

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

САЙФУЛЛАЕВА ГУЛҲАЁ ИХТИЁР ҚИЗИ

**МАШИНАСОЗЛИК УЧУН ЮҚОРИ ЭЛЕКТРОФИЗИК ВА
АНТИФРИКЦИОН- МУСТАҲКАМЛИК ХОССАСИГА ЭГА
ТЕРМОРЕАКТИВ ПОЛИМЕР КОМПОЗИЦИЯСИ ВА ПОЛИМЕР
ҚОПЛАМАЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.07- Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимё ва технологияси (техника
фанлари)

05.02.01. - Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси. Радиоактив,
камёб ва нодир элементлар технологияси (техника фанлари)

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

Тошкент – 2021

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

Сайфуллаева Гулхаё Ихтиёр қизи

Машинасозлик учун юқори электрофизик ва антифрикцион-
мустаҳкамлик хоссасига эга термореактив полимер композицияси ва
полимер қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш..... 3

Сайфуллаева Гулхаё Ихтиёр кизи

Разработка термореактивной полимерной композиции и технологии
получения полимерных покрытий с высокими электрофизическими и
антифрикционными свойствами для машиностроения..... 20

Sayfullaeva Gulkhayo Ikhtiyor kizi

Development of thermosetting polymer composition and technology for
obtaining polymer coatings with high electrophysical and antifriiction-
strength properties for mechanical engineering..... 38

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 42

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

САЙФУЛЛАЕВА ГУЛҲАЁ ИХТИЁР ҚИЗИ

**МАШИНАСОЗЛИК УЧУН ЮҚОРИ ЭЛЕКТРОФИЗИК ВА
АНТИФРИКЦИОН - МУСТАҲКАМЛИК ХОССАСИГА ЭГА
ТЕРМОРЕАКТИВ ПОЛИМЕР КОМПОЗИЦИЯСИ ВА ПОЛИМЕР
ҚОПЛАМАЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.07- Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимё ва технологияси (техника
фанлари)

05.02.01. - Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси. Радиоактив,
камёб ва нодир элементлар технологияси (техника фанлари)

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

Тошкент – 2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.1.PhD/T1897 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Ислоом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» 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 раҳбарлар:

Негматов Сайибжан Садикович

техника фанлари доктори, профессор,
ЎзР ФА академиги, Ўзбекистон Республикаси
фан арбоби

Абед Нодира Сойибжоновна

техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Рисқулов Алимжон Аҳмаджонович

техника фанлари доктори, профессор

Сафаров Тоир Турсунович

техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот:

Андижон машинасозлик институти

Диссертация ҳимояси Ислоом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» ДУК ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил « 22 » апрель соат 11⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (+99871) 246-39-28; факс: (+99871) 227-12-73, e-mail: fan va taraqqiyot@mail.ru, www.gupft.uz «Фан ва тараққиёт» ДУК биноси, 2- қават, анжуманлар зали).

Диссертация билан «Фан ва тараққиёт» ДУКнинг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (13-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (+99871) 246-39-28; факс: (+99871) 227-12-73

Диссертация автореферати 2021 йил « 10 » апрель куни тарқатилди.
(2021 йил 19 март «7» рақамли реестр баённомаси).

А.В. Умаров

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш раис ўринбосари, т.ф.д., профессор

М.Э. Икрамова

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

А.М. Эминов

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Бугунги кунда дунёда полимер материаллар саноатнинг кўплаб соҳаларида кенг миқёсда қўлланилиб келинмоқда. Металл сирт юзаларига юпқа плёнкалар кўринишида суртиладиган полимер материаллари оғир юкларга бардош бериши, иссиқликга чидамлилиги билан бошқа полимерларга нисбатан мустаҳкамроқ ва ўзгаришга камроқ учрайди. Машиналар ва механизмларнинг ишчи органларида юқори электрофизик ва антифрикцион-мустаҳкам хусусиятларга эга бўлган полимер қопламалардан фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳон миқёсида машинасозлик учун антифрикцион-мустаҳкам, электрофизик хусусиятларга эга бўлган, арзон ва ноёб бўлмаган материаллар яратиш бўйича тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада композицион полимер материаллардаги компонентларнинг структурасига, электрофизик, антифрикцион-мустаҳкам ва ейилишбардош хоссаларига таъсирини аниқлаш, антифрикцион-мустаҳкам ва ейилишбардош композицион полимер материаллар ва улар асосида қопламаларини ишлаб чиқариш технологиясини яратишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда машинасозлик мақсадлари учун антифрикцион-мустаҳкам, ейилишбардош композицион полимер материаллар ва улар асосида қопламалар олиш, пахтани қайта ишлаш машина ва механизмларнинг ишчи органларининг иш унумдорлигини ошириш билан бир қаторда пахта толасининг табиий хусусиятларини ҳам сақлаб қолиш чора-тадбирлар олиб борилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. «Кимё саноати корхоналарини молиявий-иқтисодий соғломлаштириш ва уларнинг фаолиятини барқарорлаштириш, амалдаги ишлаб чиқаришларни модернизация қилиш, углеводород хомашёси ва минерал ресурсларни чуқур қайта ишлаш, шунингдек, ишлаб чиқарилаётган юқори қўшилган қийматли кимёвий маҳсулотлар номенклатурасини кенгайтириш борасидаги чора-тадбирлар амалга ошириш»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, термореактив полимер материалларини ишлаб чиқишда қўлланиладиган оргономинерал тўлдирувчиларнинг хусусиятларини аниқлаш, машинасозлик мақсадлари учун импорт ўрнини босувчи арзон юқори электрофизик ва антифрикцион-мустаҳкамлик хоссасига эга бўлган термореактив композицион полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларни ишлаб чиқиш муҳим илмий аҳамият эга ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 24 августдаги ПҚ-4426-сон «Давлат ва хўжалик бошқаруви ҳамда маҳаллий ижроия ҳокимияти

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сонли «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибдорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида» тўғрисидаги қарори

органларининг ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш ва саноат тармоқларида кооперация алоқаларини жадаллаштиришнинг янги тизимини жорий этиш бўйича масъулиятини янада ошириш тўғрисида» ги Қарорлари, 2019 йил 23 октябрдаги ПФ-5853-сон «Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида» ги Фармони ва мазкур соҳа фаолиятига тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгилаган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Янги композицион полимер материаллар (КПМ) ва уларни олиш технологиясини ишлаб чиқишга Блайт Э.Р., Блур Д., J.Livermore, D.Ilstrup, B.Morrey, B.A. Белый, A.Д. Яковлев, A.B. Струк, C.A. Вольфсон, A.A. Берлин, M.C. Акутин, Ю.С. Липатов, Э.Ф. Олейник, Ф. Мэттьюз, Г.С. Головкин, Hayashi, S. Hulemand, R. Morgen, A. D'Amore, D. Jully, G. Akovali, H.C. Ениколопов, C.H. Журков, B.B. Коршак, M.A. Аскарлов, C.Ш. Рашидова, C.C. Негматов, A.A. Рыскулов, A.C. Ибодуллаев, A.X. Юсупбеков каби таниқли олимлар ўз хиссаларини қўшганлар. Полимер материалларининг ишқаланиши оқибатида юзага келувчи электрофизик жараёнлар ва ҳодисаларининг механизм ва қонуниятларини илмий тадқиқоти билан B.B. Дерягин, Ю.А. Евдокимов, B.A. Сажин, M.T. Балабеков, Ю.И. Василенко, A.H. Губкина, H.G. Дроздов, H.M. Микин, Г.А. Луцейкин, C.K. Постников, A.Ц. Свириденков каби олимлар шуғулланишган. Полимер материалларининг толасимон моддалар билан ўзаро аниқ таъсирлашуви механизмининг ёритишга катта хисса қўшган олимлардан И.В. Крачельский, C.C. Негматов, Г.А. Кукин, Г.И. Мирошниченко, P.Г. Махкамов, Г.А. Тихомиров, Г.Г. Гулямов, H.C. Абед, A.H. Суслин ва бошқалар.

Мавжуд ишларнинг таҳлилидан келиб чиққан ҳолда, машинасозлик мақсадлари учун юқори электрофизик ва антифрикцион-мустаҳкамлик хоссларига эга бўлган композицион полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларни ишлаб чиқиш ҳамда импорт ўрнини босувчи термореактив полимер композицияларни олиш технологиясини яратиш масаласи батафсил ёритилмаган. Бу эса, композицион термореактив полимер материаллар ва улардан тайёрланган деталларнинг антифрикцион-ейилишбардош ва электрофизик хоссаларини ҳамда уларни олишнинг оптимал технологик жараёнларини комплекс ўрганиш жараёнидаги маълум бир мураккабликлар билан боғлиқ. Мазкур диссертация иши ушбу муаммоларни ҳал этишга қаратилган.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.

Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат университети «Фан ва тараққиёт» ДУК илмий-тадқиқот ишлари режасининг №ППИ-12-45 «Термопластик полимерлар ва ноорганик тўлдирувчилар асосидаги антифрикцион ва емирилишга чидамли композицион материалларни олишнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш ва улар асосида пахтани қайта ишловчи комплекс ишчи органлари учун эҳтиёт қисмларини тайёрлаш», №ППИ-А-12-95 «Толали масса (пахта хомашёси) билан ўзаро таъсирлашувчи кристаллсимон полимерлар асосидаги антифрикцион ва емирилишга чидамли нанокөмпозитларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш», №ПЗ-20170927401 «Металл-полимер толали материаллар билан ўзаро таъсирлашув шароитида ишловчи машинасозлик учун аввалдан ўрнатилган антифрикцион-емирилишга чидамли антистатик-иссиқлик ўтказувчи ҳоссали композит металл-полимер материалларини олиш технологияси ва импорт ўрнини босувчи таркибларини ишлаб чиқиш» мавзуларидаги илмий лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади машинасозлик учун юқори электрофизик ва антифрикцион-мустаҳкамлик хоссасига эга терморреактив полимер композицияси ва полимер қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

пахтани қайта ишлаш машиналари механизмларининг ишчи органларида ишлатиш учун композицион терморреактив полимер материалларини ишлаб чиқишда қўлланиладиган органоминарал тўлдирувчиларнинг электрофизик, физик-кимёвий ва механик хусусиятларини тадқиқ қилиш;

ЭД-16 смоласи асосида ишлаб чиқиладиган композицион терморреактив полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларнинг энг муҳим мустаҳкамлик хоссаларини ўрганиш;

пахтани қайта ишлаш машиналари ва механизмларининг ишчи органлари учун ЭД-16 смоласи асосидаги электр ўтказувчан ва антифрикцион-мустаҳкам композицион терморреактив полимерлар ва улар асосидаги қопламаларни ишлаб чиқиш;

машинасозлик мақсадларида ЭД-16 смоласи асосидаги электр ўтказувчан ва антифрикцион-мустаҳкам композицион терморреактив полимерлар ва улар асосидаги қопламаларни олиш технологиясини ва илмий-услубий тамойилларни ишлаб чиқиш;

ЭД-16 смоласи асосида ишлаб чиқилган электр ўтказувчан ва антифрикцион-мустаҳкам композицион полимерлар ва улар асосидаги қопламаларни олиш бўйича тажриба-технологик регламент ва улардан фойдаланиш бўйича тавсиялар билан ташкилот стандартини ишлаб чиқиш;

пахта тозалаш саноатининг машина ва механизмлари ишчи органларида қўлланган ЭД-16 смоласи асосида ишлаб чиқилган электр ўтказувчан ва антифрикцион-мустаҳкам композицион полимерлар ва улар асосидаги қопламаларнинг техник-иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш ва уни амалга

ошириш бўйича амалий тавсиялар бериш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида эпоксид смоласи (ЭД-16, ГОСТ 10587-72) ва тўлдирувчилардан, тальк (ГОСТ 879- 52), сажа (ТУ 5-52 АТГ-70), Ангрен каолини (АКТ-10), графит (ГОСТ 5261-85), темир кукуни (ГОСТ 9849-74), полиэтиленполиамин (ПЭПА, ТУ6-02-594-70), дибутилфталат (ДБФ, ГОСТ 8728-66) олинган.

Тадқиқотнинг предмети пахта толасининг полимер қопламалар билан органоминерал тўлдирувчиларнинг электрофизик, физик-кимёвий ва механик хоссаларига боғлиқ ҳолда уларнинг тури, миқдори ва нисбатларини олинган терморреактив полимер композициянинг хоссасига таъсири қонуниятларини аниқлаш ва юқори электрофизик ва антифрикцион-мустваҳкам, ейилишбардош терморреактив композицион полимер материаллар ва улар асосида қопламаларнинг оптимал таркибини ишлаб чиқиш, шунингдек, саноат шароитида уларнинг ишлаш қобилиятини ва самарадорлигини аниқлаш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертацияда ИҚ-Фурье спектроскопияси, рентгенфазали таҳлил, композицион терморреактив полимер материалларнинг пахта толаси билан антифрикцион-ейилишбардош, электрланиш ва триботехник хоссалари диски трибометр (O'zDSt 3330:2018), ГОСТ 14236-81 (мустваҳкамлик хоссалари), ЭМВ-100 БР микроскопи (микроструктураси) ёрдамида аниқлаш усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

полимер таркибига киритилган органоминерал ингредиентларнинг тури, миқдори ва нисбатига боғлиқ ҳолда композицион терморреактив эпоксид полимер материалларининг электрофизик ва антифрикцион-мустваҳкамлик хусусиятларининг ўзгариши аниқланган;

пахта хомашёси билан ўзаро таъсирлашиш шароитларида ишлайдиган пахтани қайта ишлаш машина ва механизмларининг ишчи органларида қўллаш учун паст ишқаланиш коэффициентига, юқори электрофизик ва мустваҳкамлик хоссасига эга бўлган композицион электр ўтказувчан ва антифрикцион-мустваҳкам терморреактив эпоксид полимер материалининг оптимал таркиби ишлаб чиқилган;

машинасозлик мақсадларида юқори электр ўтказувчан ва антифрикцион-мустваҳкамлик хусусиятларига эга бўлган янги композицион терморреактив эпоксид полимер материали ва улар асосида қопламалар олишининг усули ишлаб чиқилган;

пахта хомашёси билан ўзаро таъсирлашиш шароитларида ишлайдиган, органоминерал тўлдирувчиларни қўллаб олинган антифрикцион-мустваҳкам композицион эпоксид полимер материаллар ва улар асосидаги қопламалар паст ишқаланиш коэффициентига, юқори электрофизик ва мустваҳкамлик хоссасига эга бўлиши аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

машинасозлик мақсадлари учун электрўтказувчан ва антифрикцион-мустваҳкам композицион терморреактив полимер материаллар ва улар асосида

қопламалар ишлаб чиқилган;

ЭД-16 смоласи асосида яратилган композицион терморектив эпоксид полимер материаллар ва улар асосидаги қопламалар пахтани қайта ишлаш машина ва механизмларининг ишчи қисмларини ишлаб чиқаришда ва таъмирлашда электр ўтказувчан, антифрикцион-муштаҳкам материал сифатида ишлатилиши асосланган;

машинасозлик мақсадлари учун ЭД-16 смоласи асосида композицион терморектив полимер қопламаларни олиш учун ташкилот стандарти ва тажриба-технологик регламент ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги фойдаланилган физик-кимёвий ҳамда физик-механик тадқиқот усуллари билан асосланган. Композит полимер материалларнинг физик-механик ва антифрикцион хоссалари тадқиқотидан олинган натижалар математик-статик усул орқали қайта ишланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти пахта хомашёсини қайта ишлаш учун машина ва механизмларнинг ишчи органлари самарадорлигини ва ишлаш қобилиятини оширишни таъминловчи, юқори электрофизик ва антифрикцион-муштаҳкам хоссага эга бўлган композицион эпоксид полимер материаллар ва улар асосидаги қопламалар ишлаб чиқилган ҳамда пахта хомашёси билан композицион терморектив эпоксид полимер материалларнинг ишқаланиш коэффиценти, электрофизик ва муштаҳкамлик хоссаларидаги тамайилларни аниқлаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган терморектив антифрикцион-муштаҳкам композицион эпоксид полимер материали билан қопланган пахтани қайта ишлаш машина ва механизмлар ишчи органларининг ишлаш қобилиятини яхшилаш ва самарадорлигини ошириши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Машинасозлик учун юқори электрофизик ва антифрикцион- муштаҳкамлик хоссасига эга терморектив полимер композицияси ва полимер қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

ЭД-16 смоласи асосидаги электр ўтказувчан ва антифрикцион-муштаҳкам терморектив полимер қоплама Пискент пахта тозалаш заводида амалиётга жорий этилган («Ўзбекпахтасаноат илмий маркази» акциядорлик жамиятининг 2021 йил 16 мартдаги 01-13/120-сон маълумотномаси). Натижада, пахта толасини қайта ишлашда унумдорликни ошириш ҳамда машина ва механизмларнинг энергия сарфини камайтириш имконини берган;

ишлаб чиқилган композицион полимер қоплама Пискент пахта тозалаш заводида пневматик транспортнинг ишчи органларида антифрикцион-ейилишбардош қоплама сифатида жорий этилган («Тошкент Минтақавий пахта терминали» МЧЖ Пискент пахта тозалаш акциядорлик жамиятининг 2020 йил 20 декабрдаги 88-1- сон маълумотномаси). Натижада, пахта толасининг механик шикастланиши 0,75 % га, уруғлар шикастланиши 2.5-

3.9% га, энергия сарфининг 10-14% га пасайиши, унумдорликнинг 7 ÷ 14% ошиш, шунингдек, ёнғин чиқиш хавфининг камайиш имкониятини берган;

«Модификацияланган термореактив композицион полимер материаллари ва улар асосидаги қопламалар олиш технологик регламенти»га «Пискент пахтатозалаш заводи» АЖ билан ўртатилган тартибда келишилган (21.01.2020 й.) (ТР 40.4-14952796-10:2020). Натижада, термореактив композицион полимер материаллар асосида антифрикцион-ейилишбардош ва юқори электрофизик хоссаларга эга қопламалар олиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 3 та республика илмий-техник ва 4 та халқаро конференцияларда маъруза қилинган ҳамда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 19 та илмий иш эълон қилинган. Улардан 12 таси илмий мақолалар бўлиб, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестацион комиссияси томонидан докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган республика журналларида 5 та ва халқаро журналларда 6 та мақола эълон қилинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 130 саҳифани ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад-вазифалари келтирилган, тадқиқот объекти ва предмети кўрсатилган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги аниқланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий-назарий ва амалий аҳамияти ёритилган, ишланмаларнинг ишлаб чиқаришда жорий қилинганлиги, ишнинг ишлаб чиқариш синовидан ўтказилганлиги, чоп этилган ишлар тўғрисида маълумотлар, диссертация тузилиши ҳақидаги маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Мавжуд композит полимер материаллари ва улар асосидаги қопламаларнинг замонавий ҳолати ва таҳлили**» номли биринчи бобида ЭД-16 смоласи асосидаги юқори электрофизик ва антифрикцион- мустаҳкам композит полимер материаллар ва қопламаларни ишлаб чиқиш, уларни пахтани қайта ишловчи машина ва механизмлар ишчи органларида қўллаш орқали пахтани қайта ишловчи машина ва механизмларнинг иш қобилияти ва самарадорлигини ошириш муаммосига бағишланган диссертация мавзуси бўйича илмий тадқиқотларнинг чуқур таҳлили билан шарҳи келтирилган.

Юқорида таъкидланганидек, толали масса бўлган пахта хом-ашёси билан ўзаро таъсирлашувда ишловчи самарали антифрикцион-мустаҳкам композит полимер материаллар ва қопламаларни ишлаб чиқиш етарлича

ўрганилмаган, бу эса пахта хом-ашёси тузилишининг мураккаблигини кўрсатади. Пахта хом-ашёси билан контактли ўзаро таъсирлашув шароитида ишловчи композит полимер қопламаларнинг юқори электрофизик, антифрикцион- мустаҳкамлик ҳоссаларининг комплекс тадқиқоти олиб борилиши зарурлиги, шунингдек қўйилган вазифаларни бажариш борасида илмий-техник ёндошувлар ва илмий-услубий тамойиллар етарлича ўрганилмаганлиги мазкур диссертация иши мақсадини аниқлаб беради.

Диссертациянинг «**Тадқиқот объектини танлаш ва асослаш методлари**» номли иккинчи бобида машинасозликда агрессив муҳитлар билан ўзаро таъсирда ишлайдиган композицион полимер материалларини ишлаб чиқариш ҳамда саноат чиқиндиларидан термореактив полимерлар ва органоминерал тўлдирувчиларини танлаш ва асослаш келтирилган. Композицион полимер материаллари ва қопламаларининг физик-кимёвий, механик, электр, термофизик ва антифрикцион- мустаҳкам хусусиятларини аниқлашнинг экспериментал-тажрибалар тадқиқотини ўтказиш усуллари шакллантирилган ва асосланган. Шунингдек, олинган натижаларнинг математик-статик қайта ишлаш жараёнлари келтирилган.

Диссертациянинг «**Тўлдирувчиларнинг электрофизик ва антифрикцион хусусиятларини ўрганиш ва машинасозлик учун юқори электрофизик ва антифрикцион-мустаҳкам термореактив полимер композицияси улар асосида самарали қопламалар тайёрлаш**» деб номланган учинчи бобида композицион полимер материаллар ва қопламалар электрофизик ва антифрикцион-мустаҳкамлик ҳоссалари тўлдирувчиларнинг тури ва табиатига боғлиқ равишда полимер-пахта ишқаланувчи жуфтлиги тизимидаги электрлашув жараёнинининг экспериментал тадқиқоти натижалари, шунингдек пахтани қайта ишлаш машина ва механизмларнинг эксплуатацион омиллари акс этган.

Амалга оширилган назарий ва экспериментал тадқиқотлар таҳлили шуни кўрсатдики, полимер қопламалар билан пахта хом-ашёсининг ўзаро таъсирлашуви жараёнлари мураккаб табиатга эга. Бундан ташқари, полимер қопламаларининг электрлашуви камайиши билан уларнинг антифрикцион ҳоссларининг яхшиланишига олиб келади. Ушбу натижалар пахта хом-ашёси билан ўзаро таъсирлашув шароитида ишловчи полимер қопламаларнинг электрўтказувчанлик ва антифрикцион- мустаҳкамлик ҳоссаларини йўналтирган ҳолда ўзгартириш ва назорат қилиш имконини беради.

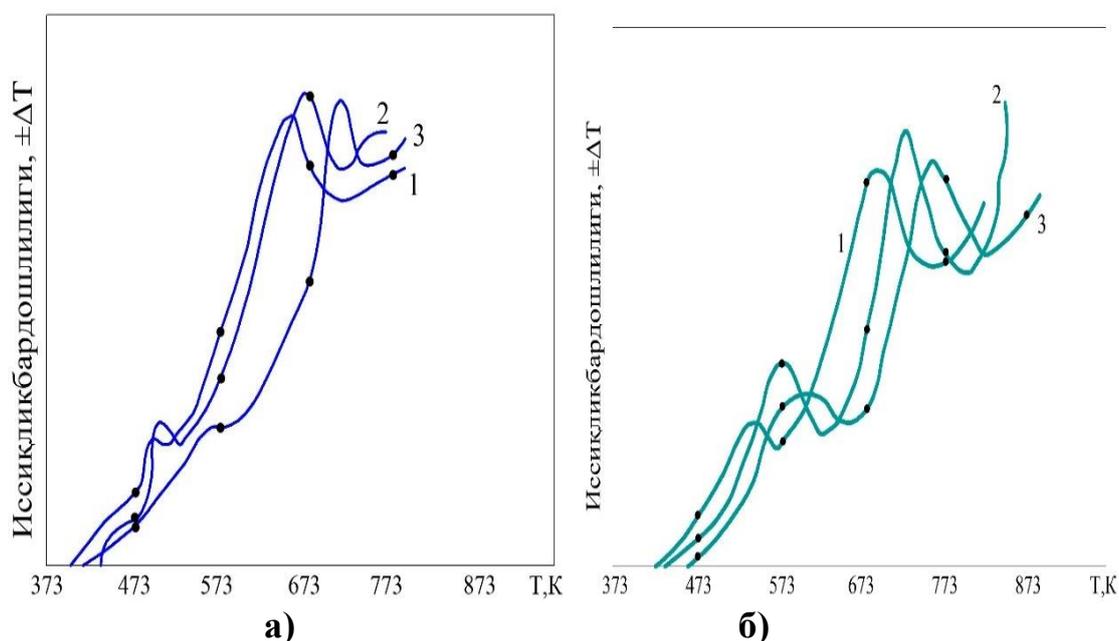
Машина ва механизм ишчи органларида ишлатадиган композицион материаллар яратишда муваффақиятли полимер боғловчи сифатида ЭД-16 ишлатилиши мумкинлиги аниқланди. Шу мақсадда ундан антифрикцион электр ўтказувчан композицион материаллар яратиш учун асос сифатида танлаб олинди. Шуни ҳам айтиш керакки, бу полимер материал энг яхши антифрикцион ҳоссали ва юқори иссиқлик бардошликга эга.

Маълумки, полимер материалларининг электрофизик, шунингдек антифрикцион- мустаҳкамлик хусусиятларининг яхшиланиши бир вақтнинг ўзида турли омилларнинг таъсир қилиши билан боғлиқ бўлиб, уларнинг энг

муҳими қўшиладиган тўлдирувчининг тури ва таркибига боғлиқ. Табиатда учрайдиган барча минерал моддалар ва саноат чиқиндилари ҳам тўлдирувчи бўлиши мумкин.

Тўлдирувчи моддаларининг киритилиши билан полимер материалининг солиштирма ҳажмий қаршилиги ва солиштирма сирт қаршилиги камаяди, шу билан бирга деярли барча тўлдирувчи моддалари термореактив полимер қопламаларининг энг муҳим хусусиятлари бўлган полимер композит материалларининг ёпишқоқлиги, микроқаттиқлиги ва иссиқликга чидамлилигига сезиларли таъсир кўрсатади.

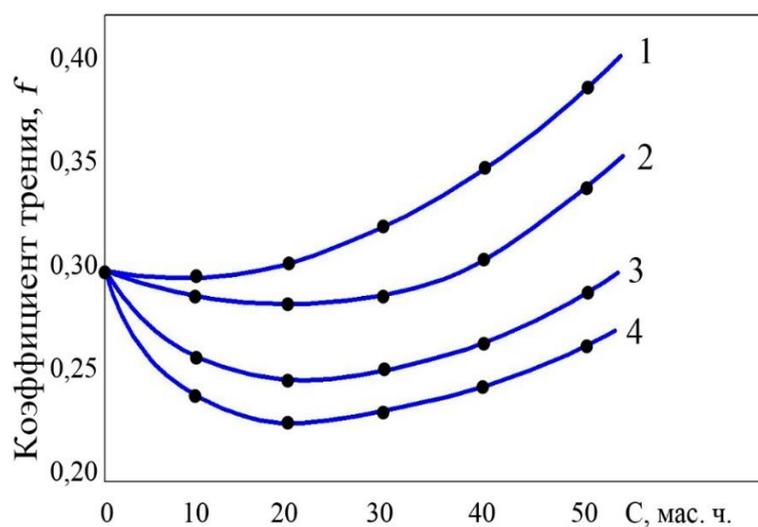
1-расмларда қурум, мис оксиди, каолин, темир кукуни, темир оксиди ва слюда уни билан тўлдирилган ЭД-16 асосидаги юқори электрофизик ва антифрикцион мустаҳкамлик хусусиятига эга композицион термореактив полимернинг дифференциал термал таҳлили натижалари кўрсатилган.



Оғирлиги бўйича 1-20 масса қисм; 2-40 масса қисм; 3-60 масса қисм

1-расм. Композицион термореактив полимер материалларининг термофизик хоссаларини тадқиқоти қурум (а), темир кукуни (б)

Таҳлил натижаларга кўра, полимер таркибига 15-20 мас.қ. каолин, тальк, графит ва қурум каби тўлдирувчилар киритилиши билан термореактив полимер композициясининг ишқаланиш коэффицентининг камайишига, тўлдирувчи миқдори ортиши билан ошишига олиб келади. Каолин ва тальк билан тўлдирилган композицияларнинг ишқаланиш коэффицентининг пасайиши уларнинг тузилишининг майда дисперслиги билан боғлиқ. Графит ва қурум билан тўлдирилган композицияда иссиқлик ва электр ўтказувчанлик юқори бўлади, сабаб уларда солиштирма сирт қаршилиги паст.



1 - каолин, 2 – тальк, 3 – графит, 4 - курум

2- расм. ЭД-16 смоласи асосидаги терморреактив полимер композициясининг, пахта хомашёси билан таъсири натижасида ишқаланиш коэффициентининг тўлдирувчи таркибига боғлиқлиги ($P = 0,02$ МПа, $v = 2,0$ м/с, $W = 8,2$ %)

Ўтказилган тадқиқотлар натижасида каолин, курум, графит, тальк каби тўлдирувчиларнинг киритилиши билан уларнинг ишқаланиш коэффициенти камайиши аниқланди.

Композициянинг минимал ишқаланиш коэффициенти курум ва графитнинг 5-10 мас.қ., тальк 10-30 мас.қ., каолин 10-30 мас.қ. оптимал миқдорда қўшилиши билан асосланди.

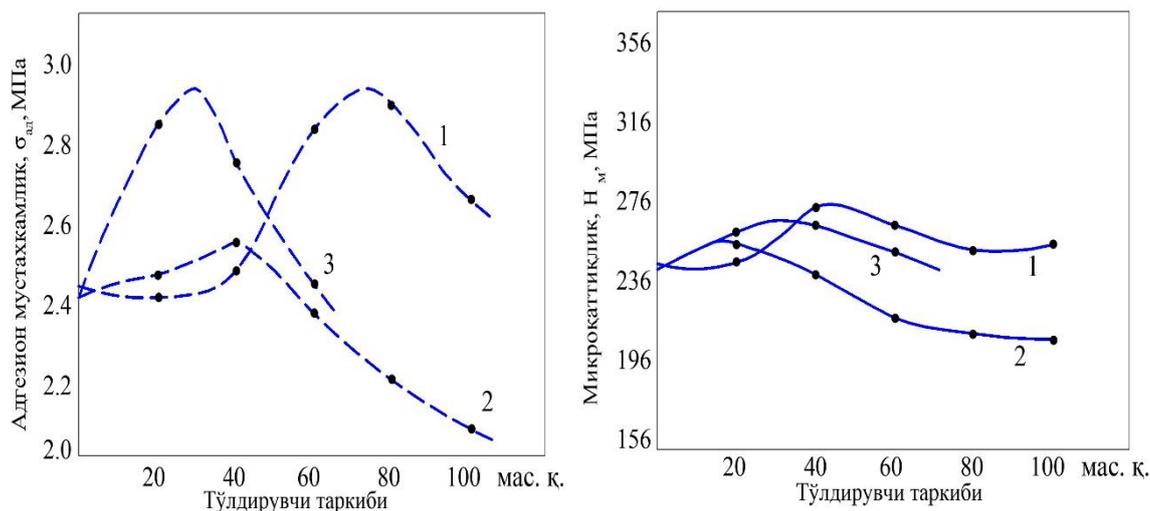
Маълумки, қопламаларнинг энг муҳим мустаҳкамлик хусусиятлари уларнинг ёпишқоқлиги ва микроқаттиқлигидир. Шунинг учун органоминерал тўлдирувчилар билан тўлдирилган терморреактив композицион полимер материалнинг микроқаттиқлик ва антифрикцион-мустаҳкамлик хоссалари бир қанча тўлдирувчилар билан тадқиқ қилинди.

Бунда, металл оксидлари, слюда уни, мис оксиди, темир оксиди, темир кукуни ва курум каби баъзи тўлдирувчи моддаларнинг таъсири кўриб чиқилди тадқиқот натижалари 3- расмда кўрсатилган.

3-расмдан 30 масса қисм курум, 70 масса қисм каолин, 40 масса қисм мис оксиди солинганда адгезион мустаҳкамлиги энг юқори. 20 масса қисм мис оксиди, 30 масса қисм курум, 40 масса қисм каолин солинганда унинг микроқаттиқлиги ортади.

Бундан кўришиб турибдики, тўлдирувчиларни оптимал миқдорда қўшиш унинг микроқаттиқлик ва адгезион мустаҳкамлик хусусиятларини яхшилайдди.

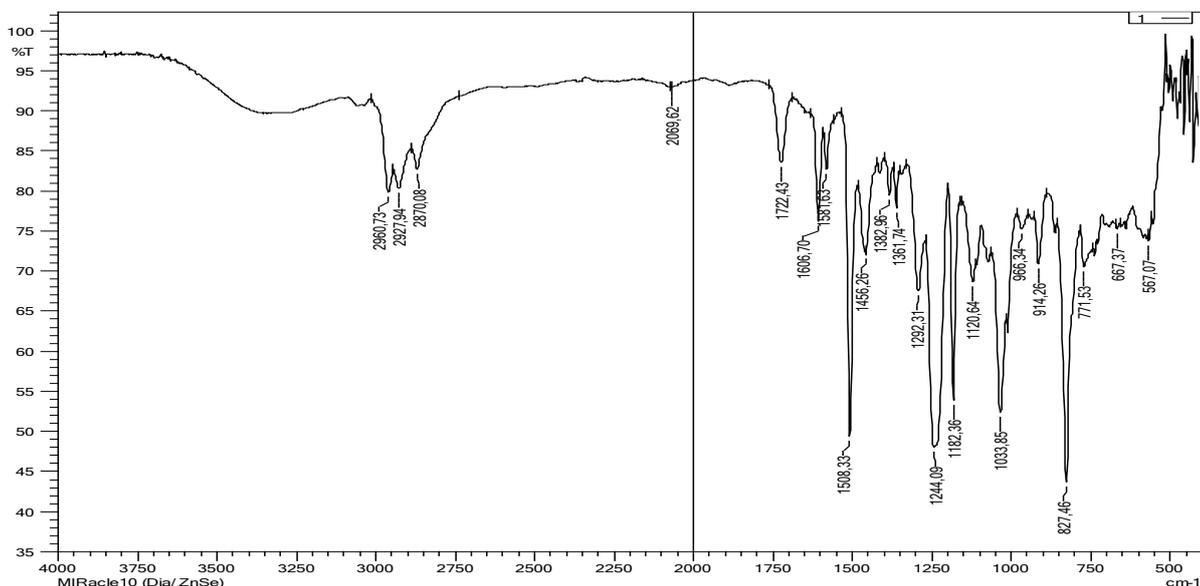
Тўлдирувчиларнинг оптимал миқдордан кўп миқдорда қўшиш адгезион мустаҳкамлик ва микроқаттиқликнинг пасайишига олиб келади.



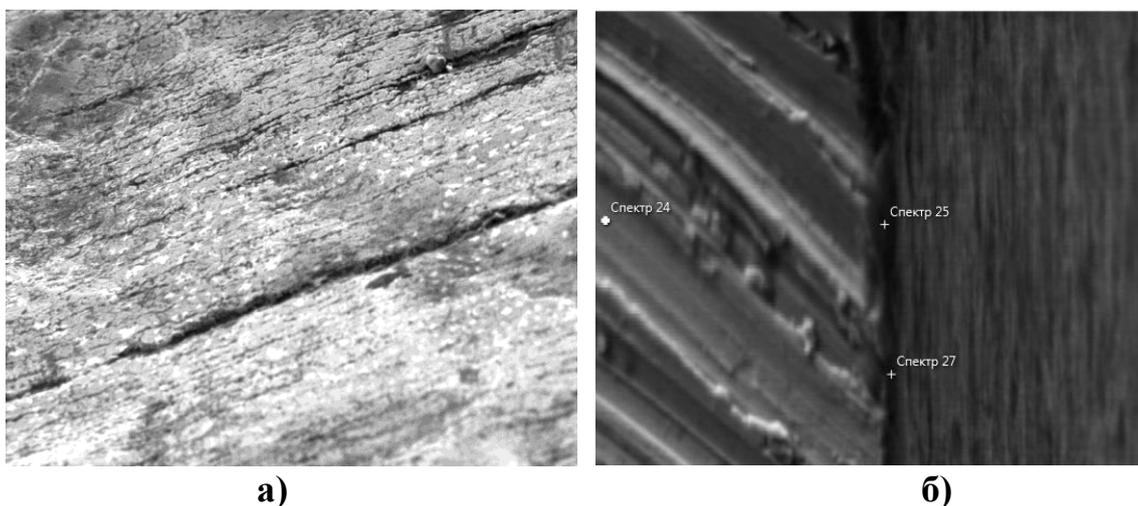
1- каолин; 2- мис оксиди; 3- қурум

3-расм. ЭД-16 смоласи асосидаги терморреактив полимер қопламаларнинг адгезион мустаҳкамлиги ва микрокаттиклигининг оргономинерал тўлдирувчиларнинг миқдори ва турига боғлиқлиги

Юқоридагилардан куйидаги хулосага келиш мумкин, полимер таркибига тўлдирувчилар киритилиши билан водород боғлари йўқолиши ва полимер матритцасининг оксидланишига олиб келади. Молекулалар орасидаги молекуляр боғ камайиб, композициянинг молекулалариаро кутбланиши ортади. Терморреактив полимер композициянинг мустаҳкамлиги ортади металл билан адгезион мустаҳкамлиги ортади. 4- расмда ИҚ спектроскопия таҳлили натижаси келтирилган.



4- расм. Графит, тальк, қурум, темир кукуни ва ПЭПА билан тўлдирилган ЭД-16 смоласи асосидаги терморреактив полимер композицияси намуналарининг ИҚ спектроскопия таҳлили натижалари



5- расм. а) термореактив полимер қопламасиз темир юзаси, б) термореактив полимер қопламали темир юзаси

Ўтказилган тадқиқот натижаларини ҳар томонлама таҳлил қилиб, ЭД-16 смоласи асосидаги полимер қопламанинг электр ўтказувчанлик ва антифрикцион хусусиятларининг таркиби ва хусусиятлари ўрганилди 1- ва 2-жадваллар.

1-жадвалда ЭД-16 смоласи асосидаги ишлаб чиқилган термореактив комопозицион полимер қопламасининг таркиби келтирилган.

1-жадвал

ЭД- 16 смлоаси эпоксид полимер асосидаги юқори электрофизик ва антифрикцион- мустаҳкам термореактив қопламанинг таркибий қисми

Компонентлар	Компонентлар миқдори, мас.қ					
	АЭК-1	АЭК-2	АЭК-3	АЭК-4	АЭК-5	АЭК-6
Эпоксид олигомери ЭД-16	100	100	100	100	100	100
Дифутилфталат	20	20	20	20	20	20
Полиэтилен-полиамин	10	10	10	10	10	10
Темир кукуни				125	150	100
Тальк	10	20	30			
Графит	10	20	30	15	10	20
Каолин	40	30	20	25	20	30

Эслатма: А- антифрикцион; П- пентапласт; Э- эпоксид; К- комопозицион

2-жадвалдан кўриниб турибдики, ЭД-16 смоласи асосидаги ишлаб чиқилган термореактив комопозицион полимер қопламасини пахта хом-ашёсини қайта ишлаш учун ишлайдиган машиналар ва механизмларининг ишчи органларида қўллаш мумкин. Бу қоплама ишчи органларнинг ишлаш шароит талабларига жавоб беради. Сабаб, минимал электр қаршилиқга, юқори электр ўтказувчанликга, паст ишқаланиш коэффицентига, юқори микроқаттиқликга эга.

ЭД- 16 смоласи эпоксид полимер асосидаги юқори электрофизик ва антифрикцион-мустваҳкам терморектив қопламанинг хусусиятлари

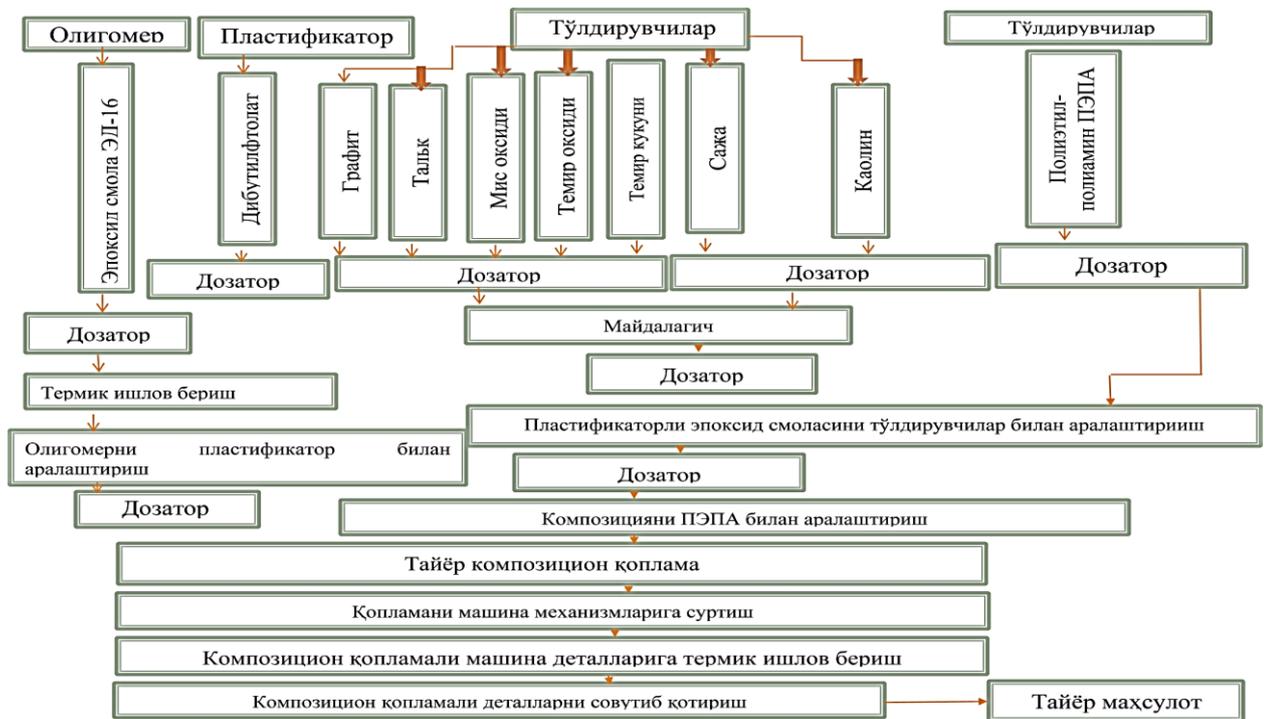
Қоплама материали	Ишқаланиш коэффициенти, f	Солиштирма сиртий қаршилиқ ρ_s , Омсм	Микроқаттиқлик, H_m , МПа
АЭК-1	0.56 ÷ 0.28	$1.9 \cdot 10^9$	214
АЭК-2	0.48 ÷ 0.26	$0.98 \cdot 10^9$	196
АЭК-3	0.40 ÷ 0.23	$0.3 \cdot 10^7$	198
АЭК-4	0.60 ÷ 0.26	$1.2 \cdot 10^{11}$	224
АЭК-5	0.58 ÷ 0.28	$6.8 \cdot 10^7$	232
АЭК-6	0.61 ÷ 0.34	$2.2 \cdot 10^{11}$	216

Эслатма: Тажриба $P=0.001-0.05$ босим остида тезликларда олиб борилган, Мпа ва м/с. А-антифрикцион; П- пентапласт; Э-Эпоксид; К- композицион

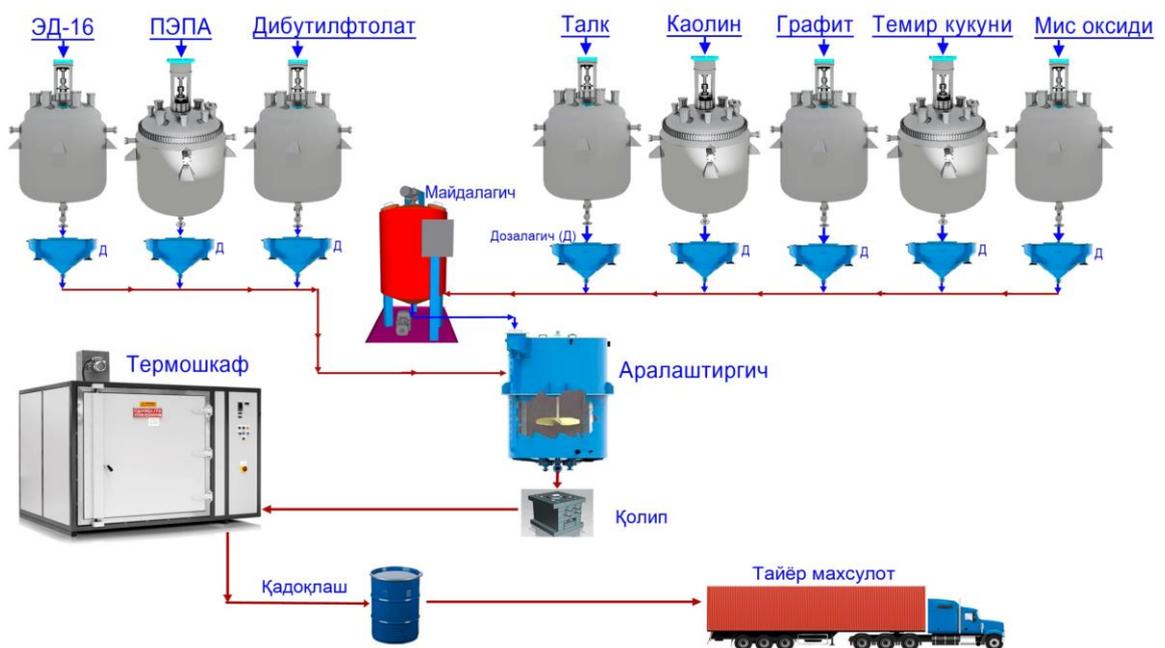
Диссертациянинг «**Машинасозлик учун юқори электрофизик ва антифрикцион мустваҳкам композицион терморектив эпоксид полимер материаллари олиш технологиясини ишлаб чиқиш**» деб номланган тўртинчи бобида пахтани қайта ишлаш машина механизмлари ишчи органлари ва эҳтиёт қисмлари юзасидаги ЭД-16 смоласи асосидаги юқори электрофизик ва антифрикцион-мустваҳкам композит полимер материаллар ва қопламалар олишнинг ишлаб чиқилган илмий-услубий тамойиллари, технологияси, модулли технологик линияси, шунингдек ташкилот стандарти (ТУ) ва ЭД- 16 смоласи асосидаги юқори электрофизик ва антифрикцион-мустваҳкам композит полимер материаллар ишлаб чиқаришнинг технологик регламенти акс эттирилган.

6-расмда полимер-пахта, композит-пахта тизимида ўзаро таъсирлашув шароитида триботехник мақсадли ЭД- 16 смоласи асосидаги юқори электрофизик ва антифрикцион- мустваҳкам терморектив композицион полимер материаллар олиш технологиясининг ишлаб чиқилган илмий-услубий тамойиллари келтирилган.

Композит материаллар олишнинг кўрсатилган илмий-услубий тамойиллари асосида мазкур диссертация ишининг тўртинчи ва бешинчи бобларида атрофлича тасвирланган ЭД-16 смоаси асосидаги юқори электрофизик ва антифрикцион-мустваҳкам композит полимер материаллар ва улар асосида машинасозлик учун терморектив полимер қоплама ишлаб чиқариш учун технология ва технологик линия ишлаб чиқилди. 7- расмда машинасозлик учун юқори электрофизик ва антифрикцион хусусиятга эга бўлган ЭД-16 асосидаги органоминерал ингредиентлар билан тўлдирилган терморектив эпоксид полимер композицияси ишлаб чиқариш технологик линияси келтирилган.



6-расм. ЭД-16 асосидаги органоминарал ингредиентлар билан тўлдирилган термореактив эпоксид полимер композицияси ишлаб чиқариш технологиясининг илмий-услубий тамойиллари



7-расм. Машинасозлик учун юқори электрофизик ва антифрикцион хусусиятга эга бўлган ЭД-16 асосидаги органоминарал ингредиентлар билан тўлдирилган термореактив эпоксид полимер композицияси ишлаб чиқариш технологик линияси

ЭД-16 смоласи асосидаги терморреактив полимер композицияларни олиш учун ишлаб чиқилган технологиялар асосида ташкилот стандарти ва технологик регламенти ишлаб чиқилди.

Диссертациянинг «**Ишлаб чиқилган машинасозлик учун юқори электрофизик ва антифрикцион-мустваҳкам композицион терморреактив эпоксид полимер материалли қопламалар олиш технологияси, амалий ва иқтисодий жиҳатлари**» деб номланган бешинчи бобида ЭД-16 смоласи асосидаги юқори электрофизик ва антифрикцион-мустваҳкам композит полимер материалларининг пахта тозалаш саноати машина ва механизмларининг ишчи органларида фойдаланиладиган ишлаб чиқилган композит полимер материал ва улар асосидаги қопламаларнинг тенд ва ишлаб чиқариш синовлари натижалари ва иқтисодий самарадорлиги берилган.

Полимер қопламаларнинг тенд синовлари пахта хомашёси учун пневмотранспорт тендларида амалга оширилди. Шундай қилиб, тадқиқотлар натижалари шуни кўрсатдики, юзасида терморреактив композицион полимер қоплама суртилган қувурларнинг ишлаш маҳсулдорлиги пўлат қувурларга нисбатан 30-35 % га, терморреактив материалга нисбатан эса 10-15 % га ошди. Бунда ўз новбатида учкун кам кузатилиб, ёнғин чиқишини хавфи ҳам камайди.

Пахтани қайта ишлаш машина ва механизмларда эқори электрофизик, антифрикцион-мустваҳкам композицион полимер қопламаларни 2020 йилда қўлланишдан олинган умумий иқтисодий самара Пискент пахтани қайта ишлаш заводида йилига 142 млн.сўмни ташкил қилди.

ХУЛОСА

1. Пахта тозалаш саноати машина ва механизмларининг ишчи органларини қоплаш учун органоминерал ингредиентлардан фойдаланилган ҳолда триботехник мақсадларда антифрикцион-мустваҳкам электр ўтказувчан композицион терморреактив эпоксид полимерларнинг самарали таркибини яратиш бўйича илмий асосланган ёндашув ишлаб чиқилди.

2. Органоминерал тўлдирувчиларнинг турига, таркибига ва нисбатига боғлиқ ҳолда ишлаб чиқилган композицион терморреактив эпоксид полимер материалларнинг электрофизик хоссаларининг ўзгариши, пахтанинг сифат кўрсаткичларига ва фойдаланиш омилларига қараб триботехник ва мустваҳкамлик қонуниятлари тавсия этилди.

3. Пахта хомашёси билан фрикции таъсирлашувда паст ишқаланиш коэффициентлари ва юқори электр ўтказувчан хоссалари билан таъминловчи органоминерал тўлдирувчилар, ЭД-16 смоласи асосидаги композицион терморреактив полимернинг электрофизик ва антифрикцион-мустваҳкамлик хусусиятларига самарали таъсир этиши кўрсатилди.

4. Пахта тозалаш саноати машина ва механизмларининг ишчи органларида ишлатиш учун органоминерал ингредиентлардан

фойдаланилган ҳолда триботехник мақсадларда ЭД-16 смоласи асосидаги антифрикцион-муштаҳкам, электр ўтказувчан композицион полимерларнинг оптимал таркиби тавсия этилди.

5. Пахта хомашёси билан таъсирлашиб ишловчи триботехник мақсадларда ишловчи антифрикцион-муштаҳкам электр ўтказувчан композицион материалларнинг илмий-услубий тамойиллари ва олиш технологияси ишлаб чиқилди.

6. Технологик жараённинг қуйидаги босқичлари ишлаб чиқилган ва тавсия этилган; полимер композициялари ва металл субстратларини тайёрлаш, композит материалларни металл буюмлар юзасига суртиш, уларга термик ишлов бериш ва олинган қопламанинг сифатини назорат қилиш, антифрикцион-муштаҳкам, электр ўтказувчан материаллар ва улар асосидаги қопламаларни олиш бўйича ташкилот стандарти (техник шартлар) ва тажриба-технологик регламенти тавсия этилди.

7. Яратилган антифрикцион-муштаҳкам ва электр ўтказувчан композицион терморектив эпоксид полимер материалдан пневматик транспортёрнинг ишчи органларида қоплама сифатида фойдаланиш ва ишлаб чиқариш синовларини ўтказиш пахта толасининг механик шикастланишини 0,75 % га, уруғларнинг шикастланишини 2,5-3,9% га, энергия сарфини 10-14% га камайтиришга, унумдорликни эса 7 ÷ 14% ошишга олиб келиши 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**

САЙФУЛЛАЕВА ГУЛХАЁ ИХТИЁР КИЗИ

**РАЗРАБОТКА ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ
КОМПОЗИЦИЙ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЙ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ВЫСОКИМИ
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИМИ И АНТИФРИКЦИОННО-
ПРОЧНОСТНЫМИ СВОЙСТВАМИ**

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

05.02.01 – Материаловедение в машиностроении. Литейное производство.
Термическая обработка и обработка металлов давлением. Металлургия черных,
цветных и редких металлов. Технология радиоактивных, цветных и редких
элементов (технические науки)

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

Ташкент – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2021.1.PhD/Т1897 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров 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.

Научные руководители:

Негматов Сайибжан Садикович
доктор технических наук, профессор,
академик АН РУз, заслуженный деятель науки
Республики Узбекистан

Абед Нодира Сойибжоновна
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Рискулов Алимжон Ахмаджонович
доктор технических наук, профессор

Сафаров Тоир Турсунович
доктор технических наук

Ведущая организация:

Андижанский машиностроительный институт

Защита диссертации состоится « 22 » апреля 2021 года в 11⁰⁰ часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.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, www.gupft.uz, в здании ГУП «Фан ва тараккиёт», 2 этаж, зал конференций).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (Зарегистрированный номером № 13). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба, 7а. Тел. (99871) 246-39-28, факс: (+99871) 227-12-73).

Автореферат диссертации разослан «10» апреля 2021 года
(протокол реестра №7 от 19 марта 2021 г.).

А.В. Умаров
Зам. председателя научного совета по присуждению
ученой степени, д.т.н., профессор

М.Э. Икрамова
Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученой степени, к.х.н.

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день в мире полимерные материалы широко применяются во многих отраслях промышленности. Полимерные материалы, наносимые в виде тонких пленок на металлические поверхности, выдерживают большие нагрузки, обеспечивают лучший отвод тепла и в меньшей степени, чем литые полимерные детали подвержены изменению размеров. Применение композиционных полимерных покрытий с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами в рабочих органах машин и механизмов имеет особое значение.

Во всем мире ведутся исследовательские работы по разработке долговечных, недефицитных и недорогих материалов машиностроительного назначения с конструктивными, антифрикционными и электрофизическими свойствами. В этом аспекте большое внимание уделяется созданию электрофизических композиционных полимерных покрытий машиностроительного назначения с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами и низкой себестоимостью и технологии их получения.

В Республике проводятся мероприятия и достигнуты определенные результаты в области исследования и получения композиционных полимерных материалов и покрытия на их основе машиностроительного назначения, а также наряду с повышением производительности рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов, особое внимание уделяется сохранению природных свойств хлопкового волокна. О дальнейшем развитии Республики Узбекистан определены важные задачи по «Финансово-экономическому оздоровлению предприятий химической промышленности и стабилизации их деятельности, модернизации действующих производств, глубокой переработке углеводородов и полезных ископаемых, а также расширению номенклатуры химической продукции с высокой добавленной стоимостью»². В этом аспекте разработка импортозамещающих, недорогостоящих термореактивных полимерных композиций машиностроительного назначения с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами и технологии их 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 24 августа 2019 года № ПП-4426 «О дальнейшем повышении ответственности органов государственного и

² ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности»,

хозяйственного управления и органов исполнительной власти на местах за внедрение новой системы локализации производства и ускорение кооперационных связей в отраслях промышленности», № УП-5853 от 23 октября 2019 года «Об утверждении стратегии развития сельского хозяйства республики Узбекистан 2020- 2030 годы» 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. Научные исследования в области разработки и технологии получения термореактивных полимерных композиций определенным вклад внесли: Блайт Э.Р., Блур Д., Livermore J. Ilstrup D. Morrey W., В.А. Белый, А.Д. Яковлев, А.В. Струк, С.А. Вольфсон, А.А. Берлин, М.С. Акутин, Ю.С. Липатов, Э.Ф. Олейник, Ф. Мэттьюз, Г.С. Головкин, Hayashi, S. Hulemand, R. Morgen, A. D'Amore, D. Jully, G. Akovali, Н.С. Ениколопов, С.Н. Журков, В.В. Коршак, М.А. Аскарлов, С.Ш. Рашидова, С.С. Негматов, А.А. Рыскулов, А.С. Ибодуллаев, А.Х.Юсупбеков. Научным исследованием механизма и закономерностей электрических явлений и процессов электризации при трении полимерных материалов занимались Б.В. Дерягин, Ю.А. Евдокимов, Б.А. Сажин, М.Т. Балабеков, Ю.И. Василенко, А.Н. Губкина, Н.Г. Дроздов, Н.М. Микин, Г.А. Луцейкин, С.К. Постников, А.Ц. Свириденко. В раскрытие механизма конкретного взаимодействия полимерных материалов с волокнистой массой большой вклад внесли И.В. Крагельский, С.С. Негматов, Р.Г. Махкамов, Г.А. Кукин, Г.И. Мирошниченко, Г.А. Тихомиров, Г. Гулямов, Н.С. Абед, А.Н. Суслин и многие другие.

Исходя из анализа существующих работ, необходимо отметить, что вопросы создания технологии получения импортозамещающих термореактивных полимерных композиций и получения композиционных полимерных материалов и покрытий машиностроительного назначения с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами недостаточно изучены. Так как это связано с определенными сложностями связанными с комплексным изучением электрофизических и антифрикционно-износостойких свойств композиционных термореактивных полимерных материалов и деталей из них и оптимальных технологических процессов их получения. Решению этих проблем и посвящена настоящая диссертационная работа.

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 № ППИ-12-45 «Разработка эффективной технологии получения антифрикционно-износостойких композиционных материалов на основе

термопластичных полимеров и неорганических наполнителей и изготовление деталей из них для рабочих органов машин хлопкоперерабатывающего комплекса» (2012-2014гг.); № ППИ-А-12-95 «Разработка технологии получения антифрикционно-износостойких нанокompозитов на основе кристаллизирующихся полимеров, взаимодействующих с волокнистой массой (хлопком-сырцом)» (2015-2017 гг.); № ПЗ-20170927401 «Разработка импортозамещающих составов и технологии получения композиционных металло-полимерных материалов с заранее заданными антифрикционно-износостойкими и антистатически-теплопроводящими свойствами для машиностроения, работающих при взаимодействии металл-полимер-композит-волокнистых материалов» (2018-2020 гг.).

Целью исследования является разработка термореактивной полимерной композиции и технологии получения полимерных покрытий с высокими электрофизическими и антифрикционными свойствами для машиностроения.

Задачи исследования:

исследование электрофизических, физико-химических и механических свойств органоминеральных наполнителей применительно к разработке композиционного термореактивного полимерного материала для применения в рабочих органах хлопкоперерабатывающих машин и механизмов;

исследование важнейших прочностных свойств разрабатываемых композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий на основе ЭД-16;

разработка электропроводящих и антифрикционно- прочностных композиционных термореактивных полимеров и покрытий на основе ЭД-16, для рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов;

разработка научно-методических принципов и технология получения электропроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных термореактивных полимеров и покрытий на основе ЭД-16 машиностроительного назначения;

разработка опытно-технологического регламента на получение разработанного электропроводящего и антифрикционно-прочностного композиционного полимера и покрытий на основе ЭД-16 и стандарта организации (ТУ) на них и рекомендации их применения;

осуществление расчета технико-экономической эффективности разработанных электропроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных полимеров и покрытий на основе ЭД-16 в машинах и механизмах хлопкоочистительной промышленности и практических рекомендаций по его реализации.

Объектами исследования являются эпоксидная смола (ЭД-16, ГОСТ 10587-72) и наполнители тальк (ГОСТ 879- 52), сажа (ТУ 5-52 АТГ- 70), Ангренский каолин (АКТ-10), графит (ГОСТ 5261- 85), железный порошок (ГОСТ 9849-74), полиэтиленполиамин (ПЭПА, ТУ6-02-594-70), дибутилфталат (ДБФ, ГОСТ 8728-66).

Предметом исследования: является установление закономерности контактного взаимодействия хлопка-сырца с полимерным покрытием в зависимости от электрофизических, физико-химических и механических свойств органоминеральных наполнителей и влияние их вида, содержания и соотношения на свойства полученной термореактивной полимерной композиции и разработка оптимальных составов высокопрочных антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов и покрытий из них, а также определение их работоспособности и эффективности в производственных условиях.

Методы исследования. В диссертационной работе были применены современные физико-химические методы анализа, в том числе, ИК-Фурье (ИК) спектроскопия, рентгенофазовый анализ (РФА), антифрикционно-износостойкие свойства композиционных термореактивных полимерных материалов при взаимодействии с хлопком-сырцом, был изучен на дисковом трибометре (O'z DSt 3330:2018), прочностные свойства по ГОСТ 14236-81, а микроструктура образцов самих композиционных материалов изучена с помощью микроскопа ЭМВ-100 БР.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определены изменения электрофизических и антифрикционно-прочностных свойств композиционных термореактивных эпоксидных полимерных материалов в зависимости от вида, содержания и соотношения органоминеральных ингредиентов, вводимых в состав полимера;

разработан оптимальный состав композиционного электропроводящего и антифрикционно-прочностного термореактивного эпоксидного полимерного материала, обладающего высокими электрофизическими и прочностными свойствами и с низким коэффициентом трения для применения в рабочих органах хлопкоперерабатывающих машин и механизмов, работающих в условиях контактного взаимодействия с хлопком сырцом;

разработан новый способ получения композиционного термореактивного эпоксидного полимерного материала и покрытий на их основе машиностроительного назначения с высокими электропроводящими и антифрикционно-прочностными свойствами;

определено, что полученный антифрикционно-прочностной композиционный эпоксидный полимерный материал с использованием органоминеральных наполнителей и покрытие на их основе обладает повышенным электрофизическим и прочностным свойствами, низким коэффициентом трения при работе в условиях контактного взаимодействия с хлопком-сырцом.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны электропроводящие и антифрикционно-прочностные композиционные термореактивные полимерные материалы и покрытия на их основе машиностроительного назначения;

установлено, что созданный композиционный терморезактивный эпоксидный полимерный материал на основе ЭД-16 и покрытие из него используются в качестве электропроводящего антифрикционно-прочностного материала при изготовлении и ремонте рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов;

разработаны стандарт предприятия (ТУ) и опытно-технологический регламент получения композиционного терморезактивного полимера на основе ЭД-16 машиностроительного назначения.

Достоверность полученных результатов обоснована совокупностью использованных физико-химических, а также физико-механических методов исследования. Полученные результаты исследований физико-механических и антифрикционных свойств композиционного полимерного материала обработаны математическо-статистическим методом.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость полученных результатов исследования заключается в том, что путем установления закономерностей, электрофизических и прочностных свойств и коэффициента трения композиционного терморезактивного эпоксидного полимерного материала с хлопком-сырцом разработан композиционный эпоксидный полимерный материал и покрытия с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами, обеспечивающими повышение работоспособности и эффективности рабочих органов машин и механизмов для переработки хлопка-сырца.

Практическая значимость исследований заключается в улучшении работоспособности и повышении эффективности рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов, которые покрыты нами разработанным терморезактивным антифрикционно-прочностным композиционным эпоксидным полимерным материалом.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов по разработке терморезактивных полимерных композиций и технологии получения покрытий машиностроительного назначения с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами достигнуто следующие:

электропроводящее и антифрикционное терморезактивное полимерное покрытие на основе смолы ЭД-16 внедрено на практику АО Пискентском хлопкоочистительном заводе (справка АО «Научный центр Узбекпахтасаноат» от 16 марта 2021 года № 01-13/120). В результате, появилось возможность повысить производительность переработки хлопкового волокна и снизить энергозатраты машин и механизмов;

разработанное композиционное полимерное покрытие внедрено на Пискентском хлопкоочистительном заводе в качестве антифрикционно-износостойкого покрытия рабочих органов пневмотранспорта (справка АО «Ташкентский областной хлопковый терминал» от 20 декабря 2020 года № 88-1). В результате, появилось возможность понижения механической

поврежденности хлопкового волокна на 0,75%, повреждение семян на 2,5-3,9%, энергозатраты на 10-14%, повышения урожайность на $7 \div 14\%$, а также снижения опасность возникновения пожара;

с согласованием в установленном порядке АО «Пскентский хлопкоочистительный завод» разработан «Технологический регламент на получения модифицированных композиционных терморепактивных полимерных материалов и покрытие на их основе (21.01.2020 г.) (ТР 40.4-14952796-10:2020). В результате, появилось возможность получить на основе полимерных материалов покрытия с антифрикционно-износостойкими и высокими электрофизическими свойствами

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования доложены и обсуждены на 4 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы всего 19 научных трудов. Из них 12 научных статей, в том числе, 6 статей в журналах Республики Узбекистан, включенных в список ВАК, рекомендованных для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, и 6 статей в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Объем диссертации составляет 130 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 опробования работы, сведения по опубликованным работам и структура диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние и анализ полимерных композиционных материалов и покрытий на их основе»** приводится обзор с глубоким анализом научных исследований по теме диссертации, посвященных проблеме повышения работоспособности и эффективности работы машин и механизмов, предназначенных для переработки хлопка-сырца, путем разработки и применения электропроводящих и антифрикционно-прочностных композиционных терморепактивных полимерных материалов и покрытий на их основе машиностроительного назначения на их рабочих органах.

Как сказано выше, разработка эффективного электропроводящего и антифрикционно-прочностного композиционного терморепактивного

полимера на основе ЭД-16 машиностроительного назначения, работающего при взаимодействии с волокнистой массой – хлопком-сырцом, недостаточно изучена. Это обусловлено сложностью структуры хлопка-сырца, необходимостью проведения комплексных исследований электрофизических, антифрикционных свойств композиционных полимерных материалов и покрытий из них, работающих при контактном взаимодействии с хлопком-сырцом. Также научно-технические подходы и научно-методические принципы решения поставленных задач недостаточно изучены, и это определило цель настоящей диссертационной работы.

Во второй главе диссертации **«Выбор и обоснование объекта и методики исследования»** формируется выбор и обоснование термореактивных полимеров и органоминеральных наполнителей из промышленных отходов для разработки машиностроительных композиционных полимерных материалов, работающих при взаимодействии с агрессивными средствами, а также методов для проведения опытно-экспериментальных исследований. Приведена методика получения и определения физико-химических и механических, электрофизических и антифрикционно-прочностных свойств композиционных полимерных материалов и покрытий, а также методика обработки математико-статистической обработки полученных результатов

В третьей главе диссертации **«Исследование электрофизических и антифрикционно-прочностных свойств наполнителей термореактивных эпоксидных полимерных композиции и разработка эффективных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе для машиностроительного назначения»** отражены результаты экспериментальных исследований по изучению электрофизических, прочностных и антифрикционных свойств композиционных материалов и покрытий в зависимости от вида, природы содержания наполнителей, а также эксплуатационных факторов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов.

Анализ проведенных теоретических и экспериментальных исследований показал, что процессы взаимодействия полимерных материалов и покрытий с хлопком-сырцом имеют сложную природу. Эти результаты позволяют направленно изменять и регулировать их электрофизические и антифрикционно-прочностные свойства полимерных покрытий, работающих при взаимодействии с хлопком-сырцом.

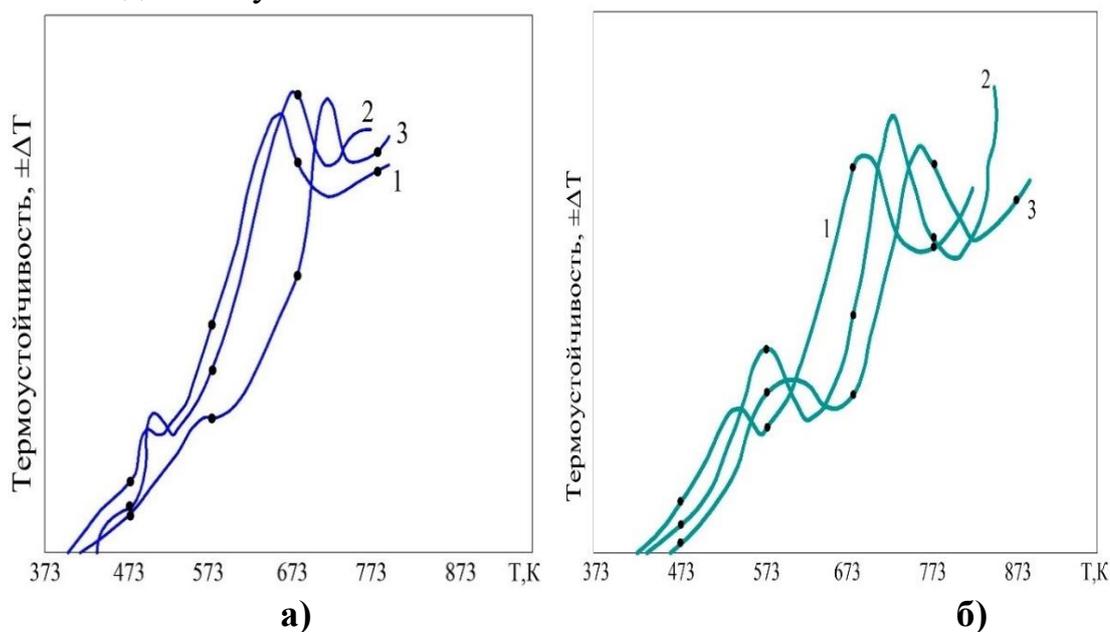
В качестве основы для созданий композиций был выбран ЭД-16, который наиболее полно удовлетворяют общим и специальным требованиям, предъявляемым к термореактивным полимерным композициям машиностроительного назначения. Эти полимерные материалы обладают наилучшими антифрикционными свойствами, высокой теплостойкостью, технологичностью получения покрытий и недефицитностью.

Известно, что улучшение электрофизических, а также антифрикционно-прочностных свойств полимерных материалов, обуславливается

одновременным действием различных факторов, важнейшими из которых является контактное взаимодействие наполнителя с полимером, в результате чего образуются химические или физические связи. Наполнителями для производства композиционных материалов могут служить практически все существующие в природе и созданные человеком вещества и материалы, в том числе сами гранулированные и порошковые полимеры, определённой формы и размеров.

В то же время почти все наполнители существенно влияют на теплофизические и прочностные свойства, особенно на адгезионную прочность, микротвёрдость и теплостойкость термореактивных полимерных композиционных материалов, являющиеся важнейшими свойствами полимерных покрытий. Поэтому далее нами были проведены исследования теплофизических и прочностных свойств термореактивных полимерных композиций и покрытий на их основе.

На рисунке 1 приведены результаты исследований дифференциально термического анализа (ДТА) эпоксидного полимера на основе ЭД-16 наполненного сажей, окисью меди, каолином, железным порошком, окисью железа и слюдяной мукой.



1-20 мас.ч.; 2-40 мас.ч.; 3-60 мас.ч.

Рис. 1. Кривые дифференциально термического анализа (ДТА) эпоксидного полимера на основе ЭД-16, наполненных сажей (а) и железным порошком (б)

Коэффициент трения f полимерной композиции при введении каолина, талька, графита и сажи в состав композиции в пределах 15-20 мас.ч. (снижается коэффициент трения, а затем – наблюдается его повышение с увеличением содержания наполнителя. Снижение коэффициента трения композиций, наполненных тальком и каолином, связано с их пластинчатой структурой и мелкодисперсностью, у композиций, наполненных сажей и

графитом, со сравнительно высокой величиной теплопроводности и низким удельным поверхностным сопротивлением (рисунок 2).

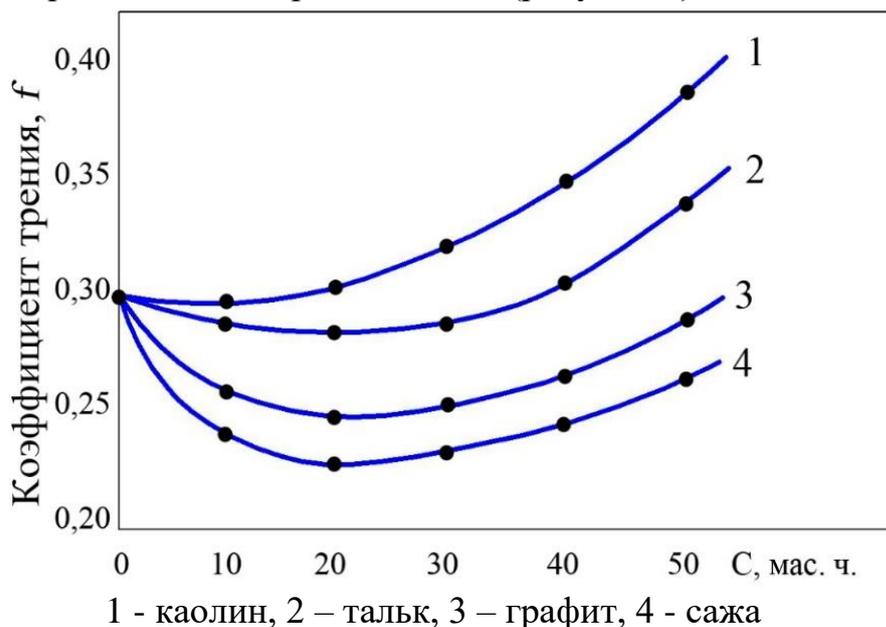


Рис. 2. Зависимости коэффициента трения композиционных полимерных материалов на основе ЭД-16 с хлопком-сырцом ($P = 0,02$ МПа, $v = 2,0$ м/с, $W = 8,2$ %) от вида и содержания наполнителей

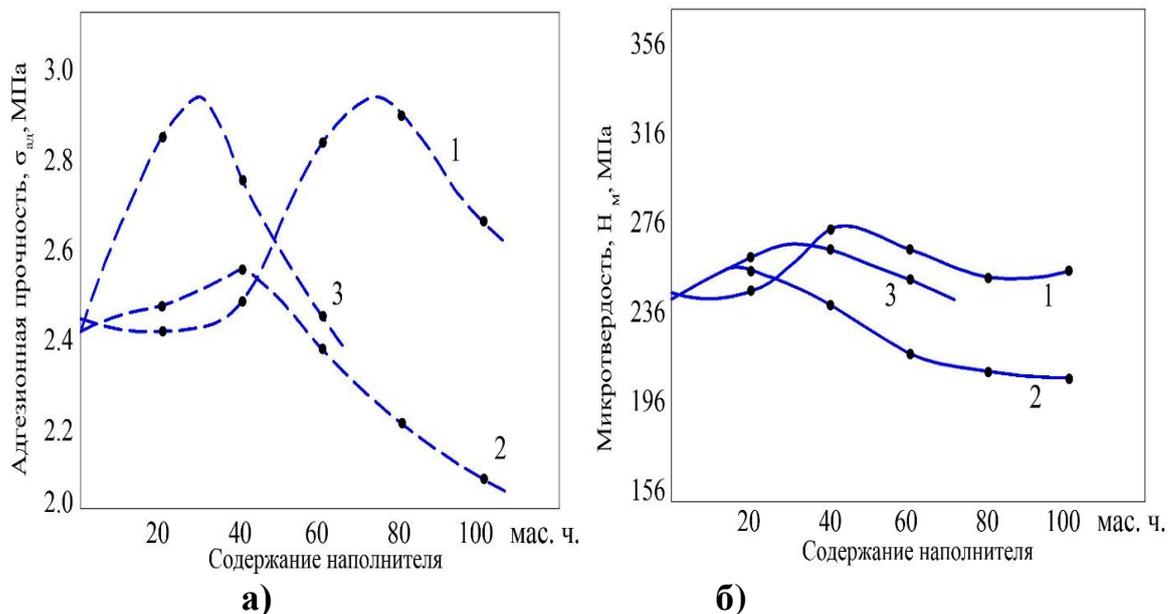
В результате проведенных исследований определено, что увеличение содержание наполнители сажа, графит, тальк, каолин приводит к снижению коэффициента трения.

Установлено, что для получения минимального коэффициента трения композиции оптимальным является следующее содержание наполнителей: сажа и графит 5 - 10 мас.ч., тальк 10 - 30 мас.ч., каолин 10 - 30 мас.ч.

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 антистатических полимерных и композиционных материалов, наполненных различными органоминеральными наполнителями.

Результаты исследований влияния некоторых наполнителей на адгезионную прочность и микротвердость композиционных термореактивных эпоксидных полимерных материалов представлены на рисунке 3. Как видно из представленных на рисунке 3 результатов, зависимость адгезионной прочности и микротвердости от содержания наполнителей имеет экстремальный характер. Микротвердость возрастает при увеличении содержания каолина до 40 мас.ч., окиси меди до 20 мас.ч., сажи до 30 мас.ч., железного порошка до 20 мас.ч., слюдяной муки до 70 мас.ч. и окиси железа до 60 мас.ч. в составе покрытий на основе ЭД-16.

При дальнейшем увеличении содержания наполнителей наблюдается снижение адгезионной прочности и микротвердости.



1- каолин; 2-окись меди; 3-сажа

Рис. 3. Зависимость адгезионной прочности (а) и микротвердости (б) термореактивного эпоксидного полимера на основе ЭД-16 от вида и содержания органоминеральных наполнителей

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что введение наполнителей в полимер сопровождается окислением полимерной матрицы или разрушением водородных связей. Происходит снижение межмолекулярного взаимодействия и вероятно увеличение полярности композиций, и становится понятным уменьшение вязкости и поверхностного натяжения, улучшение распределения компонентов основного состава полимерной термореактивной композиции, увеличение адгезионной прочности соединения материала с металлом, повышение прочности полимерных покрытий. Результаты исследований ИК-спектроскопии представлены на рисунке 4.

Микроскопические исследования структуры отвержденных полимерных покрытий (рис.5. а, б) показали, уменьшение количества воздушных включений, более однородная структура, повышенную сплошность материала, чистоту поверхности. Благодаря этому полученные композиционные материалы отличаются высокими показателями.

На основании комплексного анализа результатов проведенных исследований были разработаны электропроводящие и антифрикционно-прочностные композиционные термореактивные эпоксидные полимерные материалы на основе ЭД-16, состав и свойства которых приведены в таблицах 1 и 2.

В таблице 1 показаны свойства разработанного электропроводящего и антифрикционно- прочностного композиционного термореактивного эпоксидного полимера на основе ЭД-16.

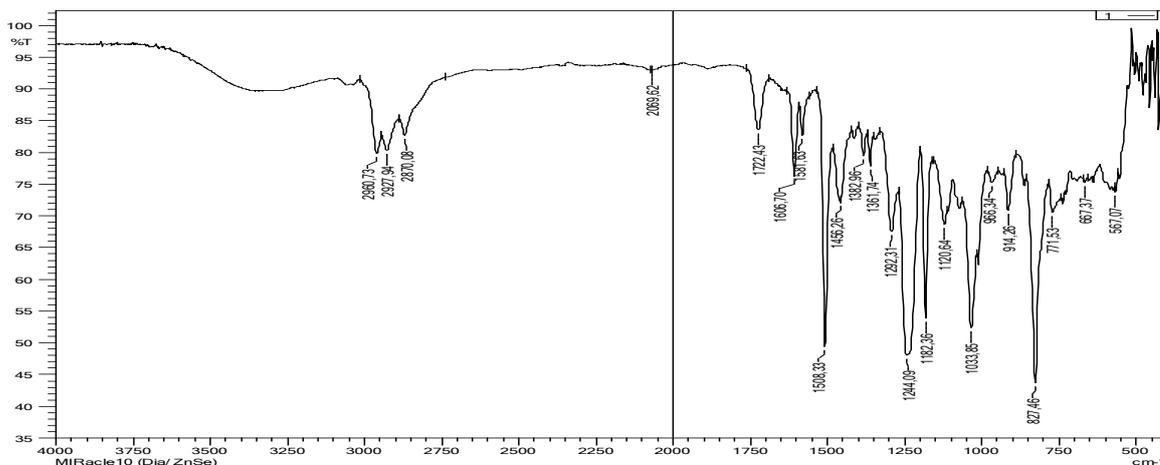


Рис.4. Результаты анализа ИК-спектроскопии образцов ЭД-16 после наполнения графитом, железным порошком, тальком, сажей и ПЭПА

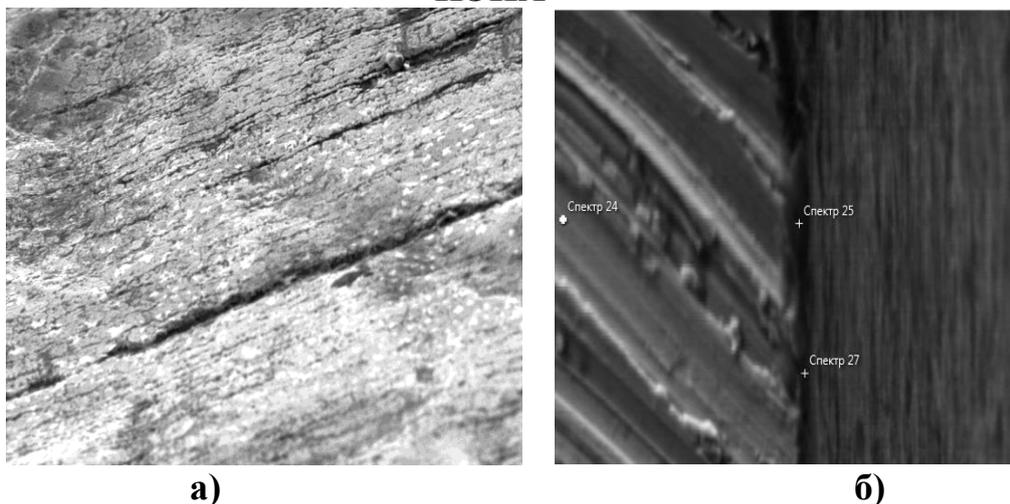


Рис.5. а) поверхность металла без термореактивного композиционного полимерного покрытия. б) поверхность металла с термореактивным композитным полимерным покрытием

Как видно из таблицы 2., разработанный электропроводящий и антифрикционно-прочностной композиционный эпоксидный полимер на основе ЭД-16 удовлетворяет основным требованиям условий эксплуатации рабочих органов машин и механизмов для переработки хлопка-сырца, таким как минимальное электрическое сопротивление, то есть высокая электропроводность и микротвердость, а также низкий коэффициент трения.

Таблица 1

Состав разработанного электропроводящего и антифрикционно-прочностного, композиционного термореактивного эпоксидного полимера на основе ЭД-16, назначения для применения в хлопкоперерабатывающих машинах и механизмах

Компоненты	Содержание компонентов, мас.ч.					
	АЭК-1	АЭК-2	АЭК-3	АЭК-4	АЭК-5	АЭК-6
Эпоксидный олигомер ЭД-16	100	100	100	100	100	100
Дифутилфталат	20	20	20	20	20	20
Полиэтилен-полиамин	10	10	10	10	10	10
Железный порошок				125	150	100
Тальк	10	20	30			
Графит	10	20	30	15	10	20
Каолин	40	30	20	25	20	30

Примечание: А- антифрикционные; П- пентапластные; Э- эпоксидные; К- композиционные

Таблица 2

Свойства разработанного электропроводящего и антифрикционно-прочностного, композиционного термореактивного эпоксидного полимера на основе ЭД-16

Материал покрытия	Коэффициент трения, f	Удельное электрическое поверхностное ρ_s , Омсм	Микротвердость, H_m , МПа
АЭК-1	0.56 ÷ 0.28	$1.9 \cdot 10^9$	214
АЭК-2	0.48 ÷ 0.26	$0.98 \cdot 10^9$	196
АЭК-3	0.40 ÷ 0.23	$0.3 \cdot 10^7$	198
АЭК-4	0.60 ÷ 0.26	$1.2 \cdot 10^{11}$	224
АЭК-5	0.58 ÷ 0.28	$6.8 \cdot 10^7$	232
АЭК-6	0.61 ÷ 0.34	$2.2 \cdot 10^{11}$	216

Примечание: Испытания проводили при $P=0.001-0.05$ МПа и м/с. А- антифрикционные; П- пентапластовые; Э- Эпоксидные; К- композиционные.

В четвертой главе диссертации «**Разработка технологии получения композиционных термореактивных эпоксидных полимерных материалов машиностроительного назначения с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами**» отражены разработанные научно-методические принципы, технология и модульная технологическая линия для получения композиционного термореактивного эпоксидного полимера на основе ЭД-16, машиностроительного назначения с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами и нанесения их на поверхности деталей рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов, а также стандарт предприятия (ТУ) и опытно-технологический регламент на

производство композиционных терморезистивных полимерных материалов машиностроительного назначения с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами.

На рисунки 6. приведены разработанные научно-методические принципы технологии получения композиционного терморезистивного эпоксидного полимера на основе ЭД-16, наполненных с органоминеральными ингредиентами, для машиностроительного назначения с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами

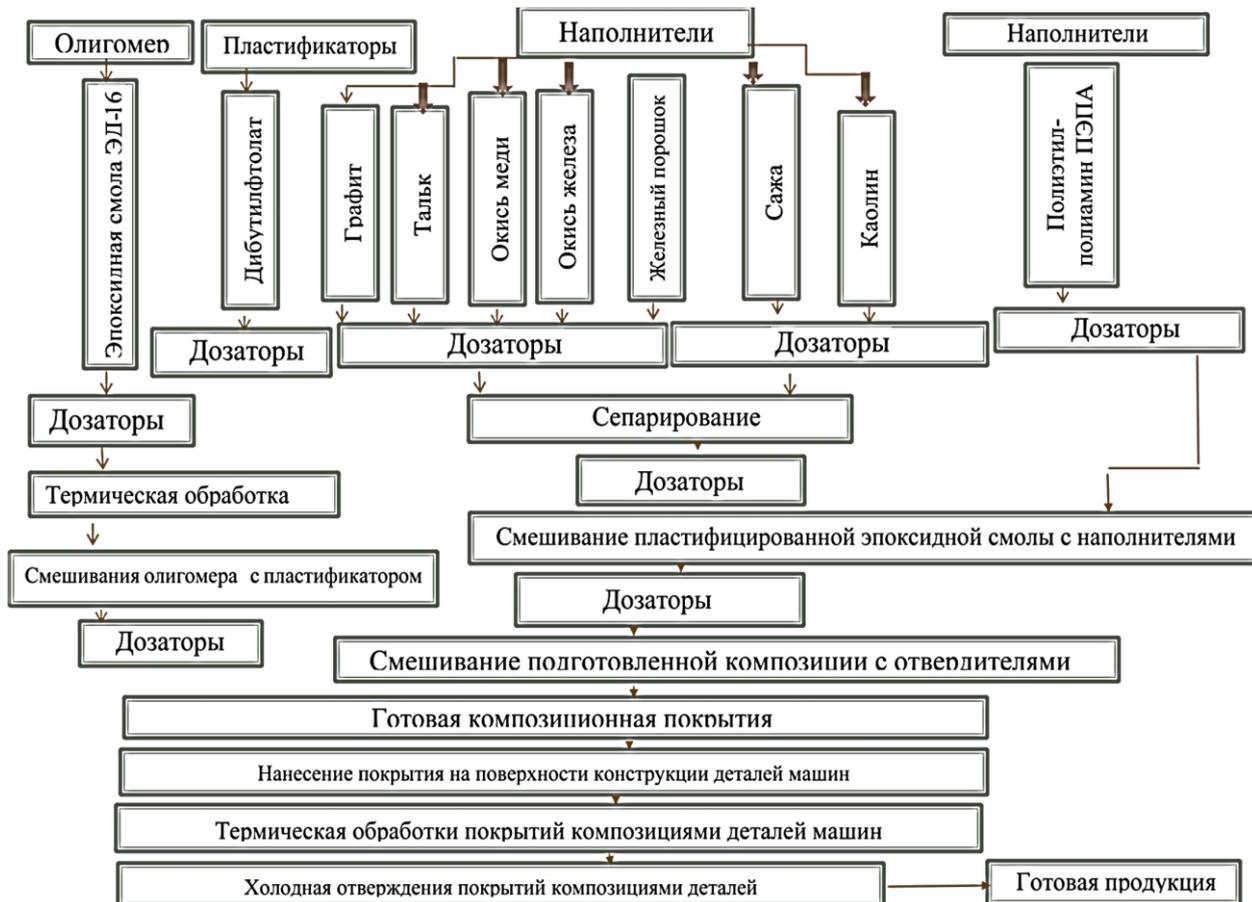


Рис.6. Научно-методические принципы получения электропроводящего и антифрикционно-прочностного композиционного терморезистивного полимера на основе ЭД-16 наполненных органоминеральными ингредиентами

На основе указанных научно-методических принципов получения композиционного терморезистивного полимера на основе ЭД-16, нами разработана технологическая линия для производства композиционного терморезистивного полимера на основе ЭД-16, машиностроительного назначения с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами.

Принципиальная схема созданной технологической линии производства

термореактивных композиционных полимерных материалов на основе ЭД-16, для машиностроительного назначения с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами приведена на рисунке 7.

На основе комплексных анализов вышеприведенных результатов разработанных составов и технологических процессов получения термореактивного эпоксидного композиционного полимера на основе ЭД-16 нами был разработан стандарт производства (технических условия) и технологический регламент на получение композиционного термореактивного эпоксидного полимера на основе ЭД-16, который приведен в приложении данной диссертационной работы.

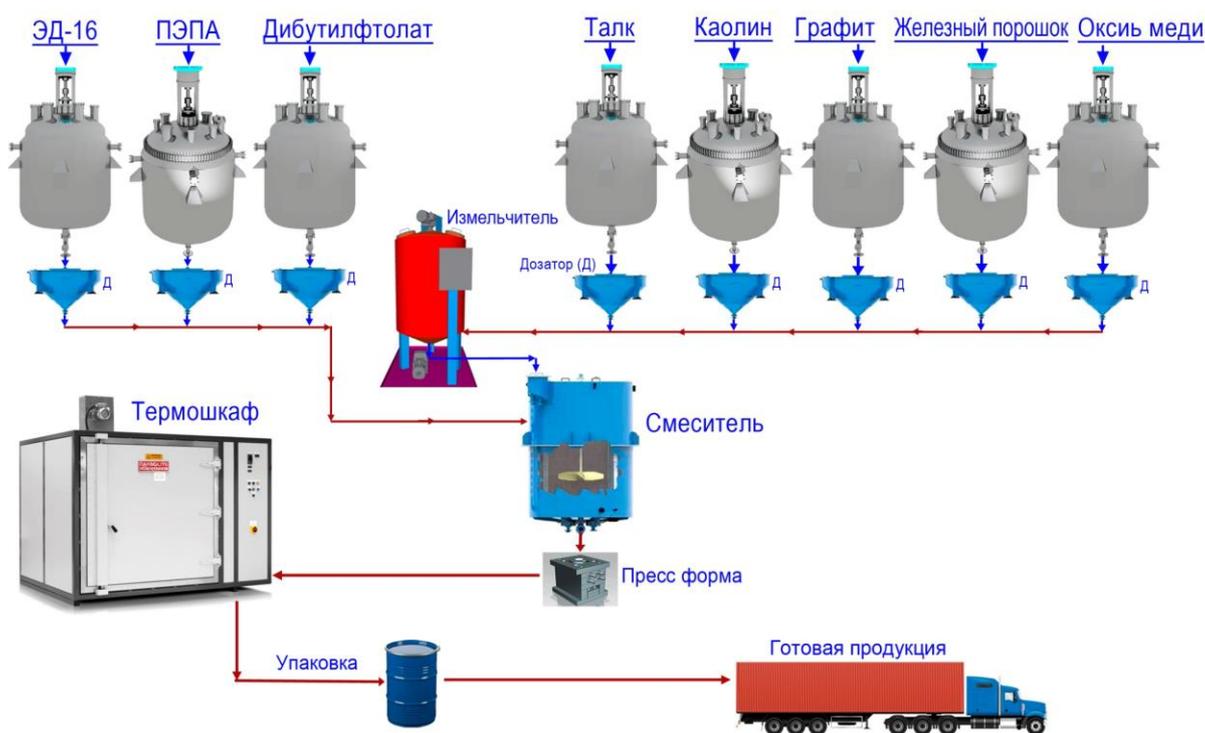


Рис.7. Технологическая линия производства термореактивных композиционных полимерных материалов на основе ЭД-16, для машиностроительного назначения с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами

В пятой главе диссертации «**Практические и экономические аспекты композиционных термореактивных эпоксидных полимерных материалов и технология получения покрытий машиностроительного назначения с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами**» приведены результаты стендовых и производственных испытаний разработанного композиционного термореактивного эпоксидного полимера на основе ЭД-16 машиностроительного назначения с высокими электрофизическими и антифрикционно-прочностными свойствами, применяемого в рабочих органах машин и механизмов хлопкоочистительной промышленности и их

технико-экономическая эффективность.

На основе комплексных анализов приведенных результатов о разработанный технологический процесса получения терморезистивного эпоксидного композиционного полимера на основе ЭД-16, нами была разработан стандарт организации (технические условия) на композиции и технологический регламент на получение композиционного терморезистивного эпоксидного полимерного материала на основе ЭД-16, которые приведены в приложении данной диссертационной работы

Общий экономический эффект применения высокоэлектрофизического, антифрикционно-прочностного композиционного покрытия на рабочих органах машин и механизмов в Пскентском хлопкоочистительном заводе составил 142,0 млн сум в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработан научно-обоснованный подход создания эффективного состава антифрикционно-прочностного электропроводящего композиционного терморезистивного эпоксидного полимера триботехнического назначения с использованием органоминеральных ингредиентов для покрытий рабочих органов машин и механизмов хлопкоочистительной промышленности.

2. Рекомендованы закономерности прочностных и триботехнических свойств разрабатываемых композиционных терморезистивных эпоксидных полимерных материалов характера изменения электрофизических свойств в зависимости от вида, содержание и соотношения органоминеральных наполнителей и эксплуатационных факторов, качественных показателей хлопка.

3. Показано, что органоминеральные наполнители эффективно влияют электрофизические и антифрикционно-прочностные свойства композиционного эпоксидного полимера на основе ЭД-16, которые обеспечивают ему высокие электропроводящие, прочностные свойства и низкий коэффициент трения при фрикционном взаимодействии с хлопком-сырцом.

4. Рекомендованы оптимальные составы антифрикционно- прочностных электропроводящих композиционных полимеров на основе ЭД-16 триботехнического назначения с использованием органоминеральных ингредиентов для применения в рабочих органах машин и механизмов хлопкоочистительной промышленности.

5. Разработаны научно-методические принципы и технология получения антифрикционно-прочностных электропроводящих композиционных материалов триботехнического назначения, работающих при контактном взаимодействии с хлопком-сырцом.

6. Разработаны и рекомендованы следующие стадии технологического процесса; подготовка полимерных композиции и металлических субстратов,

нанесение композиционных материалов на поверхности металлических изделий, термическая обработка и контроль качества полученных покрытий, рекомендованы стандарт производства (технические условия) и опытно-технологический регламент на получение антифрикционно-прочностных и электропроводящих материалов и покрытий на их основе.

7. Производственные испытания и применение созданного антифрикционно-прочностного и электропроводящего композиционного терморезистивного эпоксидного полимерного материала в качестве покрытий на рабочих органах пневмотранспорта привели к снижению механической повреждаемости хлопкового волокна на 0,75%, семян на 2,5÷ 3,9%, снижению потребляемой энергии на 10÷14%, а также увеличению производительности на 7÷8%.

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV
SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING 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**

**DEVELOPMENT OF THERMOREACTIVE POLYMER COMPOSITIONS
AND TECHNOLOGIES FOR OBTAINING MACHINE-BUILDING
PURPOSE COATINGS WITH HIGH ELECTROPHYSICAL AND
ANTIFRICTION-STRENGTH PROPERTIES**

SAYFULLAYEVA GULKHAYO IKHTIYOR KIZI

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

05.02.01-Materials science in mechanical engineering. Foundry production. Heat treatment and
handling of metals pressure. Metallurgy of ferrous, non-ferrous and rare metals (technical
sciences)

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

Tashkent - 2021

The theme of dissertation of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the republic of Uzbekistan under number B2021.1.PhD/T1897

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

The abstract of the dissertation is posted 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.

Research supervisor:

Negmatov Sayibjan Sadikovich

doctor of technical sciences, professor, academician of the academy of sciences, Honored worker of science of the Republic of Uzbekistan

Abed Nodira Soibjonovna

doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Riskulov Alimjan Akhmadjanovich

doctor of technical sciences, professor

Safarov Toir Tursunovich

doctor of technical sciences

Leading organization:

Andijan machine building institute

Thesis defense will take place « 22 » 04. 2021 at 11⁰⁰ 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 taraqqiyot@mail.ru.

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot» (is registered under № 13). Address. 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirza Golib street, 7a. Tel./fax: (99871) 246-39-28/ (99871) 227-12-73

Abstract of dissertation sent out on « 10 » 04. 2021 y.

(mailing report № 7 on «19 » 03 2021 y.).

A. V. Umarov

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: development of an effective thermosetting epoxy polymer composition and a technology for producing coatings based on them with high electrical and antifriction-strength properties, with a low cost, for use in working bodies of cotton-processing machines and mechanisms that increase their performance and efficiency.

The object of the research work: as objects of study used epoxy oligomer, a polyethylene polyamine, dibutyl phthalate and fillers talc, carbon black, kaolin, graphite, wollastonite, chalk, cotton linters and fiberglass. To study the tribotechnical and strength properties of the polymer composition operating under conditions of contact interaction with raw cotton, raw cotton of the first grade of machine and manual collection with a moisture content of 8.2 to 9.3% and weediness, respectively, 10 ÷ 15 and 2 ÷ 5 was used as a counter body.

Scientific novelty of the research work:

establishment of regularities of changes in electrophysical and antifriction-strength composite thermosetting epoxy polymer material depending on the type, content and ratio of organomineral ingredients introduced into the composition of the polymer, organomineral fillers;

on the basis of the established regularities, the first developed an effective composition of a composite electrically conductive and antifriction-strength thermosetting epoxy polymer material with high electrically conductive and strength properties with a low coefficient of friction for use in working bodies of cotton processing machines and mechanisms operating under conditions of contact interaction with raw cotton;

an effective method for obtaining a new composite thermosetting epoxy polymer material and coatings based on them for machine-building purposes with high electrically conductive and antifriction-strength properties has been developed;

it was revealed that the obtained antifriction-strength composite epoxy polymer material with the use of organomineral fillers has increased electrical and strength properties, a low coefficient of friction when operating under conditions of contact interaction with raw cotton.

Implementation of the research results: Based on scientific results for the development of thermosetting polymer compositions and technology for obtaining machine-building coatings with high electrophysical and antifriction and strength properties, the following are achieved:

the electrically conductive and antifriction thermosetting polymer coating based on the resin ED-16 was introduced into the practice of JSC of the Pisskent Cotor-cleaning plant (reference JSC «Scientific Center Uzbekpakhtasanoat» of March 16, 2021 No. 01-13 / 120). As a result, it became possible to increase the productivity of the processing of cotton fiber and reduce energy consumption of machines and mechanisms;

the developed composite polymer coating was introduced on a pisch-cleaning factory as an antifriction and wear-resistant coating of the working bodies of pneumatic transport (certificate of the Tashkent Regional Cotton Terminal JSC of December 20, 2020 No. 88-1). As a result, it was possible to lower the mechanical damage to the cotton fiber by 0.75%, the damage to the seeds by 2.5-3.9%, energy consumption is 10-14%, increase the yield by 7 ÷ 14%, as well as a reduction in the risk of fire;

with the approval in the prescribed manner, the JSC PCTEKTIVE COTCHACTORY FACTORY was developed Technological Regulations for obtaining modified compositional thermosetting polymeric materials and a coating based on them (21.01.2020) (TP 40.4-14952796-10: 2020). As a result, it was possible to obtain on the basis of polymer coating materials with antifriction and wear-resistant and high electrophysical properties.

The structure and volume of the thesis. The thesis is presented on 130 pages and consists of an introduction, five chapters, conclusion, list of references, applications.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Сайфуллаева Г.И., Камалова Д.И., Камалов И.Р., Канатбаев С.С. Влияние термообработки и толщины оксидного слоя на характеристики полупроводниковых материалов // Universum: технические науки. –Россия, 2016. -№12(33). – С.38-40 (02.00.00; №1).

2. Сайфуллаева Г.И., Камалова Д.И., Камалов И.Р., Канатбаев С.С. Перспективы применения полупроводникового материала на основе фосфида индия в отраслях приборостроения // Universum: технические науки. Россия, 2017. -№1(34). –С.43-46 (02.00.00; №1).

3. Сайфуллаева Г.И., Камалова Д.И., Камалов И.Р., Негматов С.С. Роль промежуточного окисного слоя при термообработке для оптимизации параметров композиционных полупроводниковых материалов //Композиционные материалы. Ташкент, 2017. -№4. – С.48-50 (05.00.00. №13).

4. Sayfullayeva Gulkhayo, Kamalova Dilnavoz, Kamolov Ikhtiyor, Kanatbayev Sagidat. “Ir spectroscopy the research and structural and chemical properties of own oxides of structures Metal- Semiconductor on the Basis of Indium Phosphide» //Advanced materials research. Switzerland, 2017. ISSN: 1662-8985, -Volume 1145. – P.350-353 (05.00.00; №1).

5. Sayfullayeva Gulkhayo, Kamalova Dilnavoz, Kamolov Ikhtiyor. IR spectroscopy the research and structural and chemical properties of own oxides of structures metal-semiconductor on the basis of indium phosphide //IJARSET. International journal advanced research in science, engineering and technology. India, 2019. Volume 6. Issue 4. –P.8836-8838 (05.00.00; №8).

6. Сайфуллаева Г.И., Негматов С.С., Камолов И.Р. «Изготовление модернизированных композиционных полупроводниковых материалов при помощи химической окисления» // Композиционные материалы. –Ташкент, 2019. - №4. - С.48-50 (02.00.00.№4).

7. Сайфуллаева Г.И., Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С., Камолов И.Р., Камолова Д.И. «Research of Electrophysical And Physicochemical Properties of Fillers for Production of Composite Polymer Materials» // Solid State Technology Blind Peer Review Referred Journal. USA, 2020. ISSN:0038-111X, -Volume 63. Issue 6. P- 9771-9777 (скобс).

8. Сайфуллаева Г.И., Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С., Камолова Д.И. «Исследование разработки электропроводящих и теплостойких композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе для триб технического назначения» //Universum: технические науки. Россия, 2020. -№12(81). – С.46-51 (02.00.00; №1).

9. Сайфуллаева Г.И., Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С., Камолов И. Р., Эминов Ш.О., Баракаева С.Т. «Исследование электрофизических и антифрикционно- прочностных свойств композиционных терморезистивных полимерных материалов триботехнического назначения» // Композиционные материалы. –Ташкент, 2020. - №4. - С.80-82 (02.00.00.№4).

10. Сайфуллаева Г.И., Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С., Эминов Ш.О., Баракаева С.Т. «Исследование электро- механических свойств композиционных терморезистивных полимерных материалов» // Композиционные материалы. – Ташкент, 2020. - №4. - С.77-80 (02.00.00.№4).

11. Сайфуллаева Г.И., Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С., Камолов И. Р., Эминов Ш.О., Баракаева С.Т., Камолова Д.И. «Методика получения композиционных образцов на основе терморезистивных фурано-эпоксидных полимеров и органоминеральных наполнителей» // Universum: технические науки. Россия, 2021. -№.1(82). –С.42-46. (02.00.00.№1).

12. Сайфуллаева Г.И., Негматов С.С., Абед Н.С., Камолов И.Р., Камолова Д.И. «Исследование электрофизических свойств композиционных полимерных материалов» // Наманган Давлат Университети ахборотномаси. - Наманган 2021. №.1 -С. 42-48 (02.00.00.№18).

И бўлим (II часть; II part)

13. Сайфуллаева Г.И., Негматов С.С., Камолов И.Р. «Температурная зависимость электрических свойств композиционного полупроводника с определений толщины промежуточного оксидного слоя» // Республика илмий-техникавий конференцияси материаллари Тошкент, 2018. -С-166-167.

14. Сайфуллаева Г.И., Камалов И.Р., Канатбаев С.С., М.М.Мухаммадиева. «Оптимизация параметров приборов на фосфида индия при помощи термообработки». // Сборник статей по материалам XVI Международной научно-практической конференции. «Научный форум: технические и физико-математические науки» Москва, 2018. -С-75-78.

15. Сайфуллаева Г.И., Негматов С.С., Абед Н.С., Камолов И.Р., Камалова Д.И. «Технология улучшения характеристик контактов металл-фосфид индия путем химической обработки» // Международная Узбекско-Белорусская научно-техническая конференция. Ташкент, 2020. -С-333-335.

16. Сайфуллаева Г.И., Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С. «Исследования и разработка композиционных электропроводящих материалов для применения к деталям машин» // Республика олий ва ўрта махсус таълим вазирлик миқёсидаги илмий- амалий онлайн конференция материаллари. 2020, Навоий, -Б.131-133.

17. Сайфуллаева Г.И., Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С. «Development of effective composite polymer materials and coatings with high electrophysical and strength properties». Science problem and solution / -Belgium, 2020. 29-32 pp.

18. Сайфуллаева Г.И., Негматов С.С., Абед Н.С. «Разработка технологии получения композиционных терморезистивных материалов». //

Республика илмий-техникавий конференцияси материаллари Тошкент, 2021. -С-21-24.

19. Сайфуллаева Г.И., Негматов С.С., Абед Н.С., «Исследование важнейших прочностных свойств, разрабатываемых композиционных терморезистивных эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе». // International Conference on Science, Technology and Educational Practices Indonezia, 2021. –С.236-239.

Автореферат матни «Композицион материаллар» журнали тахририятида
24 март 2021 йилда ўтказилган.