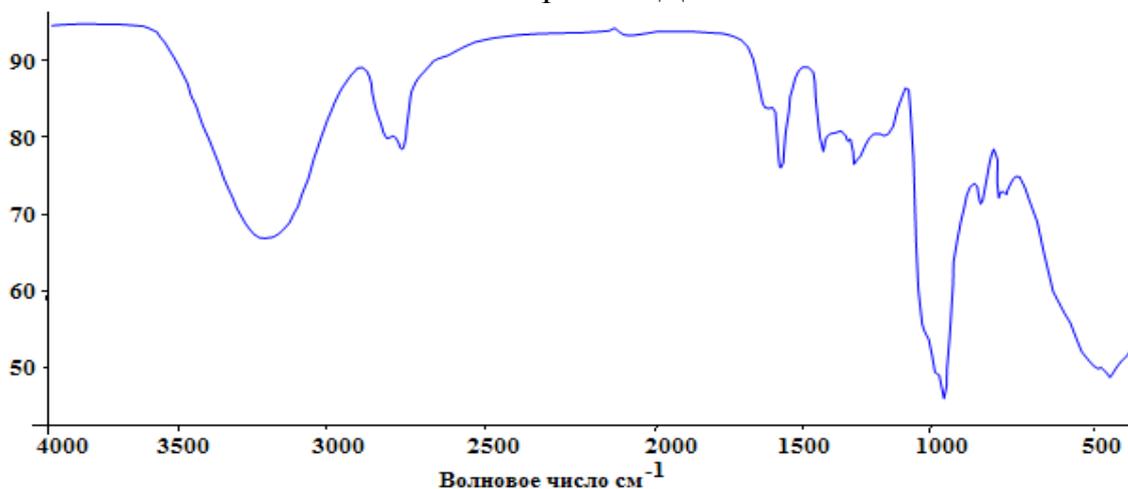
По показаниям таблицы 1 была построена диаграмма (рисунок 3) и по диаграмме была определена характеристическая вязкость олигомеров.

**Таблица 2.**

**Физико-химические характеристики олигомера марки СЭД-1**

1	Внешний вид	Густая, вязкая масса, от желтого до коричневого цвета.
2	рН	7
3	Плотность (25°C), г/см <sup>3</sup>	1,1
4	Массовая доля летучих веществ, %, не более	1,5
5	Массовая доля иона хлора, %, не более	0,1
6	Массовая доля общего хлора, %, не более	5
7	Растворимость	Растворяется в органических веществах

В таблице 2 показаны физико-химические характеристики олигомера марки СЭД-1, полученного при оптимальных условиях ( $T = 100^\circ\text{C}$ ,  $\tau = 1,5\text{ч}$ ) при соотношении эпихлоргидрин: тиомочевина = 5:1. Полученное олигомерное соединение - вязкое вещество марки СЭД-1.



**Рис. 4. ИК-спектр серосодержащего эпоксидного олигомера марки СЭД-1**

На ИК-спектре видно, что полосы серосодержащего олигомера соответствуют полосам поглощения, соответствующие валентным колебаниям связей в областях  $2850\text{ см}^{-1}$ , имеются полосы поглощения, подтверждающие наличие  $-\text{CH}_2-$  групп, и полосы поглощения в области  $1340\text{ см}^{-1}$ , соответствующие углерод и водород содержащим группам.

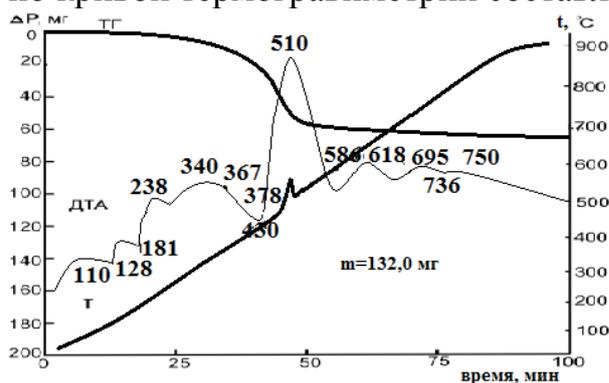
ИК спектр содержит полосы поглощения в области  $1650\text{ см}^{-1}$ , подтверждающие наличие в свободном состоянии  $-\text{CONH}_2$  групп и полосы поглощения в области  $3300-3440\text{ см}^{-1}$ , соответствующие вторичным  $-\text{CONHR}$  группам. ИК спектр содержит полосы поглощения в области  $3000-3050\text{ см}^{-1}$ , соответствующие эпоксидному кольцу и полосы поглощения в области  $750-950\text{ см}^{-1}$ , асимметричные валентным колебаниям кольца.

Полосы поглощения в областях  $800-600\text{ см}^{-1}$ , подтверждающие наличие углерода и серосодержащих ( $-\text{C-S}$ ) групп и полосы поглощения в области  $450-550\text{ см}^{-1}$ , соответствующие  $-\text{C-C-}$  группам (рисунок 4).

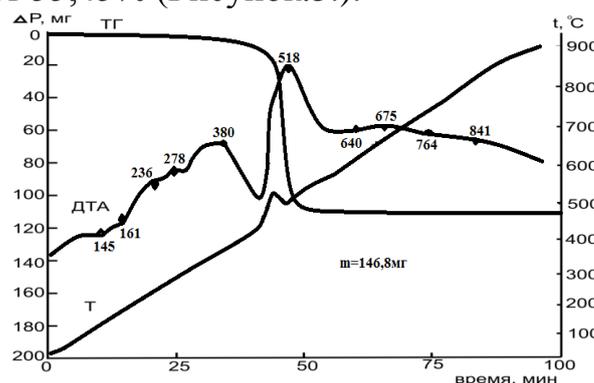
В третьей главе диссертации «Исследование модификации фосфор-, азот- и металлсодержащих эпоксидных олигомеров и их влияние на свойства композитов» обсуждается получение эпоксидных смол.

Термический анализ проводили на дериватографе системы Паулик-Паулик-Эрдей со скоростью  $10\text{ град/мин}$  и навеской  $0,100-0,122\text{ г}$  при чувствительности гальванометров Т-900, ТГ-200, ДТА-1/10, ДТГ-1/10. Запись проводили при атмосферных условиях. Держателем служил корундовый тигель диаметром  $10\text{ мм}$  без крышки. В качестве эталона использовали  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

На кривой нагревания дериватограммы образца полиэтилена с добавлением наполнителя и связующего на основе эпоксидного олигомера марки СЭД-1 отмечено пять эндотермических эффектов при  $110, 128, 181, 430, 736^\circ\text{C}$  и девять экзотермических эффектов при  $238, 340, 367, 378, 510, 586, 618, 695$  и  $750^\circ\text{C}$ . Общее уменьшение массы в интервале температур  $60-900^\circ\text{C}$  по кривой термогравиметрии составляет  $55,45\%$  (Рисунок.5.).



**Рис. 5. Дериватограмма образца эпоксидного олигомера СЭД-1**



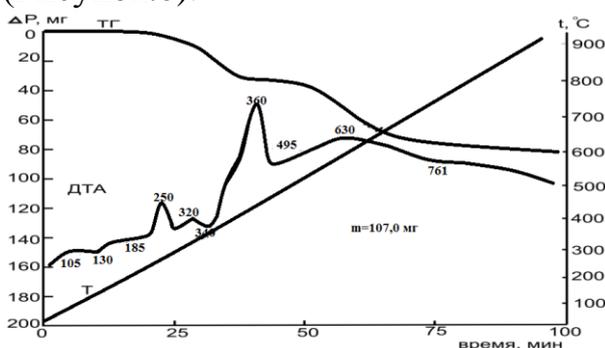
**Рис. 6. Дериватограмма образца эпоксидного олигомера МДЭ**

На кривой образца полиэтилена с добавлением наполнителя и связующего на основе эпоксидного олигомера марки МДЭ (на основе мочевины, дигликольтерефталата и диэтиланилины, эпихлоргидрина) обнаружено четыре эндотермических эффекта при  $145, 161, 640, 764^\circ\text{C}$  и шесть экзотермических эффектов при  $236, 278, 380, 518, 675$  и  $841^\circ\text{C}$ . Убыль массы в диапазоне

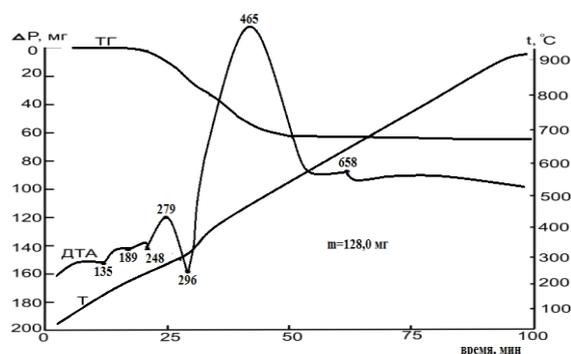
температур 60-900°C по кривой термогравиметрии составляет 73,0% (Рисунок.6).

На кривой образца полиэтилена с добавлением наполнителя и связующего на основе эпоксидного олигомера марки САЭД-3 (на основе тиомочевины, дигликольтерефталаты, диэтиланилины и эпихлоргидрина) обнаружено пять эндотермических эффектов при 105, 130, 185, 340, 761°C и пять экзотермических эффектов при 250, 320, 360, 495 и 630°C. Общая потеря массы в интервале температур 80-900°C по кривой термогравиметрии составляет 63,52% (Рисунок.7).

Кривая нагревания полиэтилена с добавлением наполнителя и связующего на основе эпоксидного олигомера марки ТДЭ (на основе мочевины, циануровой кислоты и эпихлоргидрин) характеризуется четырьмя эндотермическими эффектами при 135, 189, 248, 296°C и тремя экзотермическими эффектами при 279, 465 и 658°C. Общее уменьшение массы в интервале температур 80-900°C по кривой термогравиметрии составляет 75,57% (Рисунок.8).



**Рис. 7. Дериватограмма образца эпоксидного олигомера САЭД-3**



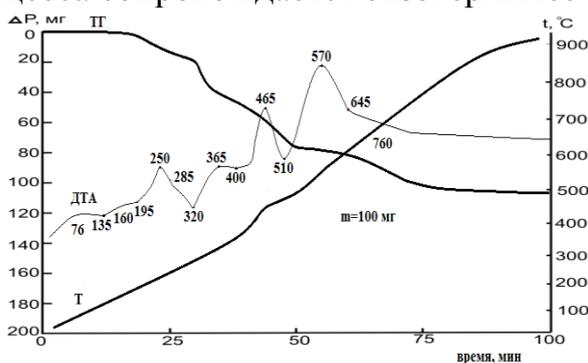
**Рис. 8. Дериватограмма образца эпоксидного олигомера ТДЭ**

На кривой нагревания полиэтилена с добавлением наполнителя и связующего на основе эпоксидного олигомера марки МЦФЭ (на основе мочевины, циануровой кислота, формалина, кальция гидроксида и эпихлоргидрина) отмечено восемь эндотермических эффектов при 76, 135, 160, 195, 320, 400, 510, 760°C и шесть экзотермических эффектов при 250, 285, 365, 465, 570 и 645°C. Общая потеря массы в диапазоне температур 60-900°C по кривой термогравиметрии составляет 73,45% (Рис.9).

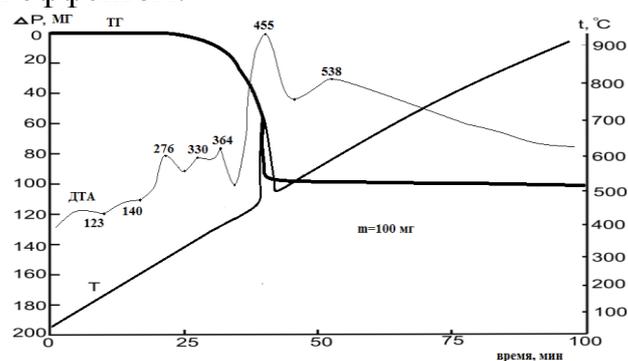
Кривая нагревания дериватограммы полиэтилена с добавлением наполнителя и связующего на основе эпоксидного олигомера марки МФЭ (на основе формалина, кальция гидроксида, мочевины и эпихлоргидрина) характеризуется двумя эндотермическими эффектами при 123, 140°C и пятью экзотермическими эффектами при 276, 330, 364, 455 и 538°C. Общая убыль массы в диапазоне температур 80-900°C по кривой термогравиметрии составляет 98,66% (Рисунок 10).

Таким образом, термическое исследование представленных шести образцов показало, что термическое поведение проб зависит от состава, природы компонентов и технологии получения композиционных материалов.

Кинетика потери массы модификации полиэтилена с олигомерами СЭД-1, МДЭ, САЭД-3, ТДЭ, МЦФЭ и МФЭ от температуры нагревания представлена на рис. 5; 6; 7; 8; 9; 10. Как видно из рисунков, в рассматриваемом интервале температур, потеря массы связана с различными процессами: окислением полимера, разложением с выделением летучих веществ и др. Потеря массы на кривой ТГА, при увеличении температуры, обусловлена продолжением деструкции отвержденных фосфор, азот и металлсодержащих эпоксидных олигомеров СЭД-1, МДЭ, САЭД-3, ТДЭ, МЦФЭ и МФЭ. Этот участок процесса сопровождается экзотермическим эффектом.



**Рисунок 9. Дериватограмма образца эпоксидного олигомера МЦФЭ**



**Рисунок 10. Дериватограмма образца эпоксидного олигомера МФЭ**

На основании результатов, полученных методами ДТА и ТГА анализа, определили кинетические параметры для различных температурных интервалов процесса. Его преимуществом является возможность вычисления кинетических характеристик во всем температурном диапазоне реакций по одной серии измерений и одному образцу.

Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных по кинетике процессов в интервале температур от 493 до 1173 К, исследованы особенности термоокислительной деструкции СЭД-1, МДЭ, САЭД-3, ТДЭ, МЦФЭ и МФЭ. На термограммах ДТА обнаружено, что окисление СЭД-1 идет при более высокой температуре, чем у МДЭ, САЭД-3, ТДЭ, МЦФЭ и МФЭ. Максимальная скорость потери массы при термоокислительной деструкции СЭД-1 меньше, чем у МДЭ, САЭД-3, ТДЭ, МЦФЭ и МФЭ.

Выбор модифицирующей системы для реакционноспособных олигомеров является одной из важных задач при разработке связующих. Полимер композиционные материалы (ПКМ) на основе модифицированных полимерных матриц должны обладать высокими эксплуатационными свойствами, при этом вклад полимерной матрицы является существенным и связан со способностью матрицы диссоциировать механическую нагрузку, накладываемую на ПКМ. Для этого полимерная матрица должна обладать повышенной релаксационной способностью и, следовательно, более высокой молекулярной подвижностью. С другой стороны, к полимерным матрицам предъявляется требование высокой теплостойкости, а значит повышение температуры стеклования и, следовательно, понижение ее молекулярной подвижности. Поэтому, с целью получения полимерных матриц с высокими прочностными

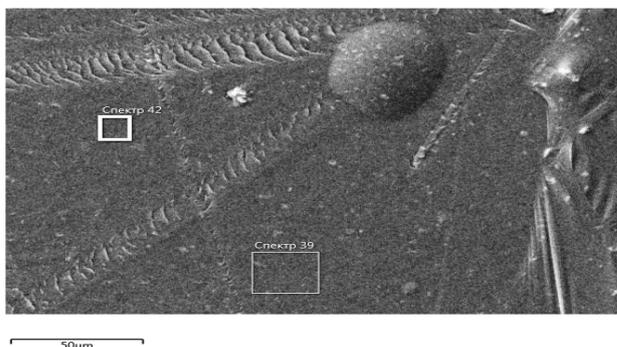
свойствами, а также с высокой теплостойкостью, перспективным является использование гибридных связующих, с образованием полу- или взаимопроникающей сетчатой структуры.

Образцы композиций для испытания в электронном микроскопе металлизировались на вакуумном посту напылением слоя золота толщиной 10-20 нм. Для расшифровки снимков использовали литературные источники, а также данные микронзондирования на рентгеновском микроанализаторе фирмы Oxford, позволяющем определять элементный состав фаз композиций с точностью до 0,5%.

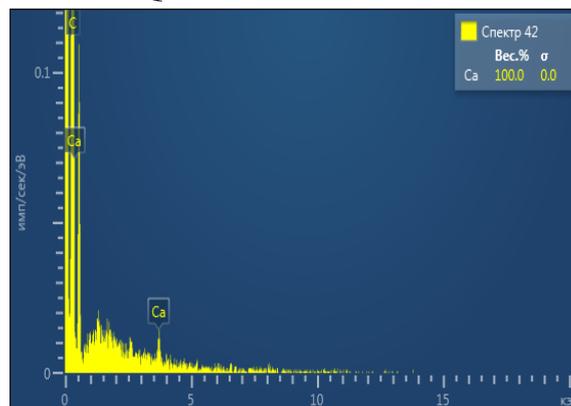
Полученная композиция была исследована электронно-микроскопическим и элементным методами анализа, на основе эпоксидного олигомера САЭД-3. С помощью электронной микроскопии можно определить структурирование и количество САЭД-3 в композиции.

С помощью электронной микроскопии можно определить распределение металлсодержащего олигомера в структуре композиции. При испытании образец сначала был закреплен в держатель, потом образец прикрыли. Для определения был использован прибор QUORUM Q150 RS.

Электронное изображение 17



**Рис. 11. Данные электронно-микроскопического анализа**



**Рис. 12. Данные элементного анализа**

На рисунке 11 видно, что на структуре олигомерной композиции можно наблюдать расположение и распределение разных элементов в одинаковых слоях. На рисунке показаны результаты электронного микроскопического анализа композиции на основе металлсодержащего олигомера.

На рисунке 12. можно наблюдать отдельное и совместное распределение фосфора, азота и металла на поверхности олигомера. А также можно наблюдать хорошую смешиваемость композиции.

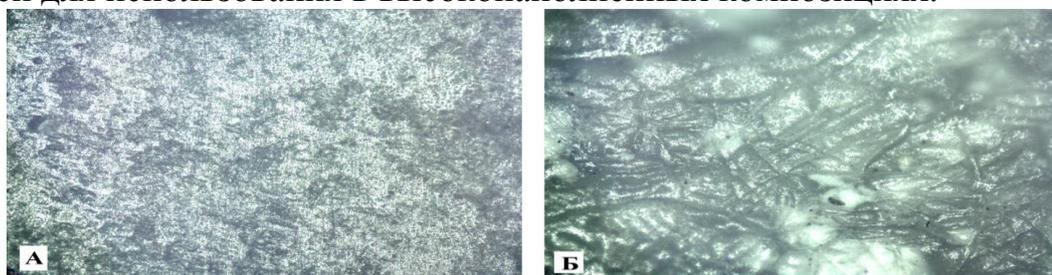
Эпоксидные смолы используются, как в качестве электроизоляционных компаундов, разнообразных лакокрасочных материалов и порошковых красок, так и в качестве связующих для композиционных материалов, применяемых для изготовления изделий различного функционального назначения.

В нашей Республике актуальным является создание эффективных эпоксидных смол на основе местного сырья. Синтезированы новые полифункциональные эпоксидные смолы, на основе фосфорсодержащих олигомеров марки АЭД-2, при совместном введении которых в олигомерные связующие наблюдается синергический эффект.

Изучение процесса полимеризации, протекающего при взаимодействии эпихлоргидрина (ЭХГ) с фосфор и азотсодержащими аддуктами, представляет несомненный научный и практический интерес. Установлено, что при взаимодействии ЭХГ и некоторых фосфор-, азотсодержащих соединений протекает процесс самопроизвольной полимеризации. Эти исследования позволяют выявить влияние природы различных групп на процесс самопроизвольной полимеризации. Для получения композиционного материала использовался брусит из разных месторождений, измельченный на шаровой мельнице до фракции  $\leq 50$  мкм, в качестве связующего использовали фосфор-, азотсодержащие эпоксидные смолы марки АЭД-2 (на основе эпихлоргидрина (ЭХГ) с фосфор и азотсодержащими аддуктами) полиэтилен высокого давления (ПЭВД). Количество наполнителя в полимерной матрице составляло 40 масс. ч., данное количество является оптимальным для композиций на основе наполнителя брусита с АЭД-2 и полиэтилена, что доказано в данных работах. Влияние наполнителя оценивали по изменению физико-механических и химических характеристик.

Изучение используемых наполнителей, методом электронной микроскопии, показало, что для частиц брусита характерна некоторая агломерация частиц, что свидетельствует о высокой активности их поверхности (рисунок 13).

В работе сделана попытка оценить создание высоконаполненных композиций на основе брусита и АЭД-2 с полиэтиленом высокого давления марки F-0220S (ПЭВД), который благодаря меньшей себестоимости более привлекателен для использования в высоконаполненных композициях.



**Рис. 13. Оптическая микроскопия:** (А) Брусит из разных фракций  $\leq 50$  мкм. (Б) Композиционный материал на основе брусита, в качестве связующего использовали эпоксидную смолу марки АЭД-2 и полиэтилен высокого давления (ПЭВД).

Оценка реологических свойств, определяемая по показателю текучести расплава (ПТР), показала, что текучесть композиции повышается, но разработанные композиции можно перерабатывать методом литья под давлением (таблица 3).

Исследованы полученные композиции, на основе брусита и АЭД-2 с ПЭВД, электронно микроскопическим и элементным анализами. Количество брусита в композиции составляет 40 % от массы полимера.

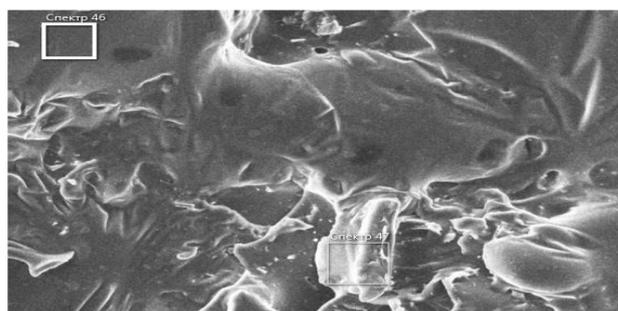
С помощью электронной микроскопии можно определить структурирование и количество брусита и АЭД-2 с ПЭВД в композиции.

**Исследование показателя текучести расплава композиции в зависимости от ее состава**

Состав композиции, масс. ч.	Показатель текучести расплава, г/10 мин
ПЭВД	1,5-2,5
ПЭВД+40% брусит	0,5-0,8
ПЭВД+АЭД-2+40% брусит	0,8- 1,2

Были получены образцы композиций. Эти образцы являются полимерными композициями, содержащими до 40 % брусита на основе минерала магния гидроксида.

Электронное изображение 19



**Рис. 14.** Данные электронно-микроскопического анализа.

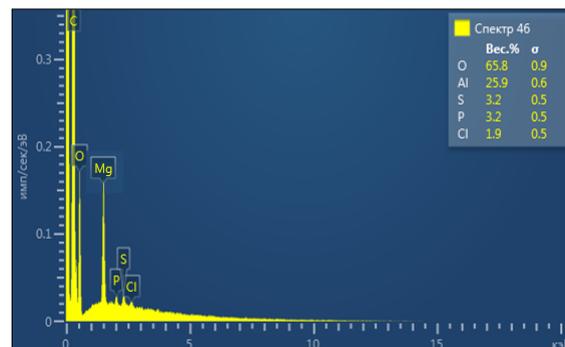
При увеличении образца на основе полиэтилена марки F-0220S с помощью электронной микроскопии в 350 раз, следов примеси на поверхности не наблюдается, но видны некоторые изменения в сравнении с контрольным образцом, которые объясняются присутствием добавок.

Получены композиции на основе брусита и АЭД-2 с полиэтиленом высокого давления марки F-0220S (ПЭВД), которые характерны для соединений с фосфор, азот и магний содержащими эпоксидными смолами. На рисунке 14 видно, что на структуре полимерной композиции можно наблюдать расположение и распределение разных элементов в одинаковых слоях. На рисунке показаны результаты электронно микроскопического анализа композиции на основе фосфор, азот и металлсодержащих полимеров.

На рисунке 15 можно наблюдать отдельное и совместное распределение фосфора, азота и металла на поверхности полиэтилена. А также можно наблюдать хорошую смешиваемость композиции.

Результаты электронной микроскопии и элементного анализа показывают, что композиции, обладают наилучшей смешиваемостью с полимерами. В связи с этим можно сделать вывод, что полиэтиленовая композиция, полученная с добавлением фосфор, азот и металлсодержащих эпоксидных смол, имеет наилучшие результаты по сравнению с другими композициями.

Доказана возможность использования брусита в качестве наполнителя для фосфор и азотсодержащих эпоксидных смол и полиэтиленовой матрицы. Показано что, получение композитов на основе брусита и АЭД-2 с полиэтиленом высокого давления позволяет повысить весь комплекс физико-



**Рис. 15 .** Данные элементного анализа

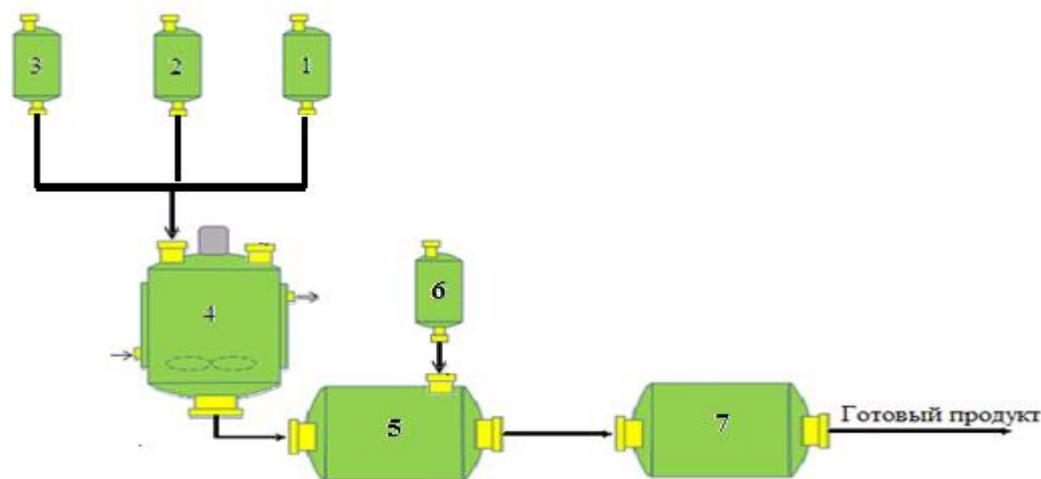
химических характеристик, а также улучшить показатели тепло-, термо- и огнестойкости композиций.

Результаты электронной микроскопии и элементного анализа показывают, что композиции, обладают наилучшей смешиваемостью с олигомерами. В связи с этим можно сделать вывод, что композиция, полученная с добавлением фосфор, азот и металлсодержащими эпоксидными связующими, имеет наилучшие результаты по сравнению с другими композициями.

В четвертой главе диссертации «Технологическая схема получения эпоксидных композиций для покрытий и армированных композиционных материалов» обсуждается технология производства эпоксидных смол.

Для получения эпоксидного олигомера предложенным методом, сначала в реактор 4 подаётся фосфорсодержащее соединение (аддукт аммофоса), эпихлоргидрин и катализатор. Реакционная смесь нагревается при температуре  $90^{\circ}\text{C}$  в течение 2 часов и при атмосферном давлении.

Полученный эпоксидный олигомер подаётся из реактора 4 в ёмкость 5 для проведения нейтрализации. Из ёмкости 6 в ёмкость 5 подается карбонат натрия для нейтрализации эпоксидного олигомера. Нейтрализованный олигомер сушат в сушильной камере.



**Рис. 16. Технологическая схема получения эпоксидной смолы:** 1- Ёмкость для катализатора; 2- Ёмкость для фосфорсодержащего соединения; 3- Ёмкость для эпихлоргидрина; 4-Реактор; 5-Нейтрализатор; 6- Ёмкость для карбоната натрия; 7- Сушильная камера

Разработанные эпоксидные композиты, как было показано, предлагается использовать в клеях и полимерных материалах, используемых в различных отраслях промышленности (строительная, приборостроительная, автомобилестроение, электротехническая и др.).

Рассчитана удельная и общая экономическая эффективность при внедрении полученных эпоксидных олигомеров.

Эпоксидные олигомерные клеи прошли успешное испытание на базе ООО «KAFOLAT REZINA».

В табл. 5 показана цена материалов для производства 1 т эпоксидного олигомера на основе зарубежной эпоксидной клеевой композиции марки АМ-05.

В таблице 4 показана структура цены 1 т клеевого герметика на основе эпоксидного олигомера САЭД-3.

**Таблица 4**

**Структура цены клеевого герметика на основе эпоксидного олигомера САЭД-3**

№	Наименование	Величина измерения	Количество	Цена за единицу, сум	Общая сумма, сум
1	Эпоксидный олигомер САЭД-3	кг	1000	6454,140	6454140
Итого					6454140

**Таблица 5**

**Структура цены эпоксидного полимерного клеевого композита на основе зарубежной марки АМ-05**

№	Наименование	Величина измерения	Количество	Цена за единицу, сум	Общая сумма, сум
1	Эпоксидная клеевая композиция АМ-05	кг	1000	12400	12400000
Итого					12400000

Как видно из таблицы 4, для производства 1 т клеевого герметика на основе эпоксидного олигомера САЭД-3 расходуется исходных материалов на сумму 6454140 сум.

Как видно из таблицы 5, для производства 1 т зарубежного герметика на основе эпоксидной клеевой композиции АМ-05 расходуется исходных материалов на сумму 12400000 сум.

Таким образом, клеевые герметики на основе эпоксидного олигомера САЭД-3 успешно прошли производственную проверку. Расчеты показали, что экономический эффект, от применения клеевого герметика на основе эпоксидного олигомера САЭД-3, возрастает с увеличением срока службы строительных, транспортных и электротехнических материалов и с замещением импортных материалов. Применение клеевого герметика на основе эпоксидного олигомера САЭД-3 наиболее целесообразно для защиты строительных и транспортных материалов.

## ВЫВОДЫ

**1.** Предложена технология получения клеевых композиции и герметиков путем химического превращения, отверждения и усиления механических свойств клеев на основе различных эпоксидных смол.

- 2.** Предложен механизм процесса отверждения эпоксидных смол с помощью различных отвердителей и показана возможность получения эпоксидных смол, обладающих высокими деформационно-прочностными и адгезионными свойствами. Изучены термические свойства эпоксидных смол, использованные, в качестве отвердителей, изоцианат, полиэтиленполиамин, малеиновый ангидрид и фталевый ангидрид, методами ТГ и ДТА. Определено, что эпоксидные смолы, отвержденные диизоцианатами, обладают более высоким уровнем термических и релаксационных характеристик по сравнению с эпоксидными смолами, отвержденными полиэтиленполиаминами, которые связаны различным характером образующейся полимерной сетки.
- 3.** Предложен механизм процесса огнезащитного действия эпоксидных клеев фосфорсодержащими композициями, которые открывают широкие возможности для целенаправленного синтеза новых олигомерных антипиренов.
- 4.** Изучены процессы деструкции с помощью дифференциально термического, электронно-микроскопического и элементного анализа и сравнены с зарубежными аналогами.
- 5.** Изучены фазовые изменения отвержденных фосфор, азот и металлсодержащих эпоксидных связующих с помощью рентгенограммы.
- 6.** Проведены испытания полученных эпоксидных смол марок СЭД-1, МДЭ, САЭД-3, ТДЭ, МЦФЭ, МФЭ, МАЦЭ и МЦДЭ по адгезионному действию на поверхности металла. Определено, что по своим показателям данные продукты можно сравнивать с применяемыми зарубежными аналогами, причем показанная закономерность связана с присутствием в макромолекуле олигомера полярных функциональных групп.
- 7.** Изучено влияние различных отвердителей, полученных эпоксидных клеев, на свойства покрытий. Показано, что в результате модификации макромолекула олигомера приобретает большое разнообразие адгезионно-активных функциональных групп.
- 8.** Установлена закономерность структурообразования клеевых композиций и их влияние на адгезионную прочность композиций на основе полученных эпоксидных смол, модифицированных фосфор-, азотсодержащими соединениями.
- 9.** Изучена поверхностная структура пленок, образующаяся при модификации композиций. Показано, что при модификации происходит значительное искривление поверхности пленки. Этот структурный эффект показывает повышение прочности крепления за счет увеличения площади контактирующей поверхности.
- 10.** Разработана технология получения фосфор, азот, металлсодержащих соединений на основе местных сырьевых ресурсов, которые проверены и внедрены на ООО «КАФОЛАТ РЕЗИНА». Полученные фосфор, азот, металлсодержащие соединения имеют высокую огнестойкость, атмосферостойкость и стойкость к агрессивным средам.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES  
PhD.29.12.2018.T.78.01 AT TERMEZ STATE UNIVERSITY AND  
TASHKENT SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL  
TECHNOLOGY**

---

**TASHKENT SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE  
OF CHEMICAL TECHNOLOGY**

**ERKAEV ARDASHER MAMARAKHIMOVICH**

**PREPARATION AND IMPLEMENTATION OF EPOXY-  
CONTAINING COMPOUNDS BASED ON LOCAL RAW MATERIALS**

**02.00.14 – Technology of organic substances and materials based on them**

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

**Termez - 2019**

**The title of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration numbers of B2019.1.PhD/T557.**

The dissertation has been prepared at the Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology.

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available online [www.tersu.uz](http://www.tersu.uz) and on the website of «ZiyoNet» information-educational portal [www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz).

**Supervisor:** **Nurkulov Fayzulla Nurmuminovich**  
Doctor of technical sciences

**Official opponents:** **Fayzullaev Normurot Ibodullaevich**  
Doctor of technical sciences, professor

**Sidikov Abdujalil Sidikovich**  
Doctor of chemical sciences, professor

**Leading Organization:** Bukhara State University

The defense of the dissertation will take place on «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 in «\_\_\_\_\_» at the meeting of Scientific council PhD.29.12.2018.T.78.01 at the Termez State University and Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology: (Address: 190111, 43 Barkamol Avlod Street, Termez, Surkhandarya region. Phone: (+99876) 221-74-55, fax: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz)).

The dissertation has been registered at the Informational Resource Centre of Termez State University and Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology at: under № \_\_\_\_\_ (Address: 190111, 43 Barkamol Avlod Street, Termez, Surkhandarya region. Phone: (+99876) 221-74-55, fax: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz)).

The abstract of the dissertation has been distributed on «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 year Protocol at the register № \_\_\_\_\_ dated «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 year

**A.T. Djalilov**  
Chairman of the Scientific Council for  
awarding of the scientific degrees,  
Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academic

**S.Z. Khodjamkulov**  
Scientific Secretary of the Scientific Council  
for awarding the scientific degrees,  
Candidate of Technical Sciences, Docent

**H.Ch. Mirzakulov**  
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific  
Council for awarding the scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of the research** is to develop technologies for the production of phosphorus, nitrogen, metal-containing new oligomers based on compounds containing epoxy groups and their use for the preparation of polymer composite materials.

**The objects of study** are urea, thiourea, oxide metal, formalin, melamine, epichlorohydrin, adducts.

**The scientific novelty of the dissertation research is as follows:**

phosphorus, nitrogen, metal-containing epoxy oligomers based on local raw materials were obtained;

the physicochemical properties of phosphorus, nitrogen, metal-containing oligomers with epoxy groups were determined;

structures and properties of the synthesized compounds were determined;

polymeric composite materials based on epoxy binders containing phosphorus, nitrogen and metal were obtained, and their properties were analyzed;

fire resistance, anti-corrosion and binding properties, phosphorus, nitrogen, metal-containing epoxy oligomers were determined and the compositions of new anti-corrosion coatings were developed.

**The introduction of research results.** According to the results of scientific research on the preparation and use of compounds containing epoxy groups:

a method for obtaining adhesive composites based on nitrogen, phosphorus, and metal-containing epoxy resins was granted a patent (IAP 05554, 2018) for inventions by the Agency for Intellectual Property of the Republic of Uzbekistan. As a result, the physicomechanical properties of the resulting adhesive composites are improved;

methods for the preparation of epoxy oligomers based on urea, thiourea and ammophos have been successfully introduced on the basis of the Tashkent Chemical Technology Institute of Chemical Technology (reference No. 01 / 3-1944 / K 2019, Uzkiyosanoat JSC). As a result, thermostable modifiers for polyethylene were developed.

epoxy oligomers based on urea, thiourea and ammophos have been successfully implemented on the basis of «Kafolat Rezina» LLC (reference No. 01 / 3-1944 / K 2019, Uzkiyosanoat JSC). As a result, thermostable and mechanical strong sealants were developed;

**The structure and scope of the thesis.** The structure of the thesis consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of references, applications. The volume of the thesis consists of 120 pages.

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**  
**Список опубликованных работ**  
**List of published works**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Патент IAP 05554 Способ получения клеевой композиции// Зарегистрирован в государственном реестре изобретений Республики Узбекистан, в г. Ташкент 28.02.2018г.
2. А.М. Эркаев, Ф.Н. Нуркулов, А.Т. Джалилов Исследование на основе металлосодержащих эпоксидных связующих для композиционного материала// UNIVERSUM: Технические науки: 2019. № 3 (66). .-с. 44-48 (02.00.00; №3)
3. А.М. Эркаев, Ф.Н. Нуркулов, А.Т. Джалилов, Х.С.Бекназаров Исследование композиционного материала на основе фосфор- и азотсодержащих эпоксидных смол// Журнал «Композиционные материалы» №1(70) 2018г., С. 4-6 (02.00.00. №4)
4. А.М. Эркаев, ф.Н. Нуркулов, А.Т. Джалилов, Х.С.Бекназаров Синтез и исследование эпоксидных связующих и их композиты в высоконаполненных полимерных материалах // Узбекский химический журнал, №2.2018г., С 38-42. (02.00.00; №6)
5. А.М. Эркаев, Ф.Н. Нуркулов, А.Т. Джалилов Исследование модификации хлорсульфированного полиэтилена разработанными модификаторами// Журнал «Композиционные материалы» №1(66) 2017г., С. 86-88 (02.00.00. №4)
6. А.М. Эркаев, Ф.Н. Нуркулов, А.Т. Джалилов Исследование физико-химических свойств синтезированных серосодержащих эпоксидных смол// Журнал «Композиционные материалы» №3(72) 2018г., С. 45-47 (02.00.00. №4)
7. А.М. Эркаев, Ф.Н. Нуркулов, А.Т. Джалилов Исследование процесса отверждения полисульфидного каучука в присутствии оксида марганца и оксид цинка// Журнал «Композиционные материалы» №2(67) 2017г., С. 59-62 (02.00.00. №4)

**II бўлим (II часть; II part)**

8. Эркаев А.М., Нуркулов Ф.Н., И.И.Сиддиков Исследование эпоксидных связующих и их композиты в высоконаполненных полимерных материалах//Сборник тезисов и докладов VII Международной научно-практической конференции адъюнктов, магистрантов, курсантов и студентов «Исторические аспекты, актуальные проблемы и перспективы развития гражданской обороны» г. Казахстан, г. Кокшетоу, 15 марта 2019г., с. 146-149
9. Эркаев А.М., Нуркулов Ф.Н., Джалилов А.Т. Исследование модификации хлорсульфированного полиэтиленера эпоксидными модификаторами. //XXI Всероссийская конференция молодых учёных-химиков (с международным участием): тезисы докладов (Нижний Новгород, 15–17 мая 2018 г.). Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2018г.с. 202-203
10. А.М. Эркаев, Ф.Н. Нуркулов, А.Т. Джалилов, Х.С. Бекназаров.

Композиционные материалы на основе эпоксидных связующих // Республиканская научно-техническая конференция. ГУП«Фан ва тараккиёт» - Ташкент, 5-6 апреля 2018г.с. 370-371

11. А.М. Эркаев, М.Т. Каршиев Изучение композиционного материала на основе фосфор и азотсодержащих эпоксидных олигомеров. // «Ёш олимлар ахборотномаси» – «Вестник молодых ученых» – «The bulletin of young scientists» №2 (1) 2018 илмий журнал. Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси ЁОА тахририяти, 2018 йил. с. 144-147

12. А.М. Эркаев, А.Т. Джалилов, Ф.Н. Нуркулов, И.И.Сиддиков Синтез и структура на основе фосфор и азотсодержащих эпоксидных связующих для композиционного материала //«Ҳаётий фаолият хавфсизлигини таъминлашда инновацион ёндашув, илмий ишланмалар ва замонавий технологиялар» мавзусидаги ёш олимларнинг республика илмий-амалий анжуман материаллари тўплами(2019 йил 27 февраль) –ИИВ Ёнгин хавфсизлиги институти. с. 131-135

13. А.М. Эркаев, А.Т. Джалилов, Х.С.Бекназаров Ингибирование коррозии углеродистой стали олигомерными ингибиторами коррозии в различных средах // Регионально – центрально Азиатская международная конференция по химия технология. 27-28 март Тошкент-2012, с. 15-16

14. А.М. Эркаев, А.Т. Джалилов, Х.С.Бекназаров Изучение огнезащитных свойства антипирена АП-10//«Современные проблемы полимерной науки» Материалы республиканской научной конференции посвященной 95-летию академика Х.У.Усманова 20-21 октября Тошкент-2011, с. 35-36

15. А.М. Эркаев, А.Т. Джалилов, Х.С.Бекназаров Изучение огнезащитных свойств синтезированных антипиренов АП-10//Седьмая Санкт-Петербургская конференция молодых ученых с международным участием «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ О ПОЛИМЕРАХ» Учреждение Российской академии наук Институт высокомолекулярных соединений РАН. 17- 20 октября 2011 г., Санкт-Петербург, с. 21-22

16. Х.С. Бекназаров, А.Т. Джалилов, А.М.Эркаев Изучение кинетику при синтезе диметилтерефталата из терефталевой кислоты и метанола// Седьмая Международная научная конференция “ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И КИНЕТИКА” г. Великий Новгород, 29 мая – 2 июня 2017 г. с. 30-31

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналы» таҳририятида таҳрир қилинди.

Бичими 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Ризограф босма усули. Times гарнитураси.

Шартли босма табағи:5.25. Адади 100. Буюртма № \_\_\_\_.

Баҳоси келишилган нархда.

«ЎзР Фанлар Академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилган.

Босмахона манзили: 100170, Тошкент ш., Зиёлилар кўчаси, 13-уй.