

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ
УНИТАР ҚОРХОНАСИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР
ҚОРХОНАСИ**

ТУХЛИЕВ МУСЛИМБЕК ШЕРЗОД ЎҒЛИ

**САМАРАЛИ ФУРАН-ЭПОКСИД КОМПОЗИЦИОН ПОЛИМЕР
МАТЕРИАЛЛАРНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА УЛАР АСОСИДА
МАШИНАСОЗЛИК УЧУН ҚОПЛАМАЛАР ОЛИШ**

**02.00.07 – Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва технологияси (техника
фанлари)**

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

Тошкент –2024

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

Тухлиев Муслимбек Шерзод ўғли

Самарали фуран-эпоксид композицион полимер материалларни ишлаб чиқиш ва улар асосида машинасозлик учун қопламалар олиш.....3

Тухлиев Муслимбек Шерзод угли

Разработка композиционных эффективных фурано-эпоксидных полимерных материалов и получения покрытий на их основе для машиностроения.....21

Tukhliev Muslimbek Sherzod ugli

Development of composite effective furano-epoxy polymer materials and production of coatings based on them for mechanical engineering.....39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works42

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА**
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ
УНИТАР ҚОРХОНАСИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.Қ/Т.03.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА**
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР
ҚОРХОНАСИ

ТУХЛИЕВ МУСЛИМБЕК ШЕРЗОД ЎҒЛИ

САМАРАЛИ ФУРАН-ЭПОКСИД КОМПОЗИЦИОН ПОЛИМЕР
МАТЕРИАЛЛАРНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА УЛАР АСОСИДА
МАШИНАСОЗЛИК УЧУН ҚОПЛАМАЛАР ОЛИШ

**02.00.07 – Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва технологияси (техника
фанлари)**

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент –2024

Фалсафа доктори (PhD) диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар Вазирлиги хузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2023.3.PhD/Т3803 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва таракқиёт» давлат унитар корхонасида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.gupft.uz) ва «Ziyonet» Ахборот-таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Эшқобилов Олим Холикулович
техника фанлари доктори, доцент

Расмий оппонентлар:

Ўлмасов Тулқин Усманович
техника фанлари доктори, к.и.х.

Султонов Санжар Ўразалиевич
техника фанлари бўйича фалсафа доктори, к.и.х.

Етакчи ташкилот:

Тошкент кимё-технология институти

Диссертация ҳимояси Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва таракқиёт» давлат унитар корхонаси хузуридаги DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 рақамли Илмий кенгашнинг «28» март 2024 йил соат 14³⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100174, Тошкент ш., Мирзо-Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (99871) 246-39-28; Факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fan_va_taraqqiyot@mail.ru, «Фан ва таракқиёт» ДУК, 2-қават, анжуманлар зали).

Диссертация билан «Фан ва таракқиёт» давлат унитар корхонасининг Ахборот-ресурс марказида (рўйхатга олинган №33-23) танишиб чиқиш мумкин. (Манзил: Тошкент ш., Мирзо-Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (99871) 246-39-28; Факс: (99871) 227-12-73).

Диссертация автореферати «11» март 2024 йилда юборилди.



С.С. Негматов

Илмий даражалар бериш бўйича илмий кенгаш раиси,
ЎзР ФА академиги, т.ф.д., профессор

М.Э. Икрамова

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш котиби, к.ф.н.

А.М. Эминов

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Дунёда ҳозирги вақтда полимер маҳсулотларни йиллик ишлаб чиқариш ҳажми 265 млн.т. ташкил этиб, унинг 20% улуши машинасозлик саноатида қўлланилмоқда. Мавжуд ресурс базалар, ишлаб чиқариш қобилияти ва нисбатан арзонлиги полимер материалларни машинасозлик соҳасида, жумладан, пахта саноати машина ва жиҳозларининг ишчи органларида қўллаш билан бирга уларнинг ишлаш қобилияти ва самарадорлигига сезиларли таъсир кўрсатади. Бу борада, жумладан самарали композицион фуран-эпоксидли полимер материаллар ва улардан қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳонда пахтани қайта ишлаш жараёнларида турли машина ва механизмлардан фойдаланилиб, бундай жараёнларда пахта толасининг табиий хусусиятларини сақлаб қолиш, турли конструкцион материалларнинг толали масса билан ўзаро таъсиридаги физик-механик хоссаларни ўрганиш, пахта хомашёси билан ўзаро таъсирда ишлайдиган электр-иссиқлик ва антифрикцион-мустаҳкамлик хусусиятларига эга композицион фурано-эпоксид полимер қопламаларини олиш технологик режимларини ва юқори сифатли композицион фуран-эпоксидли полимер материаллар ва улардан қопламалар олишнинг такомиллашган технологиясини ишлаб чиқиш ва улар асосида машина ва механизмларнинг ишчи органларига қоплаш учун юқори адгезион хусусиятларга эга бўлган ейилишга чидамли қопламаларнинг янги таркибларини яратиш ва ишлаб чиқиш, улардан фойдаланиб ички ва ташқи бозор талабларига жавоб берадиган маҳсулотларнинг янги ассортиментларини яратиш мақсадида илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан, машинасозликда қўлланиладиган самарали композицион фуран-эпоксидли полимер материаллар ва улардан қопламалар олишнинг ресурстежамкор технологиясини ишлаб чиқиш алоҳида аҳамиятга эга.

Республикамызда маҳаллий хом ашё ва саноат чиқиндилари асосида композицион фуран-эпоксидли полимер материалари ва улар асосидаги қопламаларни ишлаб чиқаришнинг замонавий усулларини яратиш, пахта саноатини ривожлантириш, композицион фуран-эпоксидли полимер материаларидан тайёрланадиган қопламаларнинг рақобатбардошлигини ошириш бўйича илмий тадқиқот ишлари олиб борилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистонни янада ривожлантириш бўйича тараққиёт стратегиясида «...миллий иқтисодиёт барқарорликни таъминлаш ва ялпи ички маҳсулотда саноат улушини оширишга қаратилган саноат сиёсатини давом эттириб, саноат маҳсулотларини ишлаб чиқариш ҳажминини ошириш...»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан, самарали композицион фуран-эпоксидли полимер материаллар ва улардан қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш, ишлаб чиқилган қопламаларнинг

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг "2022 — 2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги 2022 йил 28 январдаги №ПФ-60-сонли Фармони

таркиби, тузилиши ва технологик ҳамда эксплуатацион хоссаларини яхшилаш муҳим аҳамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 25 октябрдаги №ПҚ-3983-сон «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 4 октябрдаги №ПҚ-4477-сон «Ўзбекистон Республикасини 2019-2030 йиллар учун “яшил иқтисодиёт” га ўтиш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида»ги, 2020 йил 21 августдаги №ПҚ-4812-сон «Маҳаллий ишлаб чиқарувчиларни қўллаб-қувватлашга доир қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дунёда самарали композицион фуран-эпоксидли полимер материаллар ва улардан қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш, уларнинг пахта толаси билан ишқаланиш вақтида содир бўладиган электр ҳодисалари ва электрлаштириш жараёнларининг механизми ва қонуниятларини тадқиқ қилиш бўйича хорижий ва маҳаллий олимлардан: Morgen A., Akovali G., Ениколопов Н.С., Журков С.Н., Коршак В.В., Яковлев А.В., Струк С.А., А.А. Берлин, М.С. Акутин, Ю.С. Липатов, Э.Ф. Олейник, Ф. Мэттьюз, Г.С. Головкин, М.А. Аскарлов, С.Ш. Рашидова, С.С. Негматов, Р.Г. Махкамов, Н.С. Абед, Г. Гулямов, О.Х. Эшқобилов ва бошқалар илмий тадқиқод ишларини олиб боришган.

Мавжуд ишларни таҳлил қилиш асосида, машинасозлик мақсадларида импорт ўрнини босувчи композицион фуран-эпоксидли полимер материаллар ва қопламаларни самарали таркибларини яратиш, уларнинг физик-кимёвий, физик-механик хусусиятларини ўрганиш, шунингдек, пахта толаси билан ишқаланиш вақтида содир бўладиган электр ҳодисалари ва электрлаштириш жараёнларининг механизми ва қонуниятларини тадқиқ қилиш етарли даражада ўрганилмаган. Буларнинг барчаси пахта толасининг табиий хусусиятларини сақлаб қолишни чеклайди. Шунинг учун толали масса билан ўзаро таъсирда ишлайдиган машина ва механизмларнинг ишчи органларида ишқаланиш зонасида электр ва иссиқлик ҳодисаларини ҳамда уларга таъсир этувчи омилларни ўрганиш зарурати мавжуд. Ушбу тадқиқот иши ана шу муаммоларни ҳал қилишга бағишланган.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» Давлат унитар корхонаси илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №ПЗ-20170927401 – “Машинасозлик

мақсадларида металл-полимер-композицион-толали материаллар билан ўзаро таъсирда ишлайдиган олдиндан белгиланган антифрикцион-ейилишбардошли антистатик-иссиқлик ўтказувчан хусусиятларга эга композицион металл-полимер материалларининг импорт ўрнини босувчи таркиблари ва олиш технологияларини ишлаб чиқиш” мавзусидаги лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади самарали фуран-эпоксид композицион полимер материалларни ишлаб чиқиш ва улар асосида машинасозлик учун қопламалар олишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

пахта хом ашёсини бирламчи қайта ишлашда машина ва механизмларнинг ишчи органларида қўллаш учун композицион фуран-эпоксидли полимер материалларини ишлаб чиқиш мақсадида органоминерал тўлдирувчилар ва фуран-эпоксидли полимер материалларининг энг муҳим электр-теплофизик, физик-кимёвий ва физик-механик хусусиятларини ўрганиш;

машинасозликда фойдаланиш учун ФАЭД - 20 асосидаги электр-иссиқлик ўтказувчи ва антифрикцион-мустаҳкам композицион фуран-эпоксидли полимерларни ишлаб чиқаришнинг илмий-услубий тамойиллари ва технологиясини ишлаб чиқиш;

пахта толасини бирламчи қайта ишлайдиган машина ва механизмларнинг ишчи органлари учун ФАЭД - 20 асосида электр-иссиқлик ўтказувчи ва антифрикцион-мустаҳкам композицион фуран-эпоксидли полимер материалларини ишлаб чиқиш;

ФАЭД-20 асосида ишлаб чиқилган электр-иссиқлик ва антифрикцион-мустаҳкам композицион фуран-эпоксидли полимер материалларни олиш учун ташкилот стандарти (ТУ) ва технологик регламентларни ишлаб чиқиш ва улардан фойдаланиш бўйича тавсияларни ишлаб чиқиш;

пахта тозалаш саноатининг машина ва механизмларида ишлатиладиган ишлаб чиқилган электр-иссиқлик ва антифрикцион-мустаҳкам композицион фуран-эпоксидли полимер материалларнинг техник-иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида фуран-эпоксидли смолалар (ФАЭД-20 ва тўлдирувчилар: каолин, тальк, мис оксиди, темир оксиди, слюда кукуни, графит, темир кукуни, пластификатор сифатида дибутилфталат; қотирувчи восита сифатида полиэтиленполиамин (ПЭПА) олинган.

Тадқиқотнинг предмети органоминерал тўлдирувчиларнинг электр-термофизик, физик-кимёвий, физик-механик хусусиятларига ва уларнинг тури, миқдори ва нисбатини олинган фурано-эпоксидли қопламаларнинг хусусиятларига қараб, пахта хом ашёсининг фурано-эпоксидли полимер қопламаси билан ўзаро таъсир механизмнинг мунтазамлигини аниқлаш, эпоксидли полимер композициялари ва антифрикцион электр-иссиқлик ўтказувчан композицион фурано-эпоксидли полимер материаллари ва улардан тайёрланган юқори сифатли қопламаларнинг оптимал таркибларини ишлаб чиқиш, шунингдек, ишлаб

чиқариш шароитида уларнинг иш қобилияти ва самарадорлигини аниқлаш ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда замонавий физик-кимёвий таҳлил усулларида, ИҚ - спектроскопия, рентгенфазавий (РФТ), дифференциал-термик (ДТТ) таҳлиллар, диски трибометр (O'z DSt 3330:2018), сканерловчи электрон микроскоп ва бошқа таҳлилнинг стандарт усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

фурано-эпоксидли полимер таркибига киритилган органоминарал ингредиентларнинг тури, миқдори ва нисбатига қараб композицион фурано-эпоксидли полимер материалларининг электр-термофизик, антифрикцион-мустаҳкамлик хусусиятларидаги ўзгаришлар натижасида ишчи органларнинг унумдорлиги 2% дан 10% гача ошганлиги аниқланган;

пахта хом ашёси билан ўзаро таъсирлашиш шароитида ишлайдиган машина ва механизмларнинг ишчи органларида қўллаш учун ишқаланиш коэффициенти паст бўлган юқори электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-мустаҳкамлик хусусиятларига эга бўлган композицион электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-мустаҳкам фурано-эпоксидли полимер материалларининг самарали таркиби ишлаб чиқилган;

юқори электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-мустаҳкамлик хусусиятларига эга бўлган машинасозлик мақсадларидаги янги композицион кимёвий фурано-эпоксидли полимер материаллари ва улар асосидаги қопламаларни олишнинг самарали усули ва олиш технологияси ишлаб чиқилган;

ишлаб чиқилган электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-мустаҳкам композицион фурано-эпоксидли полимер материаллари ва улар асосидаги қопламалардан фойдаланганда машина ва механизмларни ишчи органларининг самарадорлиги 1,5-1,8 баробар ошгани аниқланган;

пахта хом ашёси билан ишлашда органоминарал тўлдирувчиларнинг турига, табиатига, миқдорига ва материалларнинг нисбатига ҳамда ташқи омилларнинг таъсирига қараб, улардан фойдаланган ҳолда электр-иссиқлик ўтказувчан антифрикцион-ейилишбардошли композицион полимер материалларни ишлаб чиқариш бўйича технологик регламент ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

машинасозлик мақсадларида электр-иссиқлик ўтказувчан антифрикцион-ейилишбардошли композицион фурано-эпоксидли полимер материаллари ва улар асосида қопламалар ишлаб чиқилган;

ФАЭД-20 ва органоминарал ингредиентларга асосланган яратилган композицион фурано-эпоксидли полимер материаллари пахта хом ашёсини бирламчи қайта ишлаш саноатида ишлатиладиган машина ва механизмларнинг ишчи органларини ишлаб чиқариш ва таъмирлашда электр-иссиқлик ўтказувчан антифрикцион-ейилишбардошли композицион фурано-эпоксидли полимер материаллар сифатида ишлатилиши аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги физик-кимёвий ва физик-

механик таҳлилнинг замонавий усулларида фойдаланган ҳолда, композицион полимер материалларининг физик-механик ва ейилишбардошлилиги бўйича комплекс ўрганишда бажарилган бир нечта лаборатория ва саноат тажрибалари натижаларига асосланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборатки, композицион фурано-эпоксидли полимер материалларининг пахта хом ашёси билан электр-иссиқлик ўтказувчан антифрикцион-муштаҳкамлик хусусиятларининг мунтазамлигини аниқлаш орқали композицион фурано-эпоксидли полимер қопламаларини таркибий қисмларининг тури, таркиби, тузилиши ва хусусиятларининг корреляцион боғлиқлиги юқори электр-иссиқлик ўтказувчан антифрикцион-муштаҳкамлик хусусиятлари билан изоҳланади;

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундаки, пахта хом ашёсини бирламчи қайта ишлашда ишлатиладиган электр-иссиқлик ўтказувчан антифрикцион-муштаҳкамлик композицион фурано-эпоксидли полимер материаллари асосида ишлаб чиқилган қопламалар билан қопланган машиналар ва механизмларни ишчи органларининг ишлаш қобилияти ва самарадорлигини оширишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Самарали фуран-эпоксид композицион полимер материалларни ишлаб чиқиш ва улар асосида машинасозлик учун қопламалар олиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

юқори электр-иссиқлик ўтказувчан антифрикцион-муштаҳкамлик хусусиятларини таъминловчи композицион фурано-эпоксидли полимер қопламалар Қамаш пахта тозалаш заводида машина ва механизмларнинг ишчи қисмларини сирт юзасига жорий этилган («РАХТАСАНОАТ ИЛМИЙ MARKAZI»нинг 2023 йил 11 июлдаги 02-11/347-сон маълумотномаси). Натижада, пахта машиналари ва механизмларининг маҳсулдорлигини 7-8% гача ошириш ва пневматик узатиш моторининг электр энергияси истеъмолини 10-14% га камайтириш имконини берган;

фурано-эпоксидли полимер материалларидан ишлаб чиқилган қопламалар Қамаш пахта тозалаш заводида пневматик узатиш қувурлари, желоблар ва винтларнинг сирт юзасига жорий этилган («РАХТАСАНОАТ ИЛМИЙ MARKAZI»нинг 2023 йил 11 июлдаги 02-11/347-сон маълумотномаси). Натижада, энергия манбаларидан тежамкор фойдаланиш таъминланиб, машина ва механизмларни ишчи органларининг ишлаш қобилиятини 1,5-1,8 баробар оширади, ишчи юзаларнинг нуқсонларини эса бир неча баробар камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 12 та конференцияларда, шу жумладан 8 та республика илмий-амалий ва 4 та халқаро конференцияларда муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 22 та иш эълон қилинган. Шулардан 10 таси илмий мақола бўлиб, улар Ўзбекистон Республикаси Олий аттестатсия комиссияси

томонидан тавсия қилинган илмий нашрларда 8 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан ташкил топган. Диссертация ҳажми 114 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари тавсифланган, объекти ва предмети белгиланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикасида фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, олинган натижаларнинг илмий янгилиги ва амалий аҳамияти баён қилинган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилиш келтирилган, натижаларнинг апробацияси, чоп этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Композицион полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларни ишлаб чиқиш ва қўллашнинг ҳозирги ҳолати ва таҳлили”** деб номланган биринчи бобида пахта хом ашёсини бирламчи қайта ишлашда қўлланиладиган машина ва механизмларнинг ишлаш қобилияти ва самарадорлигини ошириш мақсадида, юқори электр-иссиқлик ўтказувчан антифрикцион-мустаҳкам композицион фурано-эпоксидли полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларни ишлаб чиқиш ва қўллаш муаммосига бағишланган диссертация мавзусидаги илмий тадқиқотларига бағишланган замонавий адабиёт манбаларини чуқур таҳлил қилиш натижалари келтирилган.

Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, пахта хом ашёсининг толали массаси билан ўзаро таъсирда ишлайдиган ФАЭД-20 ва органоминерал тўлдирувчилар асосида самарали электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-мустаҳкам композицион фурано-эпоксидли полимерларни ишлаб чиқиш етарлича ўрганилмаган. Бу пахта хом ашёси тузилишининг мураккаблиги композицион фурано-эпоксидли полимер қоплама материалларининг электр-иссиқлик ўтказувчан, антифрикцион-мустаҳкамлик хусусиятлари ва уларнинг пахта хом ашёси билан ўзаро таъсирда ишлаши бўйича комплекс тадқиқотларни ўтказиш зарурлиги, шунингдек, илмий-техник ёндашувлар ва илмий-услубий принципларнинг етишмаслиги билан боғлиқ бўлиб, диссертация ишининг вазифалари ва мақсадини аниқлаган.

Диссертация ишининг **“Тадқиқотнинг методологияси ва объектини танлаш ва асослаш”** деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объектларини танлаш, шунингдек экспериментал тадқиқотлар ўтказиш усуллари келтирилган ва асосланган. Машинасозлик мақсадларида композицион фурано-эпоксидли полимер материаллари ва улар асосидаги қопламаларни олиш ва уларнинг физик-механик, электростатик, электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-мустаҳкамлик хусусиятларини аниқлаш усуллари келтирилган.

Диссертациянинг “Машинасозлик мақсадларида юқори электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-муштаҳкамлик хусусиятларига эга бўлган самарали композицион фурано-эпоксидли полимер материаллари ва уларга асосланган қопламаларни тадқиқ қилиш ва ишлаб чиқиш” деб номланган учинчи бобида пахта хом ашёсини бирламчи қайта ишлашда қўлланиладиган композицион фурано-эпоксидли полимер материаллар ва қопламаларни органоминерал тўлдирувчиларнинг турига, табиатига, миқдорига, шунингдек, машина ва механизмларнинг ишлаш омилларига боғлиқ ҳолда электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-муштаҳкамлик хусусиятларини ўрганиш бўйича экспериментал тадқиқотлар натижалари акс эттирилган.

Машинасозлик мақсадларида антифрикцион полимер композицияларига қўйиладиган умумий ва махсус талабларга нисбатан тўлиқ жавоб берадиган электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-муштаҳкамлик хусусиятларига эга бўлган полимер композицияларини яратиш учун ФАЭД-20 асос сифатида танланган. Ушбу фурано-эпоксидли полимер материаллари энг яхши ишлаш хусусиятларига, юқори иссиқликка чидамлилигига ва қопламаларнинг ишлаб чиқарилишининг қулайлигига эга бўлиб, ҳар доим топиш имконияти мавжуд.

1-жадвалда фурано-эпоксидли композицион полимер материалларининг электрофизик хусусиятларини ўрганиш натижалари кўрсатилган. Шу билан бирга, кўриб чиқиладиган органоминерал тўлдирувчиларнинг электрофизик хусусиятларга таъсири турличадир.

1-жадвал

Органоминерал ингредиентлар билан тўлдирилган композицион фурано-эпоксидли полимер материалларининг электрофизик хусусиятлари (тўлдирувчиларнинг миқдори 20 оғ.к.)

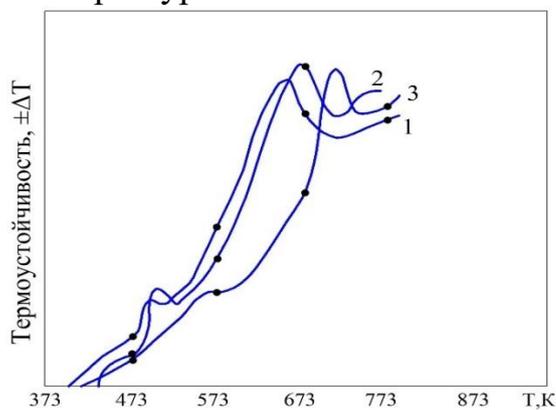
№	Фурано- эпоксидли материал ва унинг асосидаги композицияларнинг асосий таркиби	Тўлдирувчи миқдори, оғ.к.	Ҳажмий қаршилиқ	Сирт юза қаршилиги, ρ_s Ом·см	$f=1KHz$ бўлганда ϵ диэлектрик ўтказувчанлик	$f=1KHz$ бўлганда $tg\delta \cdot 10^2$ диэлектрик йўқотиш
1	О.С. ФАЭД-20	20	$2,1 \cdot 10^{15}$	$1,1 \cdot 10^{16}$	4,2	3,56
2	ФАЭД-20+ каолин	20	$2,0 \cdot 10^{16}$	$2,2 \cdot 10^{16}$	4,87	5,33
3	ФАЭД-20+ графит	20	$3,95 \cdot 10^{11}$	$2,42 \cdot 10^{14}$	10,92	5,94
4	ФАЭД-20+ курум	20	$4,1 \cdot 10^3$	$6,3 \cdot 10^4$	-	-
5	ФАЭД-20+ темир кукуни	20	$7,9 \cdot 10^{14}$	$8,3 \cdot 10^{15}$	3,34	5,01
6	ФАЭД-20+ мис оксиди	20	$1,3 \cdot 10^{14}$	$8,9 \cdot 10^{14}$	8,07	4,89
7	ФАЭД-20+ темир оксиди	20	$1,45 \cdot 10^{15}$	$2,0 \cdot 10^{15}$	3,59	1,46
8	ФАЭД-20+ тальк	20	$4,4 \cdot 10^{15}$	$7,8 \cdot 10^{16}$	1,3	0,71

1-жадвал шуни кўрсатадики, тадқиқот учун танланган органоминерал ингредиентлар тузилиши, таркиби ва тарқалиши жиҳатидан фарқ қилади. Кўриб чиқиладиган тўлдирувчиларнинг аксарияти кристалли тузилишга эга.

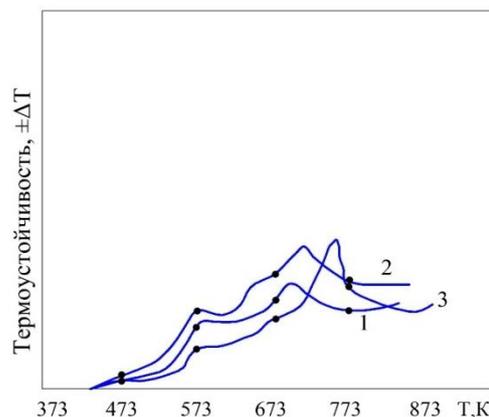
Олинган натижалардан кўришиб турибдики (1-жадвал), каолин, талк каби минерал тўлдирувчилар, иккиламчи чиқиндилардан олинган органик тўлдирувчилар каби полимер қопламаларда *pv* ва *ps* деярли ўзгармайди, талк эса фурано-эпоксидли полимерлардан тайёрланилган қопламаларнинг электрофизик хусусиятларини яхшилайти.

Шу билан бирга, деярли барча тўлдирувчилар термофизик ва мустаҳкамлик хусусиятларига, айниқса композицион полимер қопламаларининг энг муҳим хусусиятлари бўлган композицион фурано-эпоксидли полимер материалларининг адгезион-мустаҳкамлик, микроқаттиқлиги ва иссиқликка чидамлилигига сезиларли таъсир қилади. Шунинг учун кейинги тадқиқотларимизда фурано-эпоксидли полимер композициялари ва уларга асосланган қопламаларнинг термофизик ва мустаҳкамлик хусусиятларини ўрганиш бўйича тажрибалар олиб борилди.

1, 2 ва 3-расмларда мис оксиди, қурум, темир кукуни, темир оксиди, слюда уни ва каолин билан тўлдирилган ФАЭД-20 асосидаги фурано-эпоксидли полимер композициясининг дифференциал термик таҳлили (ДТА) натижалари кўрсатилган.

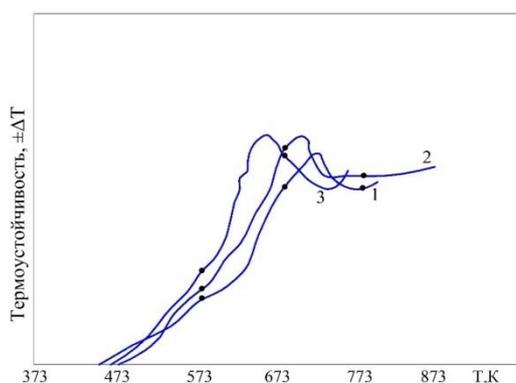


а) 1-20 оғ.к.; 2-40 оғ.к.; 3-60 оғ.к.;

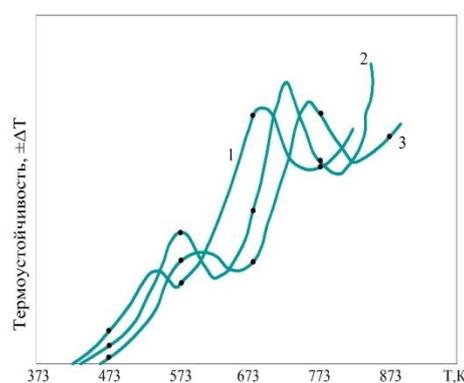


б) 1-20 оғ.к.; 2-40 оғ.к.; 3-60 оғ.к.;

1-расм. Мис оксиди (а) ва қурум (б) билан тўлдирилган фурано-эпоксидли ФАЭД-20 полимер қопламаларининг дифференциал термик таҳлил (ДТА) эгри чизиқлари

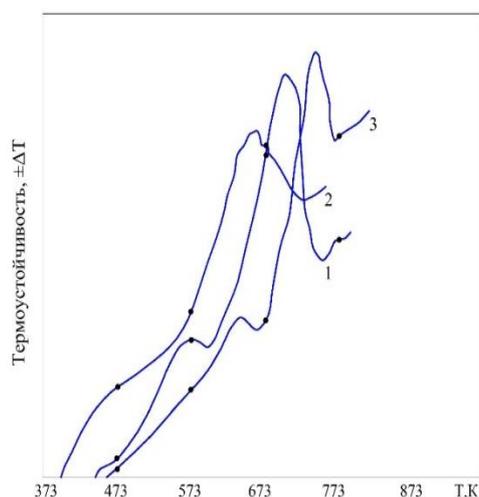


а) 1-20 оғ.к.; 2-40 оғ.к.; 3-60 оғ.к.;

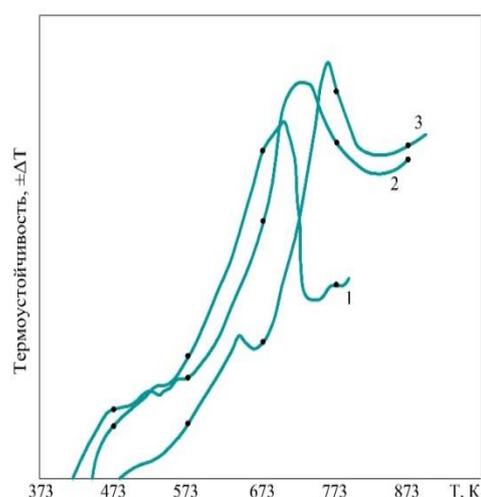


б) 1-130 оғ.к.; 2-170 оғ.к.; 3-200 оғ.к.

2-расм. Каолин (а) ва темир кукуни (б) билан тўлдирилган фурано-эпоксидли ФАЭД-20 полимер қопламаларининг дифференциал термик таҳлил (ДТА) эгри чизиқлари



а) 1-20 оғ.қ.; 2-40 оғ.қ.; 3-60 оғ.қ.;



б) 1-20 оғ.қ.; 2-40 оғ.қ.; 3-60 оғ.қ.;

3-расм. Темир оксиди (а) ва слюда уни (б) билан тўлдирилган фурано-эпоксидли ФАЭД-20 полимер қопламаларининг дифференциал термик таҳлил (ДТА) эгри чизиқлари

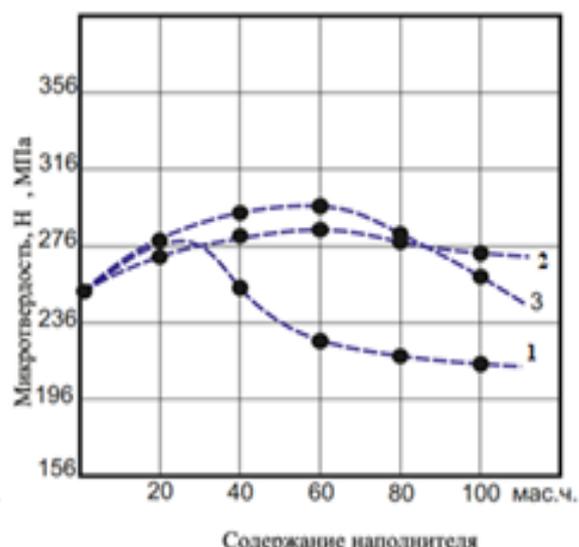
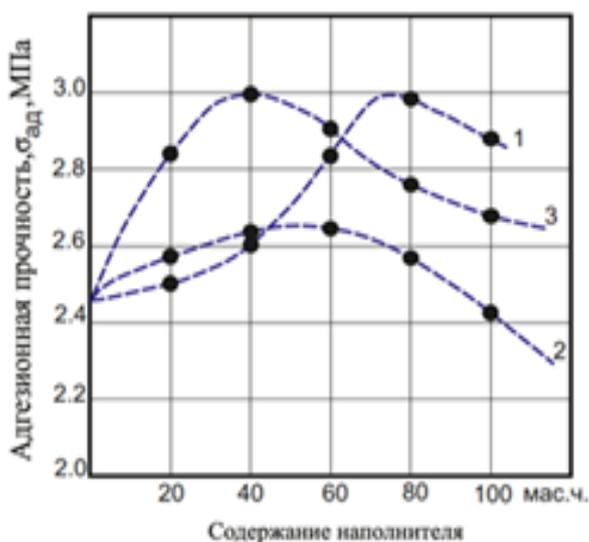
Маълумки, қопламаларнинг энг муҳим мустаҳкамлик хусусиятлари уларнинг адгезион-мустаҳкамлиги ва микроқаттиқлиги. Шу муносабат билан биз турли органоминерал тўлдирувчилар билан тўлдирилган электр-иссиқлик ўтказувчан композицион фурано-эпоксидли полимер материалларининг адгезион-мустаҳкамлиги ва микроқаттиқлигини аниқлаш бўйича тадқиқотлар ўтказдик.

Ушбу ишда электр ўтказувчан тўлдирувчилар, металл оксидлари ва минерал тўлдирувчилар вакиллари бўлган каолин ва слюда уни, мис оксиди ва темир оксиди, курум ва темир кукуни каби алоҳида органоминерал тўлдирувчиларни полимерларнинг хусусиятларига таъсири ўрганилди.

ФАЭД-20 асосидаги полимер материалларда бир хил тўлдирувчиларни қотиш вақтида экзотермик чўққиларнинг кичикроқ силжиши кузатилди. Бу, шубҳасиз, тўлдирувчи зарралари яқинидаги полимер матрицасида янада тартибли структуранинг шаклланиши билан боғлиқ бўлиб, ўз навбатида юқори иссиқликка чидамлилиги ва композициялар хусусиятларининг барқарорлигини таъминлайди.

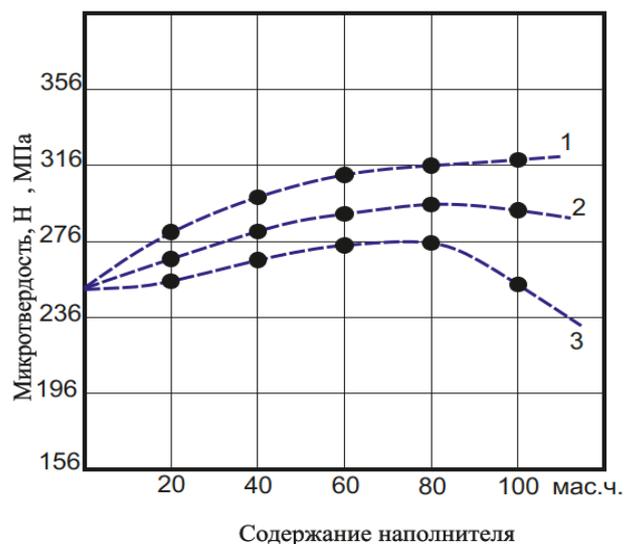
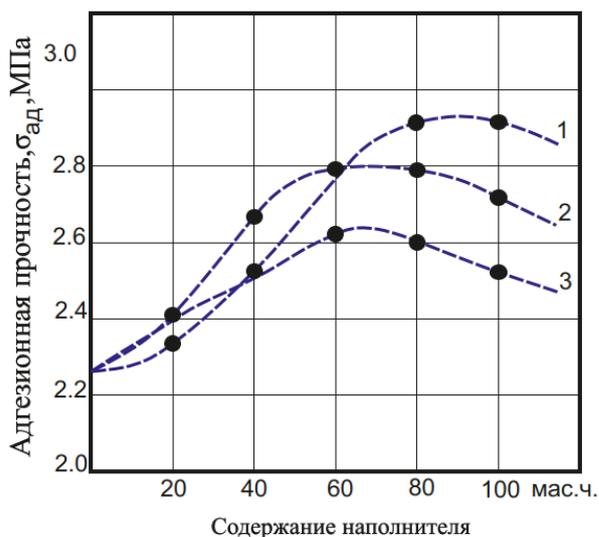
Танланган тўлдирувчиларнинг композицион фурано-эпоксидли полимер материалларининг адгезион-мустаҳкамлиги ва микроқаттиқлигига таъсирини ўрганиш натижалари 4-5-расмларда келтирилган.

4 ва 5-расмлардан кўриниб турибдики, адгезион-мустаҳкамлик ва микроқаттиқликнинг тўлдирувчиларнинг миқдорига боғлиқлиги экстремал характерга эга. Адгезион-мустаҳкамлик ФАЭД-20 асосидаги қопламалар таркибида каолин миқдорининг 40 оғ.қ. гача, мис оксидини 20 оғ.қ. гача, курумни 30 оғ.қ. гача, темир кукунини 200 оғ.қ. гача, слюда унини 70 оғ.қ. гача ва темир оксидини 60 оғ.қ. гача ошиши билан ортиши аниқланди.



1- графит; 2- мис оксиди; 3- каолин

4-расм. Фуран-эпоксидли полимер қопламаларининг адгезион мустаҳкамлиги (а) ва микроқаттиқлигини (б) органоминарал тўлдирувчиларнинг тури ва миқдорига боғлиқлиги



1- темир кукуни 2 – темир оксиди; 3- слюда уни

5-расм. Фуран-эпоксидли полимер қопламаларининг адгезион мустаҳкамлиги (а) ва микроқаттиқлигини (б) органоминарал тўлдирувчиларнинг тури ва миқдорига боғлиқлиги

Қопламаларнинг микроқаттиқлигининг энг катта қиймати темир оксиди, темир кукуни, каолин ва слюда уни каби тўлдирувчиларнинг киритилиши билан кузатилди. Бу шубҳасиз, структуравий элементларни ҳаракатчанлигининг юқорилиги туфайли тўлдирувчи зарралари яқинида маҳкам ўралган полимер занжирларининг тартибли тузилиши ҳосил бўлиши билан изоҳланади. Тўлдирувчилар миқдорининг янада ошиши билан

адгезион-мустаҳкамлиги ва микроқаттиқлигининг пасайиши кузатилди. Адгезион-мустаҳкамлиги ва микроқаттиқлигининг тўлдирувчилар миқдорига боғлиқлигининг бу табиати, шубҳасиз, тўлдирувчиларнинг миқдори ошгани сари уларнинг нотекис тақсимланиши ҳисобига қопламаларда зичликнинг камайишига олиб келади.

Тадқиқот натижаларини таҳлил қилиш асосида маълум бўлдики, ушбу полимер қопламалар таркибига электр ўтказувчан тўлдирувчилар киритилганда, уларнинг электр қаршилигининг пасайиши билан бирга, фурано-эпоксидли полимер қопламаларининг мустаҳкамлиги ва антифрикцион хусусиятлари ёмонлашади ва кўшимча равишда курум каби тўлдирувчилар киритилганда пахта хом ашёсида доғ ҳосил қилиб, ифлослантиради. Бунга мувофиқ, бинар тўлдирувчиларнинг электрофизик хусусиятларига таъсири кўриб чиқилди. Бинар тўлдирувчили композициялар ўрганилди: каолин-курум; талк-курум; каолин-графит; талк-графит; темир кукуни - каолин.

Ўтказилган тадқиқотлар натижаларини ҳар томонлама таҳлил қилиш асосида, таркиби ва хусусиятлари 3 ва 4-жадвалларда кўрсатилган ФАЭД-20 асосидаги электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-мустаҳкам композицион фурано-эпоксидли полимер материаллари ишлаб чиқилди.

3-жадвал

**Пахтани қайта ишлаш машиналари ва механизмларида
фойдаланиш учун ишлаб чиқилган электр-иссиқлик ўтказувчан ва
антифрикцион-мустаҳкам фурано-эпоксидли полимер
қопламаларининг таркиби**

Компонентлар	Компонентлар миқдори, оғ.қ.		
	АФЭК*-1	АФЭК-2	АФЭК-3
Фурано-эпоксидли олигомер ФАЭД-20	100	100	100
Дибутилфтолат	15	15	15
Полиэтилен-полиамин	20	20	20
Темир кукуни	130	170	200
Каолин	40	30	25
Тальк	5	5	5
Графит	15	10	5

* Эслатма: А-антифрикцион; ФЭ-фурано-эпоксидли; К-композицион

4-жадвалдан кўришиб турибдики, ФАЭД-20 асосидаги ишлаб чиқилган электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-мустаҳкам композицион фурано-эпоксидли полимерлар, пахта хом ашёсини қайта ишлаш машиналари ва механизмларини ишчи органларининг иш шароитларининг асосий талабларига жавоб беради: минимал электр қаршилик, яъни юқори электр ўтказувчанлик ва микроқаттиқлик ҳамда ишқаланишнинг кичик коэффициенти.

4-жадвал

**Ишлаб чиқилган антифрикцион-муштаҳкам ва электр ўтказувчан
композицион фурано-эпоксидли полимер қопламаларининг
хусусиятлари**

№	Қоплама материали, экспериментни қайтариш даражаси	Ишқаланиш коэффициенти, f	Солиштирма сирт электр қаршилиги, p_s Ом·см	Микроқаттиқлик, H_m , МПа
1	АФЭК-1			
	1	0.60÷0.26	$1.2 \cdot 10^{11}$	224
	2	0.58÷0.28	$6.8 \cdot 10^7$	232
	3	0.61÷0.34	$2.2 \cdot 10^{11}$	216
2	АФЭК-2			
	1	0.62÷0.31	$7.3 \cdot 10^9$	178
	2	0.60÷0.30	$9.1 \cdot 10^8$	183
	3	0.60÷0.29	$9.4 \cdot 10^7$	186
3	АФЭК-3			
	1	0.53÷0.29	$6.4 \cdot 10^8$	162
	2	0.49÷0.24	$2.4 \cdot 10^8$	169
	3	0.41÷0.22	$7.3 \cdot 10^7$	174

Эслатма: синовлар $P=0,001$ МПа босим ва $v=0,05$ м/с тезликда ўтказилди.

Шундай қилиб, назарий ва экспериментал тадқиқотлар таҳлили шуни кўрсатдики, полимер материаллар ва қопламаларнинг пахта хом ашёси билан ўзаро таъсири жараёнлари мураккаб хусусиятга эга. Шу билан бирга, ўзаро таъсир қилувчи жисмларнинг (полимер-пахта хом ашёси) ўзига хошлиги полимер қопламаларнинг сирт қатламларига, шу билан фурано-эпоксидли полимерлар композицияларидаги тўлдирувчиларнинг электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-муштаҳкамлик хусусиятларига таъсир қилувчи электрлаштириш ва ҳароратнинг таъсир этувчи жараёнлари билан белгиланади. Бундан ташқари, пахта хом ашёси билан ўзаро таъсирлашганда полимер қопламаларининг электрлаштириш жараёни ва ҳароратнинг пасайиши уларнинг антифрикцион хусусиятларини яхшилаши кўрсатилган. Ушбу натижалар пахта хом ашёси билан ўзаро таъсирда ишлайдиган полимер қопламаларининг электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-муштаҳкамлик хусусиятларини йўналтириш ва тартибга солиш имконини беради.

Диссертациянинг **“Машинасозлик мақсадларида юқори электрофизик ва антифрикцион-муштаҳкамлик хусусиятларига эга бўлган композицион фурано-эпоксидли полимер материаллари ва қопламаларини олиш технологиясини ишлаб чиқиш”** деб номланган тўртинчи бобида машинасозлик мақсадларида юқори электро-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-муштаҳкамлик хусусиятларига эга бўлган ФАЭД-20 асосидаги композицион фурано-эпоксидли полимер

материалларини олиш учун ишлаб чиқилган илмий-услубий принциплар, технология ва модулли технологик линияси ҳамда уларни пахта хом ашёсини бирламчи қайта ишлашда ишлатиладиган машина ва механизмларнинг қисмлари ва ишчи органларининг сирт юзасида қўллаш, шунингдек машинасозлик мақсадларида юқори электро-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-муштаҳкамлик хусусиятларига эга бўлган композицион фурано-эпоксидли полимер материалларини ишлаб чиқариш учун технологик регламент батафсил ёритилган.

5-жадвалда ФАЭД-20 ва органоминарал тўлдирувчилар асосида электро-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-муштаҳкам композицион фурано-эпоксидли материалларини ишлаб чиқариш учун технологик режим меёрлари ва 6-жадвалда хусусиятлари кўрсатилган.

5-жадвал

Ишлаб чиқилган электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-муштаҳкам композицион фурано-эпоксидли материаллар ва улар асосидаги қопламаларни олиш учун технологик режим меёрлари

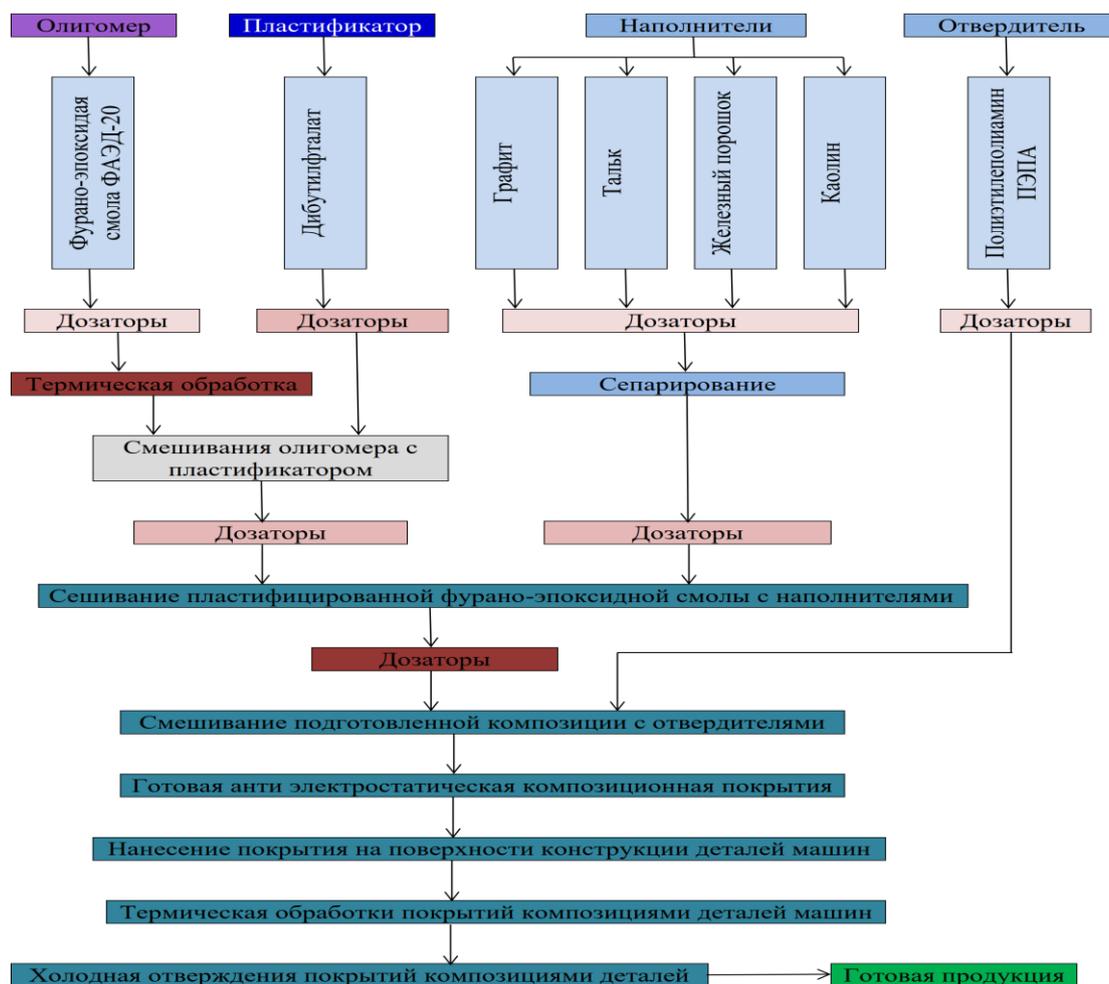
Ўтказиладиган жараёнларнинг номланиши	Ҳарорат меёри, К	Вақт меёри, мин.
Қатрон ва тўлдирувчиларни қуриштириш	373-375	120
Қатрон, ДБФ ва тўлдирувчиларни ўлчаш	300	-
ФАЭД-20 ни ДБФ билан аралаштириш	300	8-1
ФАЭД-20, ДБФ ларни тўлдирувчилар билан аралаштириш	320-325	8-10
Қолипларни тозалаш ва уларга антиадгезион ишлов бериш	300	-
ФАЭД-20, ДБФ тўлдирувчиларни қотирувчи билан аралаштириш	295-300	10
Тайёр аралашмани қолипга қуйиш	300	5
Меёрий режимдаги термошкафда композицияни қотириш	330	120
Термошкафда композицияни совутиш	До 300	-
Тайёр композицияни сақлаш	270-310	-

6-расмда полимер-пахта, композит-пахта тизимида ўзаро таъсир шароитида ишлайдиган юқори электро-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-муштаҳкамлик хусусиятларига эга бўлган машинасозлик мақсадларидаги ФАЭД-20 асосидаги композицион фурано-эпоксидли полимер материалларини олиш технологиясининг ишлаб чиқилган илмий ва услубий тамойиллари кўрсатилган.

Электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-мустваҳкам фурано-эпоксидли қопламаларнинг хусусиятлари

Хоссалари	Кўрсаткичлар
Адгезион мустваҳкамлиги, $\sigma_{ад}$, МПа	2,6-2,9
Микроқаттиқлиги, H_M , МПа	20-30
Қалинлиги, мм дан кам эмас	0,2-0,3
Вика бўйича иссиқликка чидамлилиги, К	350-355
Солиштирма сирт юза электр қаршилиги, R,10 Ом	17,8-18,0

Композицион фурано-эпоксидли полимер материалларини ишлаб чиқаришнинг белгиланган илмий ва услубий принципларига асосланиб, биз машинасозлик мақсадларида юқори электро-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-мустваҳкамлик хусусиятларига эга композицион фурано-эпоксидли полимер материалларини ишлаб чиқариш технологиясини ва технологик линиясини ишлаб чиқдик.



6-расм. Электр-иссиқлик ўтказувчан ва антифрикцион-мустваҳкам композицион фурано-эпоксидли полимер материаллари ва органоминарал ингредиентлар билан тўлдирилган қопламаларни ишлаб чиқаришнинг илмий-услубий тамойиллари

Полимер композициялари ва қопламаларини олиш бўйича ишлаб чиқилган технологик жараёнлар ва юқоридаги натижаларни ҳар томонлама таҳлил қилиш асосида композицион фурано-эпоксидли полимер материаллари ва улар асосидаги қопламаларни олиш учун технологик регламент ишлаб чиқилди.

Диссертациянинг “**Машинасозлик мақсадларида юқори электро-термофизик антифрикцион-мустаҳкамлик хусусиятларига эга бўлган композицион фурано-эпоксидли полимер материаллари ва қопламаларини олиш технологиясининг амалий ва иқтисодий жиҳатлари**” деб номланган бешинчи бобда машинасозлик мақсадларида ишлаб чиқилган ФАЭД-20 ва органоминарал тўлдирувчилар асосидаги пахта саноати машиналари ва механизмларининг ишчи органларида ишлатиладиган юқори электро-термофизик ва антифрикцион-мустаҳкамлик хусусиятларига эга бўлган композицион фурано-эпоксидли полимер материалларини стендли ва тажриба-саноат синовлари ҳамда уларнинг техник-иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш натижалари келтирилган.

Ўтказилган стендли ва тажриба-саноат синовлари натижалари ва пахта хом ашёсини бирламчи қайта ишлаш машина ва механизмларнинг ишчи органларида ФАЭД - 20 асосидаги ишлаб чиқилган электро-термофизик ва антифрикцион-мустаҳкамлик хусусиятларига эга бўлган композицион фурано-эпоксидли полимер материалларидан фойдаланиш натижасида уларнинг маҳсулдорлигини 7-8% га ошириш ва пахта толаси ҳамда уруғларга етказилган зарарни 0,30-0,40% га камайтириш имконини берди, шунингдек пахта хом ашёсини қайта ишлашда ёнгин бўлишини олдини олди.

ХУЛОСА

1. Пахта тозалаш корхоналари машиналари ва механизмларининг ишчи органларини қоплаш учун триботехник хусусиятларга эга бўлган органоминарал тўлдирувчилардан фойдаланган ҳолда электр-иссиқлик ўтказувчан антифрикцион-мустаҳкам композицион терморектив фурано-эпоксидли полимер қопламаларнинг самарали таркиби ишлаб чиқилган.

2. Ишлаб чиқилган композицион фурано-эпоксидли полимер материалларининг ва органоминарал тўлдирувчиларнинг табиати, турига, миқдорига, нисбатига ва эксплуатацион омилларга ҳамда пахта хом ашёсининг сифат кўрсаткичларига боғлиқ ҳолда антифрикцион-мустаҳкам ва электр-иссиқлик ўтказувчан хусусиятлари аниқланди.

3. Пахта хом ашёси билан ишқаланиш таъсирида уни юқори электр-иссиқлик ўтказувчан, антифрикцион-мустаҳкамлик хусусиятларига ва ишқаланиш коэффициентининг кичик қийматларини таъминлайдиган ФАЭД-20 асосидаги композицион фурано-эпоксидли полимер қопламаларнинг электрофизик ва триботехник хусусиятларига органоминарал тўлдирувчилар самарали таъсир кўрсатиши аниқланди.

4. Пахта хомашёси билан ўзаро таъсирда ишлайдиган триботехник хусусиятларга эга бўлган антифрикцион мустаҳкамли электро-иссиқлик

Ўтказувчи композицион фурано-эпоксидли полимер материалларни олиш технологияси ишлаб чиқилди.

5. Технологик жараёнларнинг қуйидаги босқичлари: полимер композицияси ва металл субстратларни тайёрлаш, машина ва механизмларни ишчи органларининг металл қисмлари сирт юзасига композицион фурано-эпоксидли полимер материалларини қўллаш, иссиқлик билан ишлов бериш ва олинган қопламалар сифатини назорат қилиш тавсия этилди.

6. Антифрикцион-муштаҳкамлик ва электр-иссиқлик ўтказувчан фурано-эпоксидли материаллар ва улар асосидаги қопламаларни олиш учун технологик регламент ишлаб чиқилди ва тавсия этилди.

7. Пневматик ва шнекли транспортнинг ишчи сирт юзаларида қоплама сифатида яратилган антифрикцион муштаҳкамли электро-иссиқлик ўтказувчи композицион фурано-эпоксидли полимер материалларидан фойдаланиш пахта толасининг механик шикастланишини 0,75% га, уруғларнинг эзгиланишини 2,5-3,9% га, энергия сарфининг камайишини 10-14%, шунингдек, машина ва механизмларнинг самарадорлигини 7-8% га ошириши аниқланди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ «ФАН ВА ТАРАККИЁТ» ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ имени
ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ФАН ВА ТАРАККИЁТ» ТАШКЕНТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

ТУХЛИЕВ МУСЛИМБЕК ШЕРЗОД УГЛИ

**РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭФФЕКТИВНЫХ ФУРАНО-
ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОЛУЧЕНИЯ
ПОКРЫТИЙ НА ИХ ОСНОВЕ ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**02.00.07 - Химия и технология композиционных, лакокрасочных и резиновых
материалов (технические науки)**

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

Ташкент–2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2023.3.PhD/Т3803 в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве Высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) на веб-странице Научного совета по адресу www.gupft.uz и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу www.ziyonet.uz.

Научный руководитель: Эшкobilов Олим Холикулович
доктор технических наук, доцент

Официальные оппоненты: Улмасов Тулкин Усманович
доктор технических наук, с.н.с.

Султанов Санжар Уразалиевич
доктор философии по техническим наукам, с.н.с.

Ведущая организация: Ташкентский химико-технологический институт

Защита диссертации состоится «28» март 2024 года в 14³⁰ часов (онлайн) на заседании научного совета DSc.27.06.2017.К/Т.03.01 при ГУП «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба 7а. тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fan_va_taraqiyot@mail.ru на здание «Фан ва тараккиёт» ГУП, 2 этаж, зал конференций).

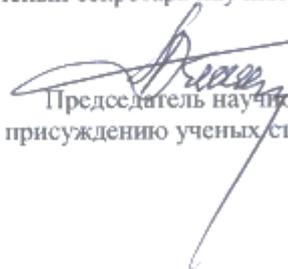
С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (Зарегистрированный номерам №33-23). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. МирзоГолиба, 7а. Тел. (99871) 246-39-28, факс: (+99871) 227-12-73.

Автореферат диссертации разослан «_11» 03. 2024 года




С.С. Негматов
Председатель научного совета по присуждению
ученых степеней, академик АН РУз, д.т.н., профессор


М.Э. Икрамова
Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученых степеней, к.х.н.


А.М. Эминов
Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор.

Введение (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день в мире годовой объем производства полимерной продукции составляет 265 млн.т. и ее 20%-ная доля используется в машиностроительной промышленности. Существующая ресурсная база, возможность производства и относительно низкая стоимость с применением полимерных материалов в области машиностроения, в том числе в рабочих органах машин и оборудования хлопчатобумажной промышленности, оказывают существенное влияние на их работоспособность и эффективность. В этом аспекте важное значение имеет разработка эффективных композиционных фуран-эпоксидных полимерных материалов и технологии получения покрытий из них.

В мире проводятся исследования с целью создания нового ассортимента продукции, отвечающего требованиям внутренних и внешних рынков, в процесс переработки хлопка используются различные машины и механизмы, сохраняющие природные свойства хлопкового волокна в таких процессах, как изучение физико-механических свойств различных конструкционных материалов при их взаимодействии с волокнистой массой, разработка технологических режимов и технологии получения композиционных фурано-эпоксидных полимерных покрытий с электротермическими и антифрикционно-износостойкими свойствами, работающих во взаимодействии с хлопковым сырьем, и усовершенствованная технология получения высококачественных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий из них, а также новых композиций и износостойких покрытий с высокими адгезионными свойствами для покрытия рабочих органов машин и механизмов с их использованием. В связи с этим, особое значение имеет разработка ресурсосберегающей технологии получения эффективных композиционных фуран-эпоксидных полимерных материалов и покрытий из них используемых в машиностроении.

В Республике проводятся ряд научных исследований с целью создания современных методов производства композиционных фуран-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на основе отечественного сырья и промышленных отходов, развитие хлопчатобумажной промышленности, по повышению конкурентоспособности изделий, изготовленных из композиционных фуран-эпоксидных полимерных материалов, и достигаются определенные результаты. В Стратегии дальнейшего развития Нового Узбекистана сформулированы важные задачи, в частности «... увеличить объемы производства промышленной продукции, продолжая промышленную политику, направленную на обеспечение стабильности национальной экономики и увеличение доли промышленности в валовом внутреннем производстве... »². В этом аспекте, разработка эффективных композиционных

² Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года №УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 — 2026 годы».

фуран-эпоксидных полимерных материалов и технологии получения покрытий из них, улучшение состава, структуры и технологических, а также эксплуатационных свойств разрабатываемых покрытий имеет важное значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указами и Постановлениями Президента Республики Узбекистан № ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускорению развития химической промышленности в Республике Узбекистан», постановление от 4 октября 2019 года №ПП-4477 «Об утверждении стратегии перехода Республики Узбекистан к зеленой экономике на 2019-2030 годы», №ПП-4812 от 21 августа 2020 года «О дополнительных мерах поддержки отечественных производителей» и другие нормативные документы, принятых в данной сфере.

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

Степень изученности проблемы. В мире по разработке технологии получения эффективных композиционных фуран-эпоксидных полимерных материалов и покрытий из них, исследование механизма процесса и закономерностей электрических явлений и процессов электризации, происходящих при их трении с волокнистой массой определенным вклад внесли: Morgen A., Akovali G., Ениколопов Н.С., Журков С.Н., Коршак В.В., Яковлев А.В., Струк С.А., А.А. Берлин, М.С. Акутин, Ю.С. Липатов, Э.Ф. Олейник, Ф. Мэттьюз, Г.С. Головкин, М.А. Аскарлов, С.Ш. Рашидова, С.С. Негматов, Р.Г. Махаммов, Н.С. Абед, Г. Гулямов, О.Х. Эшқобилов и другие.

Исходя из анализа современных литературных источников, следует отметить, что создание эффективных составов импортозамещающих композиционных фуран-эпоксидных полимерных материалов и покрытий машиностроительного назначения, изучение их физико-химических свойств, а также исследование механизма процесса и закономерностей электрических явлений и процессов электризации, происходящих при трении волокнистой массой был недостаточно изучен. Все это ограничивает сохранение природных свойств хлопкового волокна. Следовательно, существует необходимость изучения электрических и тепловых явлений и влияющих на них факторов в зоне трения в рабочих органах машин и механизмов, работающих во взаимодействии с волокнистой массой. Данная диссертационная работа посвящена решению этих проблем.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладных проектов в Государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» по теме ПЗ-20170927401 «Разработка импортозамещающих составов и технологии получения композиционных металло-полимерных материалов, с заранее заданными антифрикционно-износостойкими антистатически-

теплопроводящими свойствами для машиностроения, работающих при взаимодействии с металл-полимер-композит-волоконистые материалы» (2018-2020гг.).

Целью исследования является разработка композиционных эффективных фурано-эпоксидных полимерных материалов и получения покрытий на их основе для машиностроения.

Задачи исследования:

исследование электро-теплофизических, физико-химических и физико-механических свойств органоминеральных наполнителей, с целью разработки композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов для применения в рабочих органах машин и механизмов для первичной переработки хлопка-сырца;

исследование важнейших прочностных свойств разрабатываемых композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов на основе ФАЭД-20;

разработка электро-теплопроводящих и антифрикционно- прочностных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов их основе ФАЭД-20 для рабочих органов машин и механизмов, применяемых при первичной переработке хлопка-сырца;

разработка научно-методических принципов и технологии получения электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных фурано-эпоксидных полимеров на основе ФАЭД-20 для применения в машиностроении;

разработка технологического регламента на получение разработанных электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов на их основе ФАЭД-20 и стандарта организации (ТУ) на них и рекомендации их применения;

осуществление расчета технико-экономической эффективности разработанных электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов, применяемых в машинах и механизмах хлопкоочистительной промышленности.

Объектами исследования были выбраны фуран-эпоксидная смола (ФАЭД-20) и наполнители: каолин, тальк, оксид меди, оксид железа, порошок слюды, графит, железный порошок, дибутилфталат в качестве пластификатора; в качестве отвердителя был получен полиэтиленполиамин (ПЭПА).

Предмет исследования состоит контактное взаимодействие хлопка-сырца с фурано-эпоксидными полимерными покрытиями в зависимости от электро-теплофизических, физико-химических и физико-механических свойств органоминеральных наполнителей и влияние их вида, содержания и соотношения на свойства полученных фурано-эпоксидных полимерных композиций и разработка оптимальных составов высокопрочных электро-теплопроводящих антифрикционно-износостойких композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий из них, а также

определение их работаспособности и эффективности в производственных условиях.

Методы исследования. В диссертационной работе были использованы современные методы физико-химического анализа, ИК-спектроскопия, рентгенофазовый (РФА), дифференциально-термический (ДТА) анализы, анализ триботехнических свойств (дисковый трибометр) (O'z DSt 3330:2018), сканирующий электронный микроскоп (SEM-EDS) и другие стандартные методы анализа.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

установлено закономерности изменения электро-теплофизических, антифрикционно-прочностных свойств композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов в зависимости от вида, содержания и соотношения органоминеральных ингредиентов, вводимых в состав фурано-эпоксидного полимера;

предложен эффективный состав композиционных электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных фурано-эпоксидных полимерных материалов, обладающих высокими электро-теплопроводящими и антифрикционно-прочностными свойствами с низким коэффициентом трения для применения в рабочих органах машин и механизмов, работающих в условиях контактного взаимодействия с хлопком-сырцом;

разработан эффективный способ и технология получения новых композиционных химических фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе машиностроительного назначения с высокими электро-теплопроводящими и антифрикционно-прочностными свойствами;

выявлено, что при использовании разработанных электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе работаспособность рабочих органов машин и механизмов увеличивался в 1,5-1,8 раза.

разработан технологический регламент на получение электро-теплопроводящих антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов с использованием органоминеральных наполнителей, в зависимости от вида, природы, содержания и соотношения материала и внешних факторов при работе с хлопком-сырцом.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны электро-теплопроводящие и антифрикционно-прочностные композиционные фурано-эпоксидные полимерные материалы и покрытия на их основе машиностроительного назначения;

установлено, что созданные композиционные фурано-эпоксидные полимерные материалы на основе ФАЭД-20 и органоминеральных ингредиентов используются в качестве электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных материалов при изготовлении и ремонте рабочих органов машин и механизмов, применяемых в производствах для первичной переработке хлопка-сырца;

Достоверность полученных результатов основана на результатах нескольких лабораторных и промышленных экспериментов, проведенных в рамках комплексного исследования физико-химических свойств композиционных полимерных материалов с использованием современных методов физико-химического и физико-механического анализа, а также результаты обработаны математико-статистическими методами и подтверждается государственным стандартом O'zDSt 3330:2018.

Научная и практическая значимость результатов исследования:

Научная значимость полученных результатов исследования заключается в том, что путем установления закономерности электро-теплофизических и антифрикционно-прочностных свойств композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов с хлопком-сырцом выявлены корреляционная зависимость вида, состава, структуры и свойств компонентов композиционных фурано-эпоксидных полимерных покрытий с высокими электро-теплопроводящими и антифрикционно-прочностными свойствами.

Практическая значимость исследований заключается в повышении работоспособности и эффективности рабочих органов, применяемых машин и механизмов в первичной переработке хлопка-сырца, которых покрыты с разработанными покрытиями на основе электро-теплопроводящим антифрикционно-прочностным композиционным фурано-эпоксидным полимерным материалом.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов по разработке композиционных эффективных фурано-эпоксидных полимерных материалов и технологии получения покрытий из них машиностроительного назначения получены следующие научные результаты:

композиционные фурано-эпоксидные полимерные материалы и покрытия на их основе с высокими электро-теплопроводящими антифрикционно-прочностными свойствами внедрены на поверхностях рабочих органов машин и механизмов на Камашинском хлопкоочистительном заводе (справка №02-11/347 АО «PAHTASANOAT ILMİY MARKAZI» от 11 июля 2023 года). В результате, появилась возможность увеличить производительность хлопковых машин и механизмов до 7-8%, и снизилось потребление электрической мощности электродвигателя пневмотранспорта на 10-14%.

разработанные покрытия из фурано-эпоксидных полимерных материалов, были внедрены на Камашинском хлопкоочистительном заводе на поверхности трубопроводов пневмотранспорта, желобов и винтов (справка №02-11/347 АО «PAHTASANOAT ILMİY MARKAZI» от 11 июля 2023 года). В результате, появилась возможность экономично использовать источников энергии, что позволило увеличит работоспособность машин и механизмов в 1,5-1,8 раза, а дефекты рабочих поверхностей снизить в несколько раз.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования оглашены на 8 республиканском научно-техническом и 4 международных конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 22 научных работ. Из них 10 научных статей, в том числе 8 статьи в республиканских и 2 статьи в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 114 страниц компьютерного текста.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследований. раскрыты научно-теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены производственные испытания и внедрения результатов исследований, результаты опрабации работы, сведения по опубликованным работам и структура диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние и анализ разработки и применения композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе**» приводится обзор с глубоким анализом научных исследований по теме диссертации, посвященных проблеме разработки и применения электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе, с целью повышения работоспособности и эффективности работы машин и механизмов, используемых при первичной переработки хлопка-сырца.

Как сказано выше, разработка эффективных электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных фурано-эпоксидных полимеров на основе ФАЭД-20 и органоминеральных наполнителей, работающих при взаимодействии с волокнистой массой хлопком-сырцом, недостаточно изучена. Это обусловлено сложностью структуры хлопка-сырца, необходимостью проведения комплексных исследований, электро-теплофизических, антифрикционно-прочностных свойств композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов покрытий и них работающих при контактном взаимодействии с хлопком-сырцом, а также отсутствие научно-технические подходы и научно-методические принципы решения поставленных диссертационной работы. задач. и это определило цель натающей диссертационной работы.

Во второй главе диссертации «**Выбор и обоснование объекта и методики исследования**» изложен и обоснован выбор объектов исследований, а также методов для проведения опытно-экспериментальных исследований. Приведена методика получения и определения физико-механических, электростатических, электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных свойств композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе машиностроительного назначения.

В третьей главе диссертации «**Исследование и разработка эффективных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе, с высокими электро-теплофизических и антифрикционно-прочностных свойствами машиностроительного назначения**» отражены результаты экспериментальных исследований по изучению хлопкоперерабатывающих электро-теплофизических и антифрикционно-прочностных свойств композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий в зависимости от вида, природы, содержания органоминеральных наполнителей, а также эксплуатационных факторов машин и механизмов, и применяемых в первичной переработке хлопка-сырца.

В качестве основы для созданий электро-теплопроводящих антифрикционно-прочностных полимерных композиций был выбран ФАЭД-20, который наиболее полно удовлетворяют общим и специальным требованиям, предъявляемым к антифрикционным полимерным композициям машиностроительного назначения. Эти фурано-эпоксидные полимерные материалы обладают наилучшими эксплуатационными свойствами, высокой теплостойкостью, технологичностью получения покрытий и недефицитностью.

В таблице 1 приведены результаты исследований электрофизических свойств фурано-эпоксидных композиционных полимерных материалов. При этом влияние рассматриваемых органоминеральных наполнителей на электрофизические свойства различно.

Из таблицы 1 видно, что выбранные для исследований органоминеральные ингредиенты, отличаются как по структуре и составу, так и по дисперсности. Большинство рассматриваемых наполнителей имеют кристаллическую структуру.

Как видно из полученных результатов (табл. 1), что такие минеральные наполнители, как каолин, тальк, органические наполнители из вторичных отходов, почти не изменяют r_v и r_s полимерных покрытий, тальк даже несколько улучшают электрофизические свойства покрытий из фурано-эпоксидных полимеров.

В тоже время почти все наполнители существенно влияют на теплофизические и прочностные свойства, особенно на адгезионную прочность, микротвердость и теплостойкость композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов, являющихся важнейшими свойствами композиционных полимерных покрытий. Поэтому далее нами были

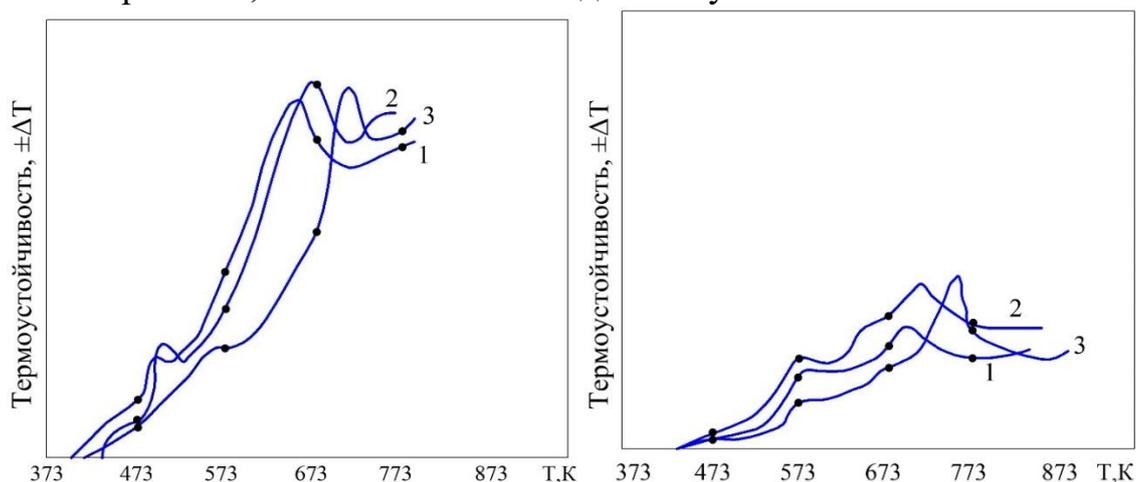
проведены исследования теплофизических и прочностных свойств фурано-эпоксидных полимерных композиций и покрытий на их основе.

Таблица 1

Электрофизические свойства композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов наполненных с органоминеральными ингредиентами (содержание наполнителей 20 мас.ч.)

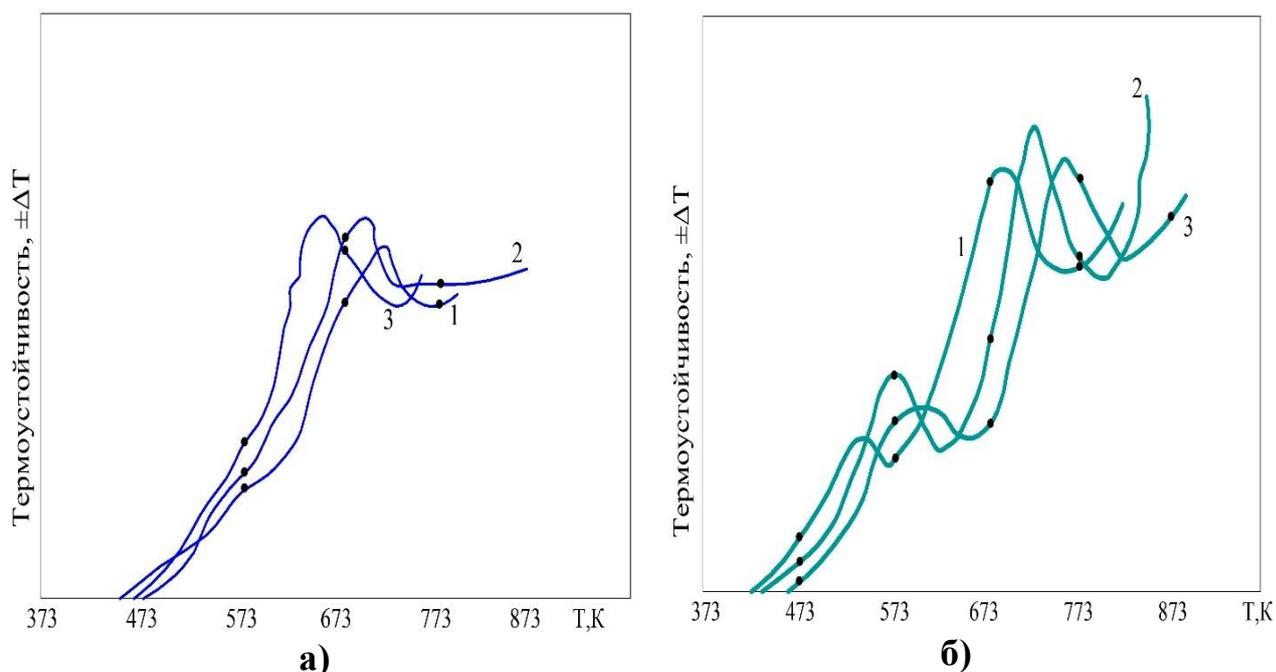
№	Основной состав фурана-эпоксидного материала и композиций на их основе	Содержание наполнителя, мас.ч	Объем сопротивление	Поверхностное сопротивление, $\rho_s \cdot \text{Ом} \cdot \text{см}$	ϵ при $f=1\text{KHz}$ диэлектрическая проницаемость	$tg\delta \cdot 10^2$ при $f=1\text{KHz}$ диэлектрические потери
1	О.С. ФАЭД-20	20	$2,1 \cdot 10^{15}$	$1,1 \cdot 10^{16}$	4,2	3,56
2	ФАЭД-20+ каолин	20	$2,0 \cdot 10^{16}$	$2,2 \cdot 10^{16}$	4,87	5,33
3	ФАЭД-20+ графит	20	$3,95 \cdot 10^{11}$	$2,42 \cdot 10^{14}$	10,92	5,94
4	ФАЭД-20+ сажа	20	$4,1 \cdot 10^3$	$6,3 \cdot 10^4$	-	-
5	ФАЭД-20+ железный порошок	20	$7,9 \cdot 10^{14}$	$8,3 \cdot 10^{15}$	3,34	5,01
6	ФАЭД-20+ окись меди	20	$1,3 \cdot 10^{14}$	$8,9 \cdot 10^{14}$	8,07	4,89
7	ФАЭД-20+ окись железа	20	$1,45 \cdot 10^{15}$	$2,0 \cdot 10^{15}$	3,59	1,46
8	ФАЭД-20+ тальк	20	$4,4 \cdot 10^{15}$	$7,8 \cdot 10^{16}$	1,3	0,71

На рисунках 1, 2 и 3 приведены результаты исследований дифференциально термического анализа (ДТА) фурано-эпоксидного полимера на основе ФАЭД-20 наполненных окись меди, сажей, каолином, железным порошком, окись железа и слюдяной мукой.



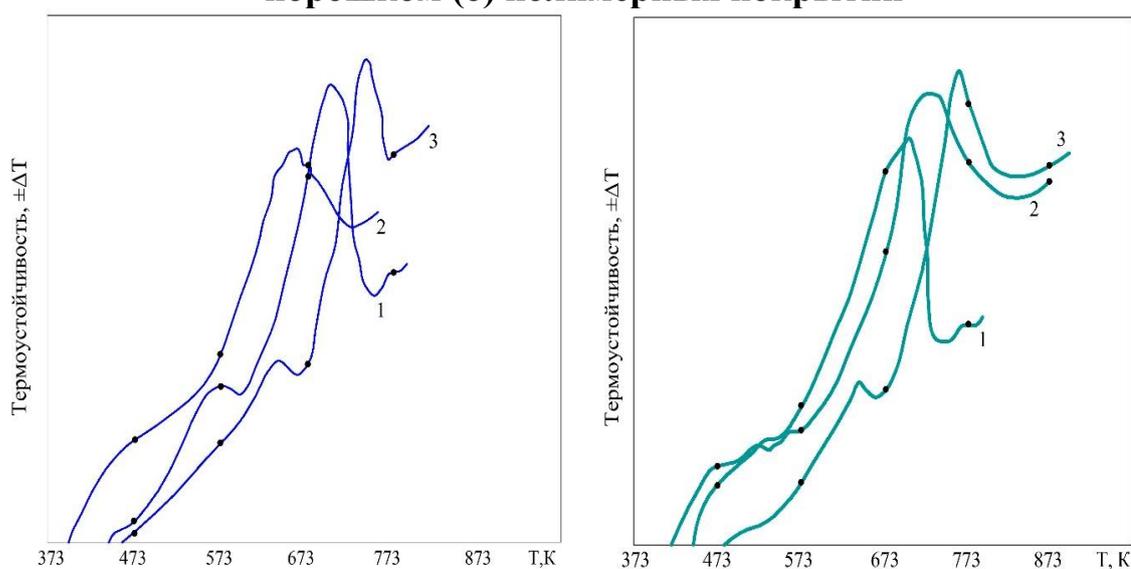
а) 1-20 мас.ч.; 2-40 мас.ч.; 3-60 мас.ч; б) 1-20 мас.ч.; 2-40 мас.ч.; 3-60 мас.ч;

Рис. 1. Кривые дифференциально термического анализа (ДТА) фурано-эпоксидных ФАЭД-20 полимерных покрытий, наполненных окисью меди (а) и сажей (б)



а) 1-20 мас.ч.; 2-40 мас.ч.; 3-60 мас.ч; б) 1-130 мас.ч.; 2-170 мас.ч.; 3-200 мас.ч.

Рис. 2. Кривые дифференциально термического анализа (ДТА) эпоксидных ФАЭД-20, наполненных каолином (а) и железным порошком (б) полимерных покрытий



а) 1-20 мас.ч.; 2-40 мас.ч.; 3-60 мас.ч.; б) 1-20 мас.ч.; 2-40 мас.ч.; 3-60 мас.ч.

Рис. 3. Кривые дифференциально термического анализа фурана-эпоксидных ФАЭД-20 наполненных окисью железа (а) и слюдяной муки (б) полимерных покрытий

Как известно, важнейшими прочностными свойствами покрытий является их адгезионная прочность и микротвердость. В связи с этим, нами были проведены исследования по определению адгезионной прочности и микротвердости разрабатываемых электро-теплопроводящих композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов, наполненных различными органоминеральными наполнителями.

В данной работе было исследовано влияние отдельных органоминеральных наполнителей на свойства полимеров, таких как каолин и слюдяная мука, окись меди и окись железа, сажа и железный порошок, являющимися представителями минеральных наполнителей, окислов металлов и электропроводящих наполнителей.

У полимерного материала на основе ФАЭД-20 наблюдается меньшее смещение экзотермических пиков при твердении тех же наполнителей. Это очевидно объясняется образованием в полимерной матрице более упорядоченной структуры около частиц наполнителя, что в свою очередь обеспечивает более высокую термоустойчивость и стабильность свойств композиций.

Результаты исследований влияния выбранных наполнителей на адгезионную прочность и микротвердость композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов представлены на рисунках 4-5.

Как видно из представленных рисунках 4 и 5, зависимость адгезионной прочности микротвердости от содержания наполнителей имеет экстремальный характер. Адгезионная прочность возрастает при увеличении содержания каолина до 40 мас.ч., окиси меди до 20 мас.ч., сажи до 30 мас.ч., железного порошка до 200 мас. ч., слюдяная мука до 70 мас.ч. и окиси железа до 60 мас.ч. в составе покрытий на основе ФАЭД-20.

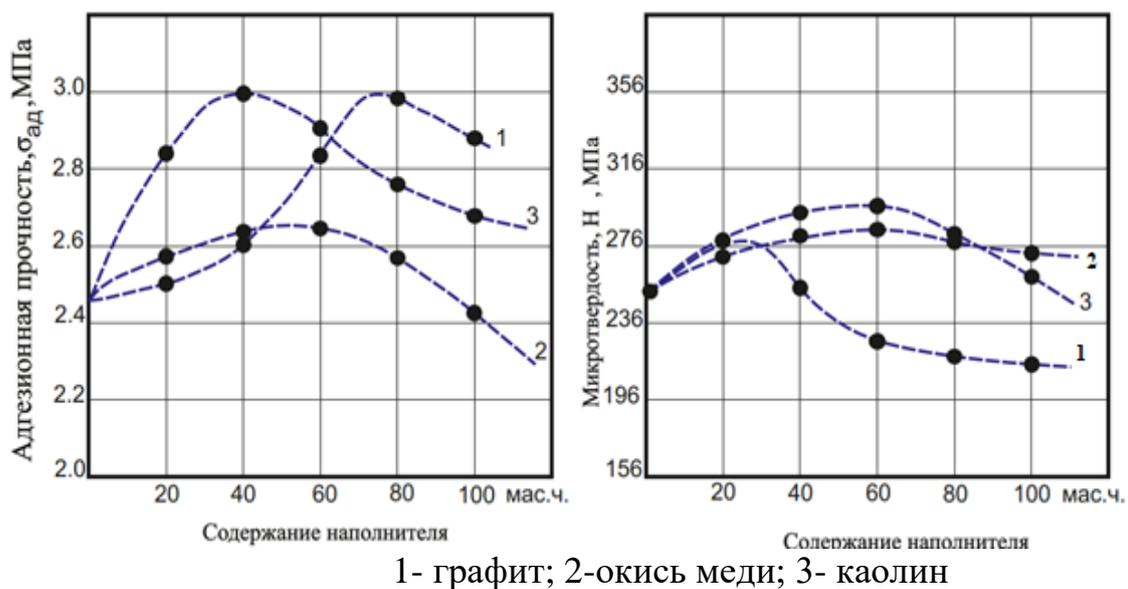
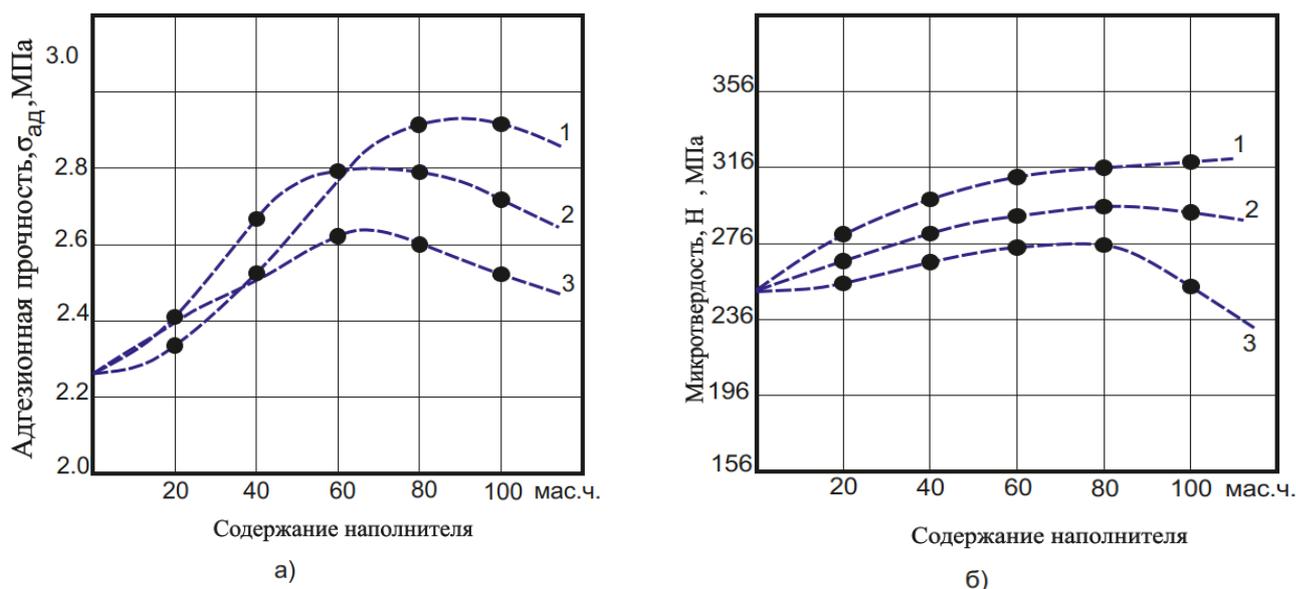


Рис. 4. Зависимость адгезионной прочности (а) и микротвердости (б) фурано-эпоксидных полимерных покрытий от вида и содержания органоминеральных наполнителей



1- железный порошок 2 – окись железа; 3- слюдяная мука
Рис. 5. Зависимость адгезионной прочности (а) и микротвердости (б) фурано-эпоксидных полимерных покрытий от вида и содержания органоминеральных наполнителей

Наибольшее увеличение микротвердости покрытий наблюдается при введении таких наполнителей, как окись железа, железный порошок, каолин и слюдяная мука. Это объясняется, очевидно, тем, что вследствие большей подвижности структурных элементов около частиц наполнителя образуется более упорядоченная структура из плотно упакованных полимерных цепей. При дальнейшем увеличении содержания наполнителей наблюдается снижение адгезионной прочности и микротвердости. Такой характер зависимости адгезионной прочности и микротвердости от содержания наполнителей обусловлен, очевидно, тем, что при высоком содержании наполнителей неравномерное их распределение приводит к уменьшению плотности.

Анализ результатов исследований показывает, что наряду с уменьшением электрического сопротивления указанных полимерных покрытий при введении электропроводящих наполнителей прочностные и антифрикционные свойства фурано-эпоксидных полимерных покрытий ухудшаются, и кроме того, такие наполнители как сажа окрашивает и загрязняет хлопка-сырца. В соответствии с этим было рассмотрено влияние на электрофизические свойства бинарных наполнителей. Были исследованы композиции с бинарными наполнителями: каолин-сажа; тальк-сажа; каолин-графит; тальк-графит; железный порошок- каолин.

На основе комплексного анализа результатов проведенных исследований были разработаны электро-теплопроводящие и антифрикционно-прочностные композиционные фурано-эпоксидные полимерный материалы на основе ФАЭД-20 состав и свойства, которых приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Состав разработанных композиционных электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных фурано-эпоксидных полимерных покрытий для применения в хлопкоперерабатывающих машинах и механизмах

Компоненты	Содержание компонентов, масс.ч.		
	АФЭК*-1	АФЭК-2	АФЭК-3
Фурано-эпоксидный олигомер ФАЭД-20	100	100	100
Дибутилфталат	15	15	15
Полиэтилен-полиамин	20	20	20
Железный порошок	130	170	200
Каолин	40	30	25
Тальк	5	5	5
Графит	15	10	5

*Примечание А-антифрикционные; ФЭ-фурано-эпоксидные; К-композиционные

Как видно из таблицы 4, разработанные электро-теплопроводящие и антифрикционно-прочностные композиционные фурано-эпоксидные полимеры на основе ФАЭД-20 удовлетворяют основным требованиям условий эксплуатации рабочих органов машин и механизмов для переработки хлопка-сырца, таким как минимальный электрические сопротивление, то есть высокой электропроводности и микротвердости, а также низкий коэффициент трения.

Таблица 4

Свойства разработанных антифрикционно-прочностных и электропроводящих композиционных фурано-эпоксидных полимерных покрытий

№	Материал покрытия степень повторности эксперимент	Коэффициент трения, f	Удельное поверхностное электрическое ρ_s Ом·см	Микротвердость, H_M , МПа
1	АФЭК-1			
	1	0.60÷0.26	$1.2 \cdot 10^{11}$	224
	2	0.58÷0.28	$6.8 \cdot 10^7$	232
	3	0.61÷0.34	$2.2 \cdot 10^{11}$	216
2	АФЭК-2			
	1	0.62÷0.31	$7.3 \cdot 10^9$	178
	2	0.60÷0.30	$9.1 \cdot 10^8$	183
	3	0.60÷0.29	$9.4 \cdot 10^7$	186
3	АФЭК-3			
	1	0.53÷0.29	$6.4 \cdot 10^8$	162
	2	0.49÷0.24	$2.4 \cdot 10^8$	169
	3	0.41÷0.22	$7.3 \cdot 10^7$	174

Примечание: испытания проводили при давлении $P=0,001$ МПа и скорости $v=0,05$ м/с.

Таким образом, анализ проведенных теоретических и экспериментальных исследований показал, что процессы взаимодействия полимерных материалов и покрытий с хлопком-сырцом имеют сложную природу. При этом специфика контактирующих тел (полимер-хлопок-сырец) обуславливается процессами электризации и температуры воздействующих на поверхностные слои полимерных покрытий и, тем самым, влияющих на их электро-теплофизические и антифрикционно-прочностные свойства наполнителей фурано-эпоксидных полимерных композиций. Кроме того, показано, что уменьшение электризации и температуры полимерных покрытий при взаимодействии с хлопком-сырцом способствует улучшению их антифрикционных свойств. Эти результаты позволяют направленно изменять и регулировать их электро-теплофизические и антифрикционно-прочностные свойства полимерных покрытий, работающих при взаимодействии с хлопком-сырцом.

В четвертой главе диссертации **«Разработка технологии получения композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий машиностроительного назначения с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами»** отражены разработанные научно-методические принципы, технология и модульная технологическая линия для получения композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов на основе ФАЭД-20, машиностроительного назначения с высокими электро-теплофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами и нанесения их на поверхности деталей и рабочих органов машин и механизмов, применяющих при первичной переработке хлопка-сырца, а также технологический регламент на производства композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов машиностроительного назначения с высокими электро-теплофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами.

В таблице 5 приведена норма технологического режима получения электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных фурано-эпоксидных материалов на основе ФАЭД-20 и органоминеральных наполнителей, и в таблице 6 приведена его свойства.

Таблица 5

Норма технологического режима получения разработанных электро-теплопроводящих антифрикционно- прочностных фурано-эпоксидных композиционных материалов и покрытий на их основе

Наименование операций	Температурный режим, К	Норма времени, мин.
Сушка смолы и наполнителей	373-375	120
Дозирование смолы, ДБФ и наполнителей	300	-
Смешивание ФАЭД-20 с ДБФ	300	8-1

Смешивание ФАЭД-20, ДБФ с наполнителем	320-325	8-10
Очистка и антиадгезионная обработка формы	300	-
Смешивание ФАЭД-20, ДБФ наполнителя с отвердителем	295-300	10
Заливка готовой смеси в формы	300	5
Отверждение композиций вместе с термошкафе при режиме	330	120
Охлаждение композиций вместе с термошкафом	До 300	-
Хранение композиций	270-310	-

Таблица 6

Свойства электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных фурано-эпоксидных покрытий

Свойства	Показатели
Адгезионная прочность, $\sigma_{ад}$, МПа	2.6-2.9
Микротвердость, H_M , МПа	20-30
Толщина не менее, мм	0,2-0.3
Теплостойкость по Вика, К	350-355
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, R_{10} Ом	17,8-18,0

На рисунке 6 приведены разработанные научно-методические принципы технологии получения композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов сонове ФАЭД-20 машиностроительного назначения с высокими электро-теплофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами, работающих в условиях взаимодействия в системе полимер-хлопок, композит-хлопок.

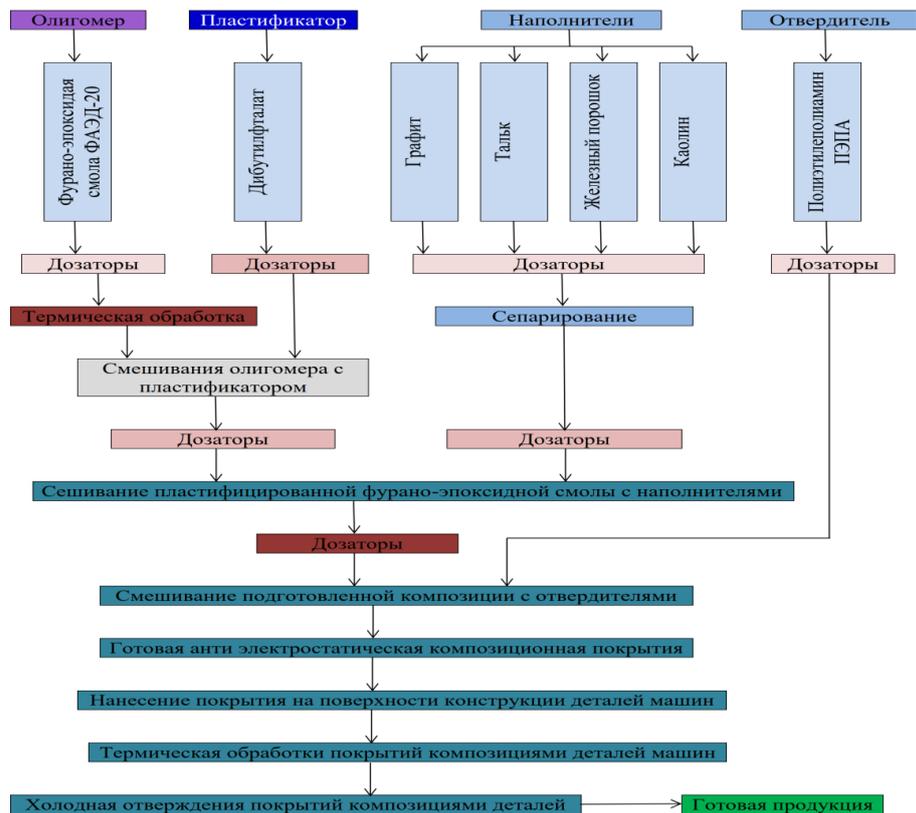


Рис.4.1. Научно- методические принципы для получения электро- теплопроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий, наполненных органическими ингредиентами

На основе указанных научно-методических принципов получения композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов, нами разработана технология и технологическая линия для производства композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов машиностроительного назначения с высокими электро-теплофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами.

На основе комплексных анализов выше приведенных результатов о разработанных технологических процессах получения полимерных композиций и покрытий из них был разработан технологический регламент и стандарт предприятия на получения композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе.

В пятой главе диссертации «**Практические и экономические аспекты композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и технология получения покрытий машиностроительного назначения с высокими электро-теплофизическими антифрикционно- прочностными свойствами**» приведены результаты стендовых и производственных испытаний, разработанных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов на основе ФАЭД-20 и органических наполнителей машиностроительного назначения с высокими электро-теплофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами,

применяемых в рабочих органах машин и механизмов хлопкоочистительной промышленности и их технико-экономическая эффективность.

В результате стендовых и опытно-производственных испытаний и использования разработанных электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов на основе ФАЭД-20 в рабочих органах машин и механизмов позволило увеличить их производительность на 7-8% и уменьшить повреждаемость хлопкового волокна и семян на 0,30-0,40%, а также устранить возможность возникновения пожара в процессе первичной переработке хлопка-сырца.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработан эффективный состав электро-теплопроводящих антифрикционно-прочностных композиционных термореактивных фурано-эпоксидных полимеров с использованием органоминеральных наполнителей триботехнического назначения для покрытий рабочих органов машин и механизмов хлопкоочистительных производств.

2. Выявлены закономерности антифрикционно-прочностных и электро-теплопроводящих свойств разрабатываемых композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов в зависимости от природы, вида, состава, содержание и соотношения органоминеральных наполнителей и эксплуатационных факторов, а также качественных показателей хлопка-сырца.

3. Показано, что органоминеральные наполнители эффективно влияют на электрофизические и триботехнические свойства композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов на основе ФАЭД-20, которые обеспечивают ему высокие электро-теплопроводящие, антифрикционно-прочностные свойства и низкого коэффициента трения, при фрикционном взаимодействии с хлопком-сырцом.

4. Разработана технология получения антифрикционно-прочностных электро-теплопроводящих композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов триботехнического назначения, работающих при контактом взаимодействии с хлопком-сырцом.

5. Рекомендованы следующие стадии технологических процессов: подготовка полимерной композиции и металлических субстратов, нанесение композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов на поверхности металлических деталей рабочих органов машин, термическая обработка и контроль качества полученных покрытий.

6. Рекомендован технологический регламент на получение антифрикционно-прочностных и электро-теплопроводящих фурано-эпоксидных материалов и покрытий на их основе.

7. Установлено, что применение созданных антифрикционно-прочностных и электро-теплопроводящих композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов в качестве покрытий на рабочих поверхностях пневмо- и шнекового транспорта, привели к снижению

механической повреждаемости хлопкового волокна на 0,75%, семян на 2,5-3,9%, снижению потребляемой мощности энергии на 10-14%, а также увеличению производительности машин и механизмов на 7-8%.

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV
SCIENTIFIC COUNCIL AWARDED SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 AT STATE UNITARY ENTERPRISE
«FAN VA TARAKKIYOT»**

**STATE UNITARY ENTERPRISE «FAN VA TARAKKIYOT»
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV**

TUKHLIEV MUSLIMBEK SHERZOD UGLI

**DEVELOPMENT OF COMPOSITE EFFECTIVE FURANO-EPOXY
POLYMER MATERIALS AND PRODUCTION OF COATINGS BASED
ON THEM FOR MECHANICAL ENGINEERING**

**02.00.07 - Chemistry and technology of composite, varnish-and-paint and
rubber materials (technical sciences)**

**DISSERTATION OF ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY
(PhD) TECHNICAL SCIENCE**

Tashkent-2024

The topic of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) is registered in the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2023.3.PhD/T3803.

The dissertation has been prepared at the State Unitary Enterprise «Fan va tarakkiyot» of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov.

The abstract of the dissertation is issued in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific council website www.gupft.uz and on website of «Ziyonet» Information and Educational portal www.ziyonet.uz.

Scientific supervisor: **Eshkobilov Olim Kholikulovich**
doctor of technical sciences, dotsent

Official opponents: **Ulmasov Tulkin Usmanovich**
doctor of technical sciences, s.r.a.

Sultanov Sanzhar Urazalievich
doctor of philosophy in technical sciences, s.r.a.

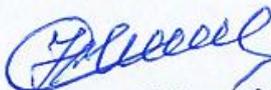
Leading organization: **Tashkent Institute of Chemical Technology**

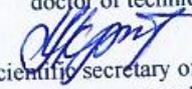
Thesis defense will take place on 28 March, 2024 at 14³⁰ the meeting of Scientific council DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 at Tashkent State technical university named after Islam Karimov at State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot» (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (99871) 246-39-28/(99871) 227-12-73, e-mail: fan va taraqqiyyot@mail.ru).

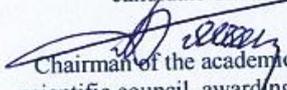
The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot» (is registered under № 15-23). Address. 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (99871) 246-39-28/(99871) 227-12-73

Abstract of dissertation sent out on 11 March, 2024 y.




S.S. Negmatov
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor


M.E. Ikramova
Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees,
candidate of chemical sciences, s.r.a.


A.M. Eminov
Chairman of the academic seminar under the
scientific council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of (PhD) thesis)

The aim of the research work is to develop composite effective furano-epoxy polymer materials and obtain coatings based on them for mechanical engineering.

The objects of research work are furano-epoxy resin (FAED-20) and fillers: kaolin, talc, copper oxide, iron oxide, mica powder, graphite, iron powder, dibutyl phthalate as a plasticizer; polyethylene polyamine (PEPA) was obtained as a hardener.

Scientific novelty of the research work:

the regularities of changes in the electro-thermophysical, antifreeze-strength properties of composite furano-epoxy polymer materials have been established depending on the type, content and ratio of organomineral ingredients introduced into the furano-epoxy polymer;

an effective composition of composite electro-thermally conductive and antifriction-strength furano-epoxy polymer materials with high electro-thermally conductive and antifriction-strength properties with a low coefficient of friction is proposed for use in working bodies of machines and mechanisms operating in conditions of contact interaction with raw cotton;

an effective method and technology for obtaining new composite chemical furano-epoxy polymer materials and coatings based on them for machine-building purposes with high electro-heat-conducting and antifriction-strength properties has been developed;

It was revealed that when using the developed electro-thermally conductive and antifriction-strength composite furano-epoxy polymer materials and coatings based on them, the efficiency of the working bodies of machines and mechanisms increased by 1.5-1.8 times.

technological regulations have been developed for the production of electro-thermally conductive antifriction-wear-resistant composite polymer materials using organomineral fillers, depending on the type, nature, content and ratio of the material and external factors when working with raw cotton.

Implementation of the research results. Based on the scientific results on the development of composite effective furano-epoxy polymer materials and technology for obtaining coatings from them for machine-building purposes, the following scientific results were obtained:

composite furano-epoxy polymer materials and coatings based on them with high electro-thermally conductive antifriction and strength properties were introduced on the surfaces of working bodies of machines and mechanisms at the Kamashinsky Cotton Gin Plant (reference No.02-11/347 of PAXTASANOAT ILMIIY MARKAZI JSC dated July 11, 2023). As a result, it became possible to increase the productivity of cotton machines and mechanisms up to 7-8%, and the electric power consumption of the pneumatic transmission motor decreased by 10-14%.

The developed coatings made of furano-epoxy polymer materials were introduced at the Kamashinsky cotton Gin plant on the surface of pneumatic

transmission pipelines, gutters and screws (reference No.02-11/347 of PAXTASANOAT ILMYIY MARKAZI JSC dated July 11, 2023). As a result, it became possible to economically use energy sources, which made it possible to increase the efficiency of machines and mechanisms by 1.5-1.8 times, and reduce defects in working surfaces several times.

The structure and scope of the thesis. The dissertation work is presented in 114 pages and consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of literary sources and appendices.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
I бўлим (I часть; I part)

1. Негматов С.С., Улмасов Т.У., Абед Н.С., Сайдахмедов Р.Х., Тухлиев М.Ш. и др. Исследование вибропоглощающих композиционных терморезистивных полимерных материалов, наполненных органоминеральными ингредиентами // Композицион материаллар, 2020, №3, - С. 292-293.
2. Негматов С.С., Махаммаджонов З.У., Абдуллаев О.Х., Абед Н.С., Улмасов Т.У., Тухлиев М.Ш. и др. Исследование адгезии наполненных поликапроамидных покрытий к металлическим субстратам // Композицион материаллар, 2020, №3, - С. 299-300.
3. Негматов С.С., Абед Н.С., Улмасов Т.У., Жовлиев С.С., Тухлиев М.Ш. и др. Особенности механического поведения вязкоупругих свойств демпфирующих полимерных материалов // Композицион материаллар, 2020, №3, - С. 319-320.
4. Негматов С.С., Абед Н.С., Тухлиев М.Ш., Бозорбоев Ш.А., Негматов Ж.Н. и др. Исследование прочностных и теплофизических свойств разрабатываемых композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе // Universum: технические науки (электронный научный журнал) выпуск: № 7(112) Июль 2023, Часть 1, Москва, - С. 60-66.
5. Негматов С.С., Абед Н.С., Тухлиев М.Ш., Негматов Ж.Н., Бозорбоев Ш.А., Эшкobilов О.Х. и др. Комплексный анализ теоретических и экспериментальных исследований в области электро-теплофизических и антифрикционно-прочностных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе // Universum: технические науки (электронный научный журнал) выпуск: № 7(112) Июль 2023, Часть 1, Москва, - С. 67-73.
6. Негматов Ж.Н., Тухлиев М.Ш., Эшкobilов О.Х. и др. Разработка технологии и технологической линии получения электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных терморезистивных полимерных материалов // Композицион материаллар, 2023, №3, - С. 131-134.
7. Негматов С.С., Тухлиев М.Ш., Абед Н.С., Эшкobilов О.Х. Исследование теплофизических свойств композиционных терморезистивных полимерных материалов // Композицион материаллар, 2023, №3, - С. 93-95.
8. Тухлиев М.Ш., Эшкobilов О.Х., Негматов Ж.Н. Абед Н.С., Негматов С.С. и др. Технология получения покрытий из электро-теплопроводящих антифрикционно-прочностных композиционных терморезистивных полимерных материалов // Композицион материаллар, 2023, №3, - С. 135-137.
9. Тухлиев М.Ш., Абед Н.С., Негматов Ж.Н. Эшкobilов О.Х. и др. Опытные-производственные испытания электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных терморезистивных

полимерных материалов и покрытий из них // Композицион материаллар, 2023, №3, - С. 215-217.

10. Тухлиев М.Ш., Эшкobilов О.Х., Негматов Ж.Н. Разработка научно-методических принципов получения электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных термореактивных эпоксидных, фурано-эпоксидных и фураноэпоксисилановых материалов и покрытий на их основе для применения в рабочих органах машин и механизмов хлопкоперерабатывающих производств // Композицион материаллар, 2023, №3, - С. 214-215.

И бўлим (II часть; II part)

11. Негматов С.С., Икрамова М.Э., Султанов С.Ў., Тухлиев М.Ш. Металл ва конструкцион материалларнинг коррозиясини олдини олишда композицион полимер қопламаларни ўрни // Жиззах политехника институти “Замонавий тадқиқотлар, инновациялар, техника ва технологияларнинг долзарб муаммолари ва ривожланиш тенденциялари” мавзусида 2021 йил 9-10 апрель кунлари ўтказиладиган Республика миқёсидаги илмий-техник анжумани материаллари тўплами 1-ТОМ. - С.240-242.

12. Тухлиев М.Ш., Негматова К.С., Эшмурадов Б.Б., Негматов С.С., Абед Н.С. и др. Исследование физико-механических свойств модифицированных эпоксидных композиционных материалов // «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение» Международная научно-техническая конференция 16-17 сентября 2021 года. - С. 142-143.

13. Улмасов Т.У., Эшмурадов Б.Б., Жовлиев С.С., Абдуллаев О.Х., Тухлиев М.Ш. Исследование влияния надмолекулярной структуры адгезива на адгезионную прочность при формировании покрытий // «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение» Международная научно-техническая конференция 16-17 сентября 2021 года. - С. 155-156.

14. Бабаханова М.А., Негматова К.С., Эшмурадов Б.Б., Негматов С.С., Султанов С.У., Тухлиев М.Ш. Особенности структуры и их влияние на свойства композиционных полимерных материалов // «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение» Международная научно-техническая конференция 16-17 сентября 2021 года. - С. 170-171.

15. Бабаханова М.А., Негматова К.С., Эшмурадов Б.Б., Негматов С.С., Султанов С.У., Тухлиев М.Ш. Модификацияланган полимер композицион қопламалар // «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение» Международная научно-техническая конференция 16-17 сентября 2021 года. - С. 172-173.

16. Тухлиев М.Ш., Жабборов Б.Т., Негматов С.С., Туляганова В.С., Бабаханова М.Г. Выбор объекта и методика определения физико-механических свойств полимеров, минеральных наполнителей и электроизоляционных полимерных композиции // «Новые композиционные

материалы: получение и применение в различных отраслях промышленности» Республиканская научно-техническая конференция 15-16 сентября 2022 года. – С. 156-156.

17. Тухлиев М.Ш., Негматов С.С., Жабборов Б.Т., Туляганова В.С., Бабаханова М.Г. О возможности разработки высокоэффективных электроизоляционных материалов и изделий на их основе // «Новые композиционные материалы: получение и применение в различных отраслях промышленности» Республиканская научно-техническая конференция 15-16 сентября 2022 года. – С. 156-157.

18. Султанов С.У., Негматова К.С., Абед Н.С., Облобердиев С.Н., Тухлиев М.Ш. и др. Исследование механизма взаимодействия эпоксидных смол с реакционноспособными соединениями применительно к разработке антикоррозионных покрытий // «Новые композиционные материалы: получение и применение в различных отраслях промышленности» Республиканская научно-техническая конференция 15-16 сентября 2022 года. - С. 150-151.

19. Негматов С.С., Абед Н.С., Эшкobilов О.Х., Тухлиев М.Ш., Жалилов Ш.Н. Исследование прочностных свойств разрабатываемых композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе// «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов на основе местного и вторичного сырья» Республиканская научно-техническая конференция 14-15 сентября 2023 года. - С. 25-26.

20. Негматов С.С., Абед Н.С., Эшкobilов О.Х., Тухлиев М.Ш. и др. Выбор и обоснование полимеров и органоминеральных наполнителей для исследования и разработки композиционных материалов и покрытий на их основе // «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов на основе местного и вторичного сырья» Республиканская научно-техническая конференция 14-15 сентября 2023 года. - С. 58-59.

21. Негматов С.С., Абед Н.С., Эшкobilов О.Х., Тухлиев М.Ш., Негматов Ж.Н., Джабаров Б.Т. Разработка научно-методических принципов получения электропроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных фурано-эпоксидных материалов и покрытий на их основе для применения в рабочих органах машин и механизмов хлопкоперерабатывающих производств // «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов на основе местного и вторичного сырья» Республиканская научно-техническая конференция 14-15 сентября 2023 года. - С. 61-63.

22. Негматов С.С., Абед Н.С., Эшкobilов О.Х., Тухлиев М.Ш., Джабаров Б.Т. Техничко-экономическая эффективность применения разработанных электро-теплопроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных фурано-эпоксидных полимерных покрытий в машинах и механизмах хлопкоочистительной промышленности // «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов на основе местного и вторичного сырья» Республиканская научно-техническая конференция 14-15 сентября 2023 года. - С. 66-67.